

EFEITOS DE SOLUÇÕES SALINAS COM DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS  
NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ALGODÃO HERBÁCEO (Gossypium  
hirsutum L.)

KENARD TÔRRES SOARES

---

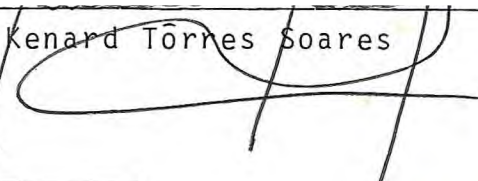
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA COM ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM  
FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1985

Esta conquista, resultante de ingentes esforços, é uma homenagem à minha adorável esposa JÚLIA, a meus filhos JULIANNA, BIANCA e IGGOR e ao meus estimados pais ORLANDO e CLORES.


Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia 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 permitido desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

  
Kenard Tôrres Soares

Dissertação Aprovada em

29/09/85

Marcos Vinicius Assunção, Ph.D.  
- Orientador - 

Luiz Gonzaga R. Ferreira, Ph.D.  
- Conselheiro -

Fco. Luciano de Paiva, Ph.D.  
- Conselheiro -

Fanuel Pereira da Silva, Ph.D.  
- Coordenador do Curso -

## AGRADECIMENTOS

Expressamos os nossos agradecimentos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S/A - EMEPA, pela oportunidade de concretizarmos o nosso objetivo e pelo apoio financeiro, sem o que este trabalho não se teria realizado;

Registramos também nossa gratidão à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará e a todo Corpo Docente do Departamento de Fitotecnia, pelo alto espírito de cooperação e solicitude;

Aos Professores LUIZ GONZAGA REBOUÇAS FERREIRA e FRANCISCO LUCIANO DE PAIVA, pela segura e prestimosa orientação na fase final dos trabalhos objeto desta dissertação;

Ao Professor MARCOS VINICIUS ASSUNÇÃO, pela orientação, compreensão, amizade e auxílio prestados à revisão dos originais;

Ao Dr. ELSUN SOARES DOS SANTOS, pelas sugestões na análise estatística dos dados originais;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e saudável convivência;

Aos técnicos do Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, pela boa vontade e interesse com que participaram deste trabalho;

Finalmente, estendemos um especial agradecimento a meus irmãos, parentes e amigos que, contribuíram, de uma maneira ou de outra, para o êxito deste trabalho.



## DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

arc	- Arco
bar	- Unidade de potencial hídrico que é igual a 0,987 atm
NaCl	- Cloreto de sódio
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	- Sulfato de sódio
sen	- Seno
Solo Salino	- Solo cuja condutividade elétrica do extrato de saturação, medida a 25°C, é maior do que 4 mmhos/cm e a percentagem de sódio trocável à mesma temperatura, é inferior a 15%
vs.	- Versus
RAS	- Relação de Adsorção de Sódio, que é definida como sendo uma medida da atividade relativa de íons de sódio em relação de troca com o solo.

## SUMÁRIO

	<u>Página</u>
<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	vii
<u>LISTA DE FIGURAS</u> .....	x
<u>RESUMO</u> .....	xiii
<u>ABSTRACT</u> .....	xiv
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u> .....	3
2.1 - <u>Influência da Salinidade na Germinação de Sementes</u> .....	3
2.2 - <u>Tolerância das Plantas à Salinidade</u> .....	6
2.3 - <u>Efeitos Específicos dos Diferentes Sais</u> .....	9
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	12
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	14
4.1 - <u>Efeitos da Salinidade na Germinação</u> .....	14
4.2 - <u>Influência da Salinidade na Ocorrência de Plântulas Anor-</u> <u>mais</u> .....	18
4.3 - <u>Influência da Salinidade na Emerção de Radículas</u> .....	28
4.4 - <u>Influência da Salinidade no Vigor de Sementes</u> ..	36
4.4.1 - <u>Comprimento Médio de Radícula</u> .....	36
4.4.2 - <u>Comprimento Médio de Plântula</u> .....	40
5 - <u>CONCLUSÕES</u> .....	49
6 - <u>LITERATURA CITADA</u> .....	51

## LISTA DE TABELAS

### TABELA

### Página

- |   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | - Análise de variância para efeitos da salinidade em duas cultivares (IAC-17 e PR-4139) de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), na percentagem de germinação, plântulas anormais, radículas emergidas, comprimento médio de radícula e comprimento médio de plântulas .....   | 15 |
| 2 | - Percentagem de germinação de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos .....  | 16 |
| 3 | - Percentagem de germinação de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares <u>vs.</u> sais .....   | 19 |
| 4 | - Coeficiente de correlação (r) e de determinação (r <sup>2</sup> ) entre níveis de salinidade e diferentes características estudadas na germinação e vigor de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos ..... | 21 |
| 5 | - Percentagem de plântulas anormais de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos .....  | 24 |
| 6 | - Percentagem de plântulas anormais de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u>   |    |



## TABELA

Página

	L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares <u>vs.</u> sais .....	26
7	- Percentagem de radículas emergidas de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos .....	30
8	- Percentagem de radículas emergidas de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares <u>vs.</u> sais.....	34
9	- Comprimento médio de radículas (cm) de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos .....	37
10	- Comprimento médio de radículas (cm) de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares <u>vs.</u> sais .....	41
11	- Comprimento médio de plântulas (cm) de duas cultivares de algodão herbáceo ( <u>Gossypium hirsutum</u> L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos .....	43
12	- Comprimento médio de plântulas (cm) de duas cul	



## TABELA

Página

tivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum  
L.), semeadas em substratos umedecidos com água  
destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de dife-  
rentes potenciais osmóticos. Efeitos da intera-  
ção cultivares vs. sais .....

47

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	<u>Página</u>
1 - Variações nos percentuais de plântulas normais, em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. (Valores expressos em termos de 100% do controle). Média dos dois saís .....	17
2 - Variações nos percentuais de plântulas normais, em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. (Percentual real de germinação). Média das duas cultivares.	20
3 - Equação estimada da percentagem de plântulas normais ( $\bar{Y}$ ), em ângulos, em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (** Significativo pelo teste "t" a 1%) ..	22
4 - Variações nos percentuais de plântulas anormais, em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. (Percentual real de plântulas anormais). Média dos dois saís .....	25
5 - Variações nos percentuais de plântulas anormais, em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. (Percentual real de plântulas anormais) Média das duas cultivares .....	27
6 - Equação estimada do percentual de plântulas anormais ( $\bar{Y}$ ), em ângulos, em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (** Significativo pelo teste "t" a 1%) .	29
7 - Variações nos percentuais de radículas emergidas, em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. (Percentual real	

## FIGURA

## Página

	de radículas emergidas). Médias dos dois sais .	31
8	- Variações nos percentuais de radículas emergidas, em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. (Percentual real de radículas emergidas). Média das duas cultivares .....	33
9	- Equação estimada do percentual de radículas emergidas ( $\bar{Y}$ ), em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (**Significativo pelo teste "t" a 1%) .....	35
10	- Variações no comprimento médio de radícula (cm), em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. Média dos dois sais .....	38
11	- Variações no comprimento médio de radícula (cm), em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. Média das duas cultivares .....	39
12	- Equação estimada do comprimento médio de radícula ( $\bar{Y}$ ), em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (**Significativo pelo teste "t" a 1%) .....	42
13	- Variações no comprimento médio de plantulas (cm), em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. Média dos dois sais .....	44
14	- Variações no comprimento médio das plântulas (cm), em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. Média das duas cultivares .....	46
15	- Equação estimada do comprimento médio de plântu	

## FIGURA

Página

las ( $\bar{Y}$ ), em função dos potenciais osmóticos (X),  
na cultura do algodão herbáceo. (\*\* Significativ  
vo pelo teste "t" a 1%) .....

48



## RESUMO

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de verificar o efeito da salinidade na germinação e vigor de plântulas de duas cultivares (IAC-17 e PR-4139) de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.). O substrato utilizado nos testes, (papel toalha) foi umedecido com água destilada ou soluções de NaCl e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, de modo a se obter potenciais osmóticos 0, -1, -3, -5, -7 e -9 bar. O experimento foi instalado em um germinador com uma temperatura constante de 25°C. Foi constatado uma maior inibição da germinação das cultivares nos substratos salinizados com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. A cultivar IAC-17 mostrou-se menos suscetível aos efeitos tóxicos dos sais. Foi verificado uma tendência no aumento de plântulas anormais com o decréscimo do potencial osmótico, sendo este aumento mais evidenciado no Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sugerindo uma maior ação tóxica do mesmo. Esta maior toxicidade do Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi também evidenciada pelo menor vigor das plântulas normais, quando este foi avaliado através do comprimento médio das raízes e das plântulas.

### ABSTRACT

This research was conducted on the Seed Technology Laboratory of the University of Ceará, aiming to verify the effect of salinity on the germination and seedling vigor of two annual cotton (Gossypium hirsutum L.) cultivars, namely IAC-17 and PR-4139. The substratum for germination (paper towel) was moistured with distilled water or solutions of NaCl and  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  in order to obtain osmotic potentials of 0, -1, -3, -5, -7, or -9 bars. The experiment was installed in a incubator adjusted to a constant temperature of 25°C. Substrata salinized with  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  inhibited more the germination of both cultivars than NaCl. The cultivar IAC-17 showed to be less susceptible to toxic effects in both salts. There was a tendency in increasing the number of abnormal seedlings as the osmotic potentials decreased, mainly in  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  solutions suggesting a higher toxic action of this salt. This same trend was observed on the vigor of normal seedling when this parameter was evaluated by both the total seedling length and seedling root length.

## 1 - INTRODUÇÃO

A ocorrência de solos salinizados vem se tornando um dos mais sérios problemas nas regiões de clima árido e semi-árido do Brasil, trazendo como consequência reduções significativas na produtividade de inúmeras culturas. No Nordeste, estima-se que 20 a 25% das áreas irrigadas já se encontram salinizadas, sendo que em alguns perímetros irrigados, como o de São Gonçalo na Paraíba e o de Ceraíma na Bahia, apresentam níveis de salinização bem superiores à média da região (GOES, 1978).

O nível de salinidade, acima do qual o desenvolvimento e crescimento das plantas são afetados, depende de vários fatores, tais como: distribuição dos sais na superfície do solo, baixa permeabilidade do solo, drenagem inadequada e natureza dos sais. Quanto à este último aspecto, os cloretos e sulfatos têm se mostrado como os mais efetivos na salinização, enquanto os carbonatos são considerados como de pouca frequência (STROGO NOV, 1964).

Por outro lado, os efeitos tóxicos dos sais dependem da cultura que está sendo explorada ou mesmo de diferentes variedades dentro da mesma espécie. Além do mais, a maior ou menor tolerância à salinidade depende do estágio de desenvolvimento da cultura. Como não poderia deixar de ser, a fase de germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, tem sido considerado como dois estádios críticos para o estabelecimento de um "stand" satisfatório em áreas salinizadas (AYERS, 1952).

Diante da problemática destes aspectos e, principalmente pelas oportunidades de pesquisas nesta área, quer nas condições de campo ou mesmo de laboratório, vários trabalhos têm sido desenvolvidos na tentativa de se indicar espécies e níveis de salinidade que permitam uma exploração racional nos solos com acúmulo de sais. WAHHAB et alii (1957), no Paquistão, evidencia



ram tolerância salina durante a germinação de trigo, milho e algodão. Segundo eles, o algodão no estágio estudado, apresentou menor tolerância à salinidade do que as outras duas culturas, sendo que as diferenças encontradas entre as cultivares de algodão se apresentaram bem menores do que as constatadas entre as cultivares de milho e trigo.

No Nordeste do Brasil, onde ter-se-á em breve milhares de hectares irrigados e, provavelmente uma maior percentagem de áreas salinizadas, estudos desta natureza se tornam de fundamental importância, principalmente com a cultura do algodão devido a sua grande potencialidade de expansão nestas áreas, como também o grande número de cultivares já existentes. No Ceará, um dos trabalhos pioneiros neste tocante, foi realizado por (DINIZ 1979), o qual verificou, em condições de laboratório, os efeitos de diferentes potenciais hídricos (0, -2, -4, -6, -8, e -10 bar) de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na germinação e vigor de plântulas de três cultivares de algodão herbáceo (IAC-13-1, SU-0450 e AFC-38-1295). Considerando, portanto, que outros potenciais osmóticos e outras cultivares de algodão necessitam ser investigadas através de outros trabalhos básicos, é que a presente pesquisa investigou os efeitos dos potenciais osmóticos 0, -1, -3, -5, -7 e -9 bar de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na germinação e vigor de plântulas das cultivares IAC-17 e PR-4139, hoje largamente exploradas na região, tendo como um dos objetivos fornecer subsídios para trabalhos de campo que deverão ser desenvolvidos em um futuro bem próximo.



## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Influência da Salinidade de Germinação de Sementes

Os efeitos prejudiciais dos sais sobre os vegetais são devidos às suas presenças na solução do solo, ocasionando uma diminuição do potencial hídrico desta solução e consequentemente, na sua disponibilidade para os vegetais e da ação tóxica de certos íons. Grande tem sido o interesse dos pesquisadores em estudar o problema da tolerância das plantas à ação tóxica dos sais. (HAYWARD & WADLEIGH 1949; AYERS et alii. 1952; BERNSTEIN & HAYWARD 1958; HAYWARD & BERNSTEIN 1960; STROGONOV 1964). Os estudos realizados sobre os efeitos da salinidade nas culturas, apresentam-se bastantes divergentes. Existem espécies que são extremamente sensíveis aos sais durante as fases iniciais da germinação e desenvolvimento de plântulas e apresentam tolerância nas fases finais do seu desenvolvimento. AYERS & HAYWARD (1949), contrariando evidências de que a germinação e o crescimento de plântulas são particularmente sensíveis à salinidade do solo, demonstraram que não existia correlação entre a tolerância salina na fase de germinação das sementes e aquela apresentada nas fases subsequentes do desenvolvimento. PEARSON et alii. (1966) trabalhando com quatorze cultivares de arroz, usando a técnica de cultivo em areia para determinar a tolerância ao cloreto de sódio, observaram uma menor tolerância às condições de salinidade no estágio de planta jovem do que durante a germinação.

Diferentes espécies ou cultivares dentro da mesma espécie comportam-se distintamente quanto aos efeitos da salinidade. Assim é que AYERS (1953) observou acentuadas diferenças entre trinta cultivares de cevada no tocante a germinação em solos salinizados. AYERS & HAYWARD (1949) e LYLES & FANNING (1964)

estudando as culturas da alfafa, cana-de-açúcar, cevada, milho, feijão e sorgo cultivadas em solos salinizados, chegaram a conclusão que todas elas apresentaram baixa germinação e emergência de plântulas.

ABEL & MACKENZIE (1964) afirmam que, de uma maneira geral, quanto ao problema de tolerância à salinidade, a tolerância ao sal entre espécies pode diferir amplamente, fato que não ocorre para a maioria das cultivares de uma mesma espécie cujas diferenças são muito pequenas. Os autores investigando a tolerância salina em soja (Glycine max L. Merrill), durante os estádios de germinação e subsequente desenvolvimento, evidenciaram diferenças entre as seis cultivares estudadas. Resultados semelhantes foram obtidos por MERCADO & MALABAYMAS (1971) em trabalhos desenvolvidos com seis cultivares de arroz.

A ocorrência de uma quantidade excessiva de sais acarretando um abaixamento no potencial hídrico do solo, a medida que aumenta a sua concentração salina diminui seu potencial osmótico e chega o momento em que entre as raízes das plantas e a solução externa não existe um gradiente de potencial hídrico suficiente para permitir a absorção de água do solo (UHVITS 1946; PRISCO & O'LEARY 1970; PIZARRO & DAMASCENO 1975). Segundo AYERS (1952) a diminuição do processo de absorção de água e a entrada de íons em quantidade suficiente para tornarem-se tóxicos às sementes, são as causas principais da inibição da germinação sob condições de salinidade do solo.

STROGONOV (1964) citando NOVIKOV (1942), ressalta que a queda da germinação de sementes quando cultivadas em soluções salinas, é causada em virtude do potencial osmótico ser mais baixo na solução salina do que nas células das sementes. PRISCO & O'LEARY (1970) trabalhando com sementes de feijão "red kidney" (Phaseolus vulgaris L.) encontraram evidências que a diminuição do potencial osmótico da solução externa causa uma diminuição da absorção de água pelas sementes, provocando desta forma uma redução na velocidade e na percentagem de germinação das mesmas. Estes autores conseguiram isolar os efeitos osmóticos e tóxicos do cloreto de sódio sobre a germinação u



sando concentrações isotônicas de NaCl e de polietileno glicol 1540, um produto não tóxico para as plantas. Eles observaram que quando as sementes foram submetidas a potenciais hídricos compreendidos entre 0 e -8 bar, o efeito do cloreto de sódio foi principalmente osmótico, enquanto que em potenciais inferiores a -12 bar os efeitos do sal foram osmóticos e tóxicos. O polietileno glicol 1540 inibiu mais a absorção de água e a emergência de radículas que o NaCl em potenciais entre -8 e -15 bar.

O efeito inibitório do potencial osmótico na germinação também foi apontado por UHVITS (1946), quando comparando os efeitos eletrólito (NaCl) com os de um não eletrólito (manitol) em potenciais osmóticos que variaram de -1 a -15 atm. O referido autor verificou que estas substâncias inibiram a germinação de sementes de alfafa, e que as diferentes respostas nos dois substratos à mesma concentração osmótica evidenciou um efeito tóxico do cloreto de sódio, o qual aumentava com o incremento da concentração salina. Estudos realizados por EVANS & STICKLER (1961) sobre a influência de D-manitol em soluções com -0,5, -10 e -15 atm de potencial osmótico sobre a germinação e o crescimento de várias cultivares de sorgo granífero, permitiram concluir que a germinação e os comprimentos da radícula e da plúmula diminuíram progressivamente com o aumento da tensão de umidade. Por sua vez, RAO et alii. (1969) e NARALE et alii. (1969), são até certo ponto concordantes quanto às conclusões apresentadas relativas aos efeitos da salinidade sobre a germinação de sementes de arroz, pois concluem que, dependendo da concentração e espécie de sal no meio ambiente, a germinação poderá ser função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos sais. A germinação e a emergência das plântulas da maioria das espécies cultivadas são retardadas progressivamente com o aumento da tensão de água do solo (JENSEN, 1972).

De acordo com SHARMA et alii. (1971), diferenças encontradas na germinação de Phaseolus aureus Roxb., quando submetido a condições de salinidade ocasionada por diferentes sais em concentrações variadas, indicam que os íons presentes na solu-

ção salina tem efeito específico sobre o processo germinativo, sendo portanto, a natureza do sal tão importante quanto a sua concentração. BARBOSA (1975) observou que sementes de sorgo semeadas em soluções de cloreto de sódio e sulfato de sódio apresentaram uma diminuição na germinação a medida que aumentava as concentrações dos sais, tendo o sulfato de sódio se comportando como mais tóxico às sementes, demonstrando que seus efeitos sobre a germinação foram proporcionais à concentração salina do substrato. PRISCO et alii. (1975 a) estudando os efeitos da salinidade na germinação e no vigor de plântulas de sorgo, chegaram a conclusão que tanto o cloreto como o sulfato de sódio inibiram a germinação e o vigor das plântulas, sendo que o sulfato de sódio causou uma maior inibição no vigor. A prática de embeber sementes de sorgo em água destilada não se mostrou eficiente para eliminar os efeitos inibitórios do NaCl na germinação (PRISCO et alii. (1975a). Por outro lado, este tratamento eliminou parcialmente os efeitos inibitórios do  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Os efeitos deletérios do NaCl na germinação ocorreram principalmente após a emergência da radícula, enquanto que para o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  estes efeitos foram aparentes mesmo durante a embebição. Segundo PRISCO (1969), estudos realizados para avaliar os efeitos da salinidade da absorção de água e germinação de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.), demonstraram que avaliação da germinação através da contagem de sementes com radículas emergidas, não parece ser um bom critério, em virtude de que certamente iremos encontrar nesta população plântulas que sem sombra de dúvidas originarão plantas deficientes quando levadas ao campo. Sementes de sorgo pré-embebidas em ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ) ou  $\text{N}_6$ -Benzil-Adenina (BA) e posterior semeadura em soluções de cloreto de sódio ou sulfato de sódio, evidenciam que tanto o ácido giberélico como o  $\text{N}_6$ -Benzil-Adenina reverteram parcialmente os efeitos inibitórios dos sais na germinação (PRISCO et alii. 1975c).

## 2.2 - Tolerância das Plantas à Salinidade

Após uma série de trabalhos, HAYWARD & WADLEIGH (1949)



concluíram que dentre as plantas cultivadas, diversas espécies e cultivares existentes apresentavam diferentes níveis de tolerância aos efeitos dos sais quando testadas em condições uniformes de salinidade. Segundo ABEL & MACKENZIE (1964), tem-se afirmado a existência de diferenças marcantes entre espécies quanto a tolerância ao sal, fato que não ocorre para a maioria das cultivares de uma mesma espécie, cujas diferenças são muito pequenas. Diferenças marcantes relativas às respostas registradas tanto para espécies, quanto para cultivares em condições de salinidade, tem proporcionado a elaboração de escalas de tolerância salina, de acordo com KEARNEY & SCOFIELD (1936). Desse modo, eles consideram o algodão e a cevada como sendo culturas que apresentaram alta tolerância à salinidade. AYERS et alii. (1952), confirmam estas opiniões, o que está de acordo com a escala de tolerância apresentada por KOVDA et alii. (1973). Trabalhando com a cultura do arroz, KAPP (1947); PEARSON (1959); PEARSON et alii. (1966); e PEARSON & BERNSTEIN (1969), concluíram que comparativamente essa cultura é mais tolerante às condições de salinidade no estágio de germinação, do que nos estádios de plântula e de formação de grãos. Os efeitos salinos sobre as plantas dependem do tipo do sal presente como foi demonstrado por STROGONOV (1964) para a cultura do algodão. Segundo o predomínio de sulfatos e cloretos na solução do solo, os efeitos sobre uma série de características (altura, peso, produção, absorção de água, etc) são diferentes. BERNSTEIN & HAYWARD (1958); DEWEY (1962a e 1962 b); MALIWAL (1967) e BLUMBA et alii. (1968) conduziram diversos trabalhos com o objetivo de avaliar a variabilidade entre espécies e cultivares no que se refere à tolerância aos sais. Como resultados eles observaram que a tolerância entre espécies e entre cultivares se apresenta como excelente subsídio na seleção de espécies e cultivares que sem sombra de dúvida obterão sucesso quando cultivadas em condições salinas, possibilitando desta forma de bases fisiológicas para programas de melhoramento. SHARMA et alii. (1971); EL-ZAHAB (1973) e BARI (1973) estudando respectivamente culturas do feijão, algodão e arroz encontraram diferenças marcantes entre elas no que diz respeito a germinação, em função do tipo e da concentração do sal.



Segundo IVANOV (1974), a tolerância aos sais entre espécies e cultivares depende da origem das plantas, sendo essa tolerância mais acentuada em plantas originadas de clima seco. Essa afirmativa provavelmente está fundamentada no fato de que muitos autores conforme cita MAGISTAD (1945), haverem notado um certo relacionamento entre plantas tolerantes à seca e plantas tolerantes à salinidade. HAYWARD & BERNSTEIN (1958), citado por STROGONOV (1964) estudando a adaptação da cultura do algodão à salinidade, notou que as plantas resultantes de sementes que foram produzidas sob condições de salinidade, não apresentam nenhum incremento quanto a tolerância à salinidade.

Trabalhos desenvolvidos com feijão (Phaseolus vulgaris L.) em vasos contendo solos submetidos a tensões de baixa, média e alta umidade, contendo 0, 1, 2 e 4 ppm. de cloreto de sódio, demonstraram que o crescimento e a produção foram menores nas tensões de umidade maiores, como também nas soluções de maior concentração de cloreto de sódio. Reduções no vigor das plântulas submetidas a elevada concentração salina, resulta dos efeitos deletérios dos sais na inibição da síntese e/ou atividade de enzimas hidrolíticas necessárias para a mobilização de reservas do endosperma para o embrião SARIN & NARAYANAN, (1958). HARRIS (1928), observou que a cultivar de algodão "Pima Egipcio" semeada em solos salinos, foi extremamente superior quanto à sua habilidade para estabelecer plântulas, quando comparada com outras cultivares anuais. Idêntica superioridade foi demonstrada pela cultivar "Sea Island". Por outro lado, MEIRE & MOR (1970) estudando plantas de feijão (Phaseolus vulgaris L.) cultivadas em vasos em meio salino, observaram que não havia diferenças significativas nos pesos seco e fresco e na relação raiz-parte aérea das plantas expostas a meio salino durante 12 horas de luz, em comparação com as expostas ao mesmo meio durante 12 horas de escuro. Segundo eles, o tempo de exposição ao sal foi o principal fator e afetar o crescimento das plantas. LONGENECKER (1973) afirma que sendo o algodão uma das culturas mais tolerantes à salinidade, não ocorreram reduções substanciais na germinação, desenvolvimento e produção dessa cultura, em

solos cujos valores de condutividade elétrica do extrato de saturação não ultrapassem a mmhos/cm. MALIWAL & PALIWAL (1974), trabalhando com onze cultivares de milho (Zea mays L.), observaram que os efeitos da salinidade e dos níveis de RAS (Relação de Adsorção de Sódio), sobre a germinação variaram consideravelmente entre si.

### 2.3 - Efeitos Específicos dos Diferentes Sais

Apesar da grande quantidade de trabalhos desenvolvidos a respeito dos efeitos específicos dos diversos sais sobre a germinação de sementes, tem-se observado que os resultados que foram conseguidos são bastantes controversos. FIREMAN & HAYWARD (1955) e MANOHAR (1966) trabalhando com arroz em condições de salinidade, observaram reduções na germinação provavelmente causadas pela ação tóxica dos íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  presentes nas soluções salinas. Por sua vez, HARRIS (1915) estudando a ação deletéria dos diversos íons sobre as culturas, observou que o cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) é o ânion mais tóxico, enquanto o sódio ( $\text{Na}^+$ ) se apresenta como o cátion mais tóxico. ABUTALIBOV (1940 a) citado por STROGONOV (1964), pesquisando os efeitos da salinidade sobre a germinação de sementes de algodão, encontrou que baixas concentrações de sulfatos estimulam a germinação das sementes, enquanto que altas concentrações inibem o processo.

Os efeitos das condições salinas do solo sobre a germinação de oito cultivares de diferentes culturas dentre as quais o algodão, variando a concentração do cloreto de sódio e do cloreto de cálcio, foram estudados por METHA & DESAI (1958). Eles afirmam que de um modo geral, os resultados obtidos evidenciaram que o atraso e o decréscimo da percentagem de germinação, ocorreu em função de incremento da salinidade. Complementando, eles informam que com exceção feita à percentagem de germinação das sementes de algodão, onde não foram encontrados reflexos positivos



ou negativos, as percentagens de germinação das demais culturas estudadas evidenciaram a influência do íon cloro, como sendo superior a do íon cálcio. HAYWARD & WADLEIGH (1949) informam que existem evidências que determinados íons podem ser tóxico ao embrião ou plântula quando ocorrem em concentrações bastantes altas, toxidez essa que é refletida na redução da germinação, proporcionando frequentemente anormalidades no crescimento e desenvolvimento das plântulas. ARCA & CANEPA (1963), trabalhando com sementes de milho e cevada, constataram que na fase de germinação e emergência de plântulas, elas foram mais tolerantes à salinidade ocasionada pelo cloreto de sódio e pelo nitrato de sódio, do que sementes de algodão. Observaram também que o retardamento, bem como o decréscimo da germinação das sementes dessas culturas, foram diretamente proporcionais aos aumentos da concentração desses sais.

TULAIKOV (1922) citado por STROGONOV (1964), afirma que os efeitos dos sais sobre a germinação de sementes, independe da composição da solução e sim do potencial osmótico. No mesmo trabalho, STROGONOV (1964), citando os resultados conseguidos por PORT (1932) e SELAVRI & RANTSAN (1936), discorda basicamente de TULAIKOV (1922). Citando trabalhos de BLAGLOVESHCHENSKI (1942b), STROGONOV (1964) afirma que o cloreto de sódio é relativamente menos tóxico para as sementes de Phaseolus aureus Roxb. do que o sulfato de sódio enquanto que os cloretos são mais tóxicos do que os sulfatos para as sementes de algodão. Ainda de acordo com STROGONOV (1964), trabalhos desenvolvidos por SERGEEV (1936) e SELAVRI & RANTSAN (1936) sobre germinação de trigo (Triticum aestivum L.) e centeio (Secale cereale L.) respectivamente, demonstraram claramente que não ocorre correlação entre tolerância ao cloreto de sódio vs. sulfato de sódio. Nos experimentos conduzidos por SELAVRI & RANTSAN (1936), algumas espécies tolerantes ao NaCl se mostraram pouco tolerantes ao Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Estudando a adaptação da cultura do algodão aos efeitos da salinidade, STROGONOV (1964), observou que as plantas oriundas de sementes produzidas sob condições de salinidade, não apresentaram nenhum incremento quanto à tolerância à salinidade. Em função da inten

sidade dos efeitos deletérios causados pelos sais à germinação de sementes, estes podem ser assim ordenados:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaCl} > \text{Solução equilibrada}$  (STROGONOV 1964). Reporta-se ainda o autor aos efeitos de cloretos e sulfatos, os quais de manifestam diferentemente dependendo das espécies ou das cultivares.

Segundo GRIDD-PAPP (1965), as sementes de algodão são muito sensíveis à salinidade, pois, enquanto o ácido sulfúrico e o cálcio estimulam a germinação, sais de sódio, potássio e magnésio, principalmente carbonatos, prejudicam o crescimento da radícula. GEORGE & WILLIAMS (1969), estudando os efeitos do sulfato de sódio, cloreto de sódio e cloreto de cálcio na germinação de um cultivar de cevada "California Mariout" e duas cultivares de trevo "Ladino e Strawberry", concluíram que as cultivares de trevo foram mais suscetíveis à influência do cloreto de cálcio que a cultivar de cevada. Estes autores informam ainda que, tanto as cultivares de trevo quanto a de cevada mostraram uma maior sensibilidade ao sulfato de sódio que ao cloreto de sódio. DINIZ (1979), trabalhando com sementes de algodão submetidas a diferentes níveis de salinidade com soluções de  $\text{NaCl}$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , encontrou a presença de danos causados às plântulas quando submetidas aos efeitos deletérios dos dois sais. Estes danos foram mais pronunciados na presença de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .



### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza Ceará, Brasil.

As sementes de algodão herbáceo utilizadas no experimento foram das cultivares IAC-17 e PR-4139 provenientes da safra de 1984, colhidas no próprio Estado do Ceará. Os sais utilizados foram o cloreto de sódio (NaCl) e o sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), compostos de íons de grande importância no problema de salinização dos solos. Os níveis de salinidade estudados expressos pelos potenciais osmóticos das soluções dos referidos sais, foram: 0 (água destilada), -1, -3, -5, -7 e -9 bar. As quantidades de sais necessárias para obtenção destes potenciais foram calculadas de acordo com RICHARDS (1954).

Como substrato para a germinação, foi utilizado papel toalha, (Germitest, ONIBLA S.A., São Paulo, SP., Brasil) previamente umedecido com água destilada ou solução salina. Duas folhas superpostas serviram de base para a recepção das sementes e uma terceira funcionou como "cobertura protetora" sendo o conjunto dobrado em forma de rolo.

As sementes de número de 200 por tratamento, foram postas para germinar em 5 fileiras de 10 unidades por substrato em 4 repetições. Após a cobertura das sementes com a folha protetora cada tratamento foi enrolado e disposto verticalmente dentro de um Becker com capacidade de 400 ml, já contendo em seu interior 100 ml da solução salina correspondente, sendo em seguida levados para uma câmara de germinação Treas, (Precision Cientific, General Electric, S. Paulo Brasil) com prateleiras horizontais sob temperatura controlada de 25°C, obscuridade e umidade próxima à saturação. Diariamente foi reposta a quantidade de água ou solução correspondente a cada tratamento que foi evaporada e/ou absorvida pelas sementes durante as fases da germinação.

A avaliação da germinação foi procedida no 7º dia a par



tir da data do estabelecimento das unidades experimentais. O material resultante foi classificado de acordo com as Regras para Análises de Sementes (Anônimo, 1967) em plântulas normais, plântulas anormais e sementes não germinadas (duras, dormentes e deterioradas).

As plântulas consideradas normais apresentaram sempre ra dícula, hipocôtilo e cotilêdones bem desenvolvidos com comprimento total (radícula e hipocôtilo) igual ou superior a 5 cm, ao contrário das anormais, que apresentaram estruturas essenciais tortuosas, atrofiadas e apodrecidas, com comprimento total (radícula e hipocôtilo) menor que 5 cm. Foram consideradas sementes com radículas emergidas o conjunto formado pelas plântulas normais, plântulas anormais e sementes em início de germinação, (emersão de radículas).

Para efeito de avaliação da percentagem de germinação, somente as plântulas consideradas normais foram utilizadas (COLBRY et alii; 1961). O vigor das sementes foi avaliado com base no comprimento médio das radículas e no comprimento médio das plântulas. Estas mensurações foram procedidas no 7º dia após as sementes terem sido colocadas para germinar.

O experimento foi instalado obedecendo a um esquema fatorial de  $6 \times 2 \times 2$ , em delineamento inteiramente casualizado, constando de 24 tratamentos e 4 repetições, segundo método descrito por COCHRAN & COX (1957).

Para efeito de análise estatística, os dados percentuais originais foram transformados mediante aplicação da transformação  $\text{arc. sen. } \sqrt{\%}$ , (GOMES, 1973). Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias representativas dos diversos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, com limite fiducial de 1% de probabilidade. Como parte complementar deste estudo, foram efetuados estudos de correlação entre níveis de salinidade e as diferentes características estudadas na germinação e vigor.

Como o coeficiente de correlação é considerado como uma medida puramente descritiva, calculou-se o quadrado deste coeficiente, representado em termos percentuais e interpretado como coeficiente de determinação.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 - Efeitos da Salinidade na Germinação

A análise de variância para percentagens de germinação Tabela 1, revela que apenas a interação cultivares vs. sais não foi significativa pelo teste F aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, sendo que as demais fontes de variação se apresentaram altamente significativas.

As percentagens de germinação das duas cultivares em estudo semeadas em substratos salinizados com NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos, pode ser vista na Tabela 2 e Figural. Observa-se um decréscimo neste parâmetro à medida que diminuiu o potencial osmótico das soluções dos dois sais, em ambas as cultivares. Entretanto, não ocorreram diferenças significativas até -3 bar para a cultivar PR-4139 e -1 bar para a IAC-17, a partir destes valores as reduções de germinação foram mais acentuadas.

Reduções nas percentagens de germinação motivadas por aumento de concentração de soluções salinas, também foram observadas por PEARSON (1966), em arroz e por PRISCO et alii. (1975a), em sorgo granífero. De acordo com FIREMAN & HAYWARD (1955) e MANOHAR (1966), estas reduções na germinação provavelmente podem ser causadas pela ação tóxica dos íons Na<sup>+</sup> e/ou Cl<sup>-</sup>.

Ainda na Figura 1, evidencia-se que a cultivar IAC-17 apresentou-se relativamente mais tolerante aos efeitos salinos do que a PR-4139, quando submetidas a elevadas concentrações de sais. A partir do potencial osmótico de -5 bar, esta diferença já começa a ser sentida, tendo a cultivar PR-4139 apresentado decréscimos substanciais nos potenciais -7 e -9 bar em relação a IAC-17.



TABELA 1 - Análise de variância para efeitos da salinidade em duas cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), na percentagem de germinação, plântulas anormais, radículas emergidas, comprimento médio de radículas e comprimento médio de plântulas

FONTES DE VARIAÇÃO	Q U A D R A D O S			M É D I O S		
	G.L.	% de germinação	% de plântulas anormais	% de rad. emergidas	Comp. médio de radículas	Comprimento médio de plântulas
Cultivar (C)	1	2.280,4276**	1.095,1206**	58.59**	8.7604**	38.5066**
Sais (S)	1	1.010,4280**	1.591,8589**	78.84**	4.7704**	2.4704 <sup>ns</sup>
Potenciais osmóticos(P)	5	4.258,5010**	2.211,7170**	121.31**	56.1879**	198.5139**
. Test. vs. Potenc.	1	3.721,9298**	1.900,6092**	146.30**	108.4901**	347.1401**
. Dentro de Potenc.	4	4.392,6438**	2.289,494 **	115.0625**	43.1124**	161.3574**
. Reg. Linear	1	10.079,2980**	8.596,3308**	422.50 **	168.1000**	638.401 **
. Reg. Quadrática	1	1.412,9297**	534,6936**	18.2857 <sup>ns</sup>	0.8016**	3.7475**
. Desvios da Reg.	2	39,1738 <sup>ns</sup>	13.4758 <sup>ns</sup>	9.7322 <sup>ns</sup>	1.7740**	1.637 <sup>ns</sup>
Interação C x S	1	41,3831 <sup>ns</sup>	61,2801 <sup>ns</sup>	1.26 <sup>ns</sup>	0.6017 <sup>ns</sup>	0.2401 <sup>ns</sup>
Interação C x P	5	71,9242*	8.0945 <sup>ns</sup>	8.244 <sup>ns</sup>	5.1997**	16.1787**
Interação S x P	5	96.5943**	220.9426**	37.544**	0.9817*	2.3174**
Interação C x S x P	5	99,0346**	47.1923**	7.362 <sup>ns</sup>	2.4179**	5.5075**
Tratamentos	(23)	1.128,8048**	660.3477*	43.9561**	14.6986**	50.1656**
Resíduo	72	22,7922	16.7198	7.2535	0.2999	0.625
Coef. de Variação(%)		10.41	11.49	6.15	11.65	8.77

ns = Não significativo

\* e \*\* Significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente



TABELA 2 - Percentagem de germinação de duas cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos.

CULTIVARES		POTENCIAIS OSMÔTICOS(bar)																		
E SAIS		0	-1	-3	-5	-7	-9	Média												
Cultivares																				
IAC-17	A	65.0a*	AB	64.0a	BC	56.4a	CD	50.8a	D	40.9a	E	25.2a	50.7 a							
PR-4139	A	54.5b	A	53.5b	AB	52.3a	B	45.0a	C	31.2b	D	9.4b	41.0 b							
Sais																				
NaCl	A	61.1a	A	60.2a	AB	56.4a	BC	50.3a	C	44.7a	D	21.9a	49.1 a							
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A	58.5a	A	57.3a	AB	52.3a	B	45.6a	C	29.5b	D	12.6b	42.6 b							
Média									A	59.8	A	58.8	A	54.4	B	47.9	C	37.1	D	17.3

(\*) - Médias transformadas em  $\text{arc. sen } \sqrt{\%}$

Nas linhas, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula e nas colunas, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

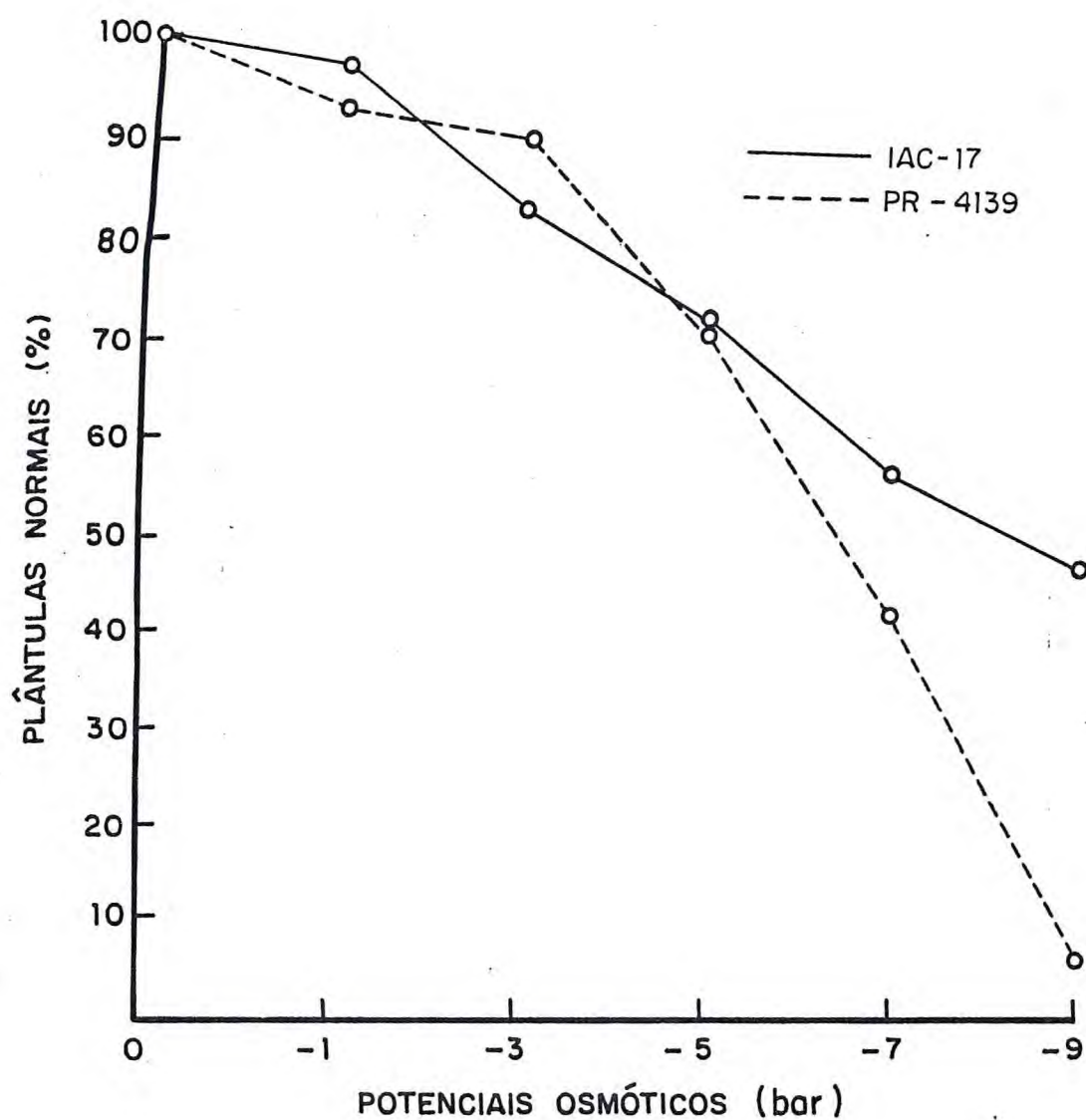


FIGURA 1 - Variações nos percentuais de plântulas normais, em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. (Valores expressos em termos de 100% do controle). Média dos dois saís.

Com referência aos efeitos isolados dos sais, observa-se que o NaCl parece ser menos tóxico do que o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Tabela 3 e Figura 2). Estes resultados se assemelham aos obtidos por BARBOSA (1975) e SOUTO (1976) trabalhando com sementes de sorgo. Por outro lado, STROGONOV (1964), baseado em dados de ABUTALIBOV (1940 a), afirma que os cloretos são menos tóxicos do que os sulfatos no que diz respeito à germinação de Phaseolus aureus, enquanto que para o algodão acontece o inverso.

A interação cultivares vs. potenciais (Tabela 2), revela que não houve diferenças significativas entre os potenciais 0 e -3 bar para ambas as cultivares, tendo a IAC-17 apresentado uma maior percentagem de germinação em todos os níveis testados. Na mesma Tabela, a interação sais vs. potenciais revela que não houve diferença significativa entre os sais para o mesmo potencial osmótico até -5 bar, tendo o NaCl se apresentado menos prejudicial em todos os níveis estudados.

Conforme se pode observar na Tabela 4, a germinação das cultivares e os níveis de salinidade expressos em potenciais osmóticos, estão positivamente correlacionados e fortemente associados. O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) apresenta uma associação de 0,9965 indicando que 99,65% das plântulas normais das cultivares avaliadas são explicadas pelos potenciais osmóticos estudados. A equação de regressão quadrática estimada evidencia que o potencial osmótico -1,01 seria o ideal para se alcançar a percentagem máxima de plântulas normais. (Figura 3).

#### 4.2 - Influência da Salinidade na Ocorrência de Plântulas Anormais

A análise de variância para plântulas anormais encontra-se na Tabela 1, observa-se que o teste F revela que apenas a interação cultivares vs. potenciais não apresentou significância aos níveis de 5 e 1% de probabilidade. O coeficiente de variação para este parâmetro conforme pode ser notado na mesma



TABELA 3 - Percentagem de germinação de duas cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares vs. sais.

SAIS	CULTIVARES	GERMINAÇÃO (%)
NaCl	IAC-17	A 53.3 a*
	PR-4139	A 44.9 b
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	IAC-17	B 48.2 a
	PR-4139	B 37.1 b

(\*) Médias transformadas em arc. sen  $\sqrt{\%}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (cultivares em um mesmo sal), e antecedidas pela mesma letra maiúscula (sais em uma mesma cultivar), não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

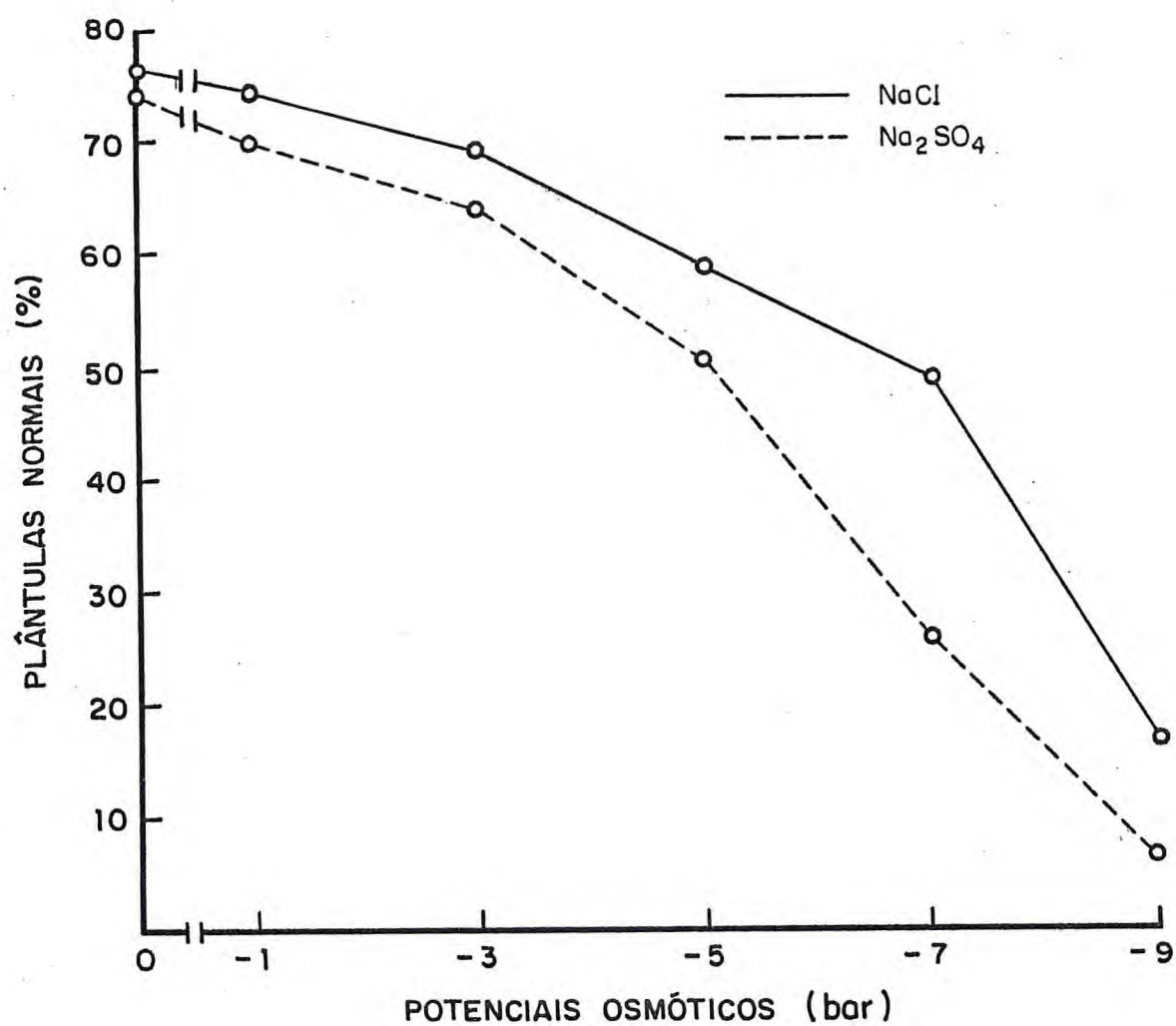


FIGURA 2 - Variações nos percentuais de plântulas normais, em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. (Percentual real de germinação). Média das duas cultivares.



TABELA 4 - Coeficiente de correlação ( $r$ ) e de determinação ( $r^2$ ) entre níveis de salinidade e diferentes características estudadas na germinação e vigor de duas cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.), semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos.

V. A R I Á V E L	$r$	$r^2$ (%)
Potencial osmótico <u>vs.</u> % de germinação	0,9980**	99,65
Potencial osmótico <u>vs.</u> % de plântulas anormais	-0,9695**	99,73
Potencial osmótico <u>vs.</u> % de radículas emergidas	0,9579**	91,76
Potencial osmótico <u>vs.</u> Comprimento médio de radículas	0,9814**	96,32
Potencial osmótico <u>vs.</u> Comprimento médio de plântulas	0,9984**	99,69

(\*\*) Significativo pelo teste "t" ao nível de 1% de probabilidade.

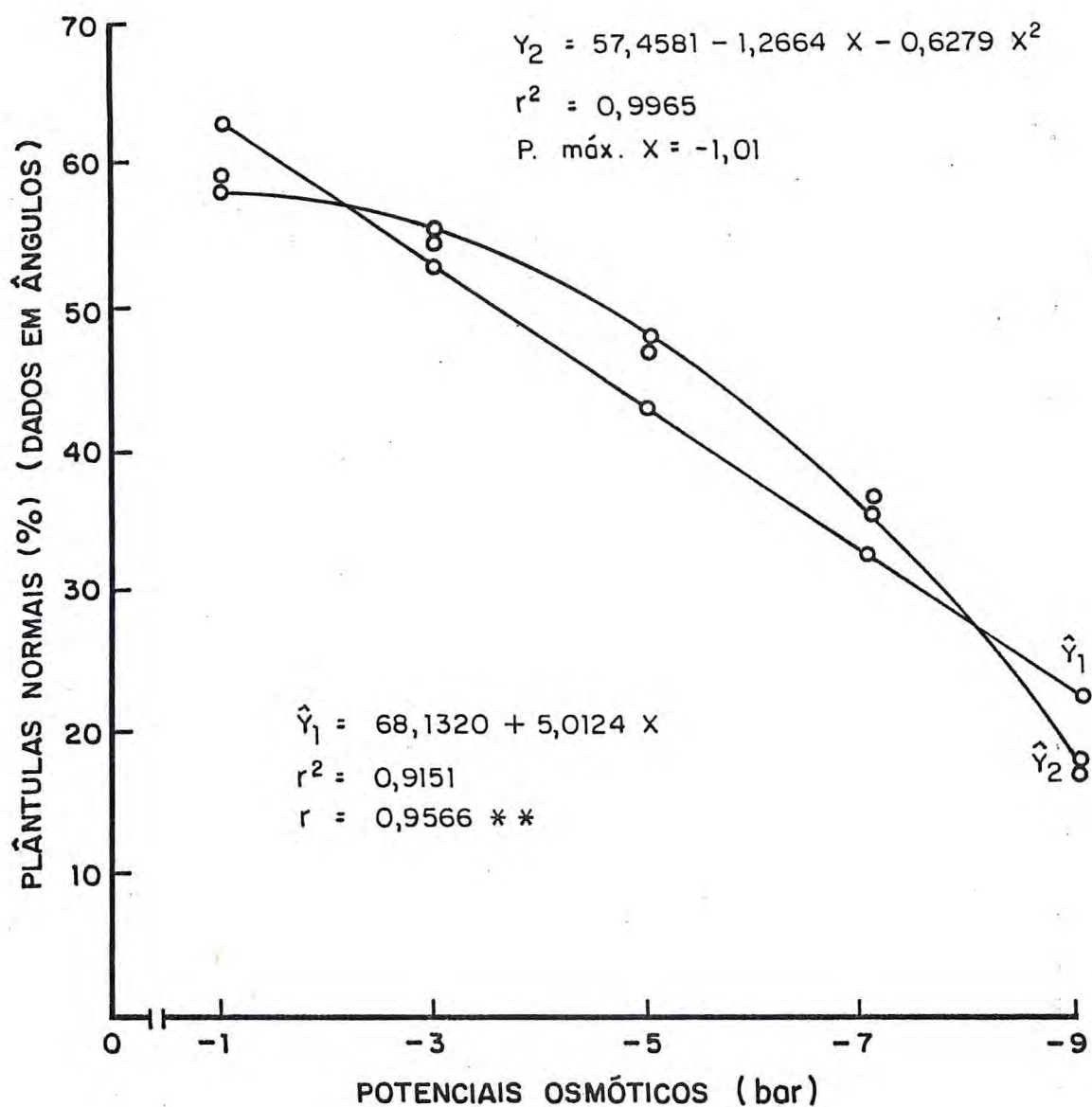


FIGURA 3 - Equação estimada da percentagem de plântulas normais ( $\hat{Y}$ ), em ângulos, em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (\*\* Significativo pelo teste "t" a 1%).

Tabela, foi de 10,91% atestando o elevado grau de precisão dos dados analisados.

A percentagem de plântulas anormais (Tabela 5 e Figura 4), demonstra uma tendência generalizada para um aumento na ocorrência deste parâmetro com o decréscimo do potencial osmótico. Os níveis de potenciais osmóticos utilizados demonstram que não houve diferenças significativas entre o controle (0 bar) até o potencial de -3 bar, para ambas as cultivares, sendo que a partir deste potencial o aparecimento de plântulas anormais foi se elevando sistematicamente até -9 bar. Resultados semelhantes foram conseguidos por diversos pesquisadores como UHVITS (1946) e STROGONOV (1964), ambos trabalhando com algodão. Ainda na mesma tabela, evidencia-se a superioridade da cultivar IAC-17 sobre a PR-4139, pois a mesma apresentou uma menor percentagem de plântulas anormais em ambos os sais, como também em todos os níveis.

Comparando-se os resultados encontrados para os efeitos isolados dos sais (Tabela 6 e Figura 5), observa-se uma maior percentagem de plântulas anormais em  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  do que em  $\text{NaCl}$ . Esse fato evidencia que o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  provocou maiores danos às plântulas, tornando-as tortuosas, apodrecidas e atrofiadas. Esses resultados se assemelham aos obtidos por DINIZ (1979), também trabalhando com sementes de algodão herbáceo. Na mesma Tabela observa-se que houve diferença significativa entre as duas cultivares quando testadas em um mesmo sal, assim como entre sais quando testados em uma mesma cultivar.

A interação cultivares vs. potenciais (Tabela 5), revela que houve diferenças significativas entre os potenciais osmóticos 0, -1, -3, -7 e -9 bar, não havendo apenas entre as cultivares no potencial de -3 bar. Ainda na mesma Tabela, a interação sais vs. potenciais revela que não houve diferenças significativas entre os dois sais até -3 bar, tendo os efeitos deletérios do  $\text{NaCl}$  sido bastantes inferiores aos do  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  em todos os níveis.

Pela Tabela 4, observa-se que a percentagem de plântulas anormais e os níveis de salinidade expressos em potenciais



TABELA 5 - Percentagem de plântulas anormais de duas cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.), semeadas em substrato umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos.

CULTIVARES E SAIS	POTENCIAIS OSMÔTICOS (bar)						Média
	0	-1	-3	-5	-7	-9	
Cultivares							
IAC-17	A 21.9a*	A 21.7a	AB 25.9a	BC 32.3a	C 39.3a	D 52.2a	32.2a
PR-4139	A 29.4b	A 30.5b	A 30.5a	B 38.5b	C 45.9 b	D 58.9b	40.0b
Sais							
NaCl	AB 25.5a	A 23.9a	AB 26.3a	B 32.1a	B 32.3a	C 49.0a	31.5a
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A 25.8a	A 28.2a	A 30.2a	B 38.7b	C 52.9b	D 62.1b	39.7b
Média	A 25.6	A 26.1	A 28.2	B 35.4	C 42.6	D 55.5	

(\*) - Médias transformadas em  $\text{arc.sen } \sqrt{\%}$

Nas linha, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula e nas colunas, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

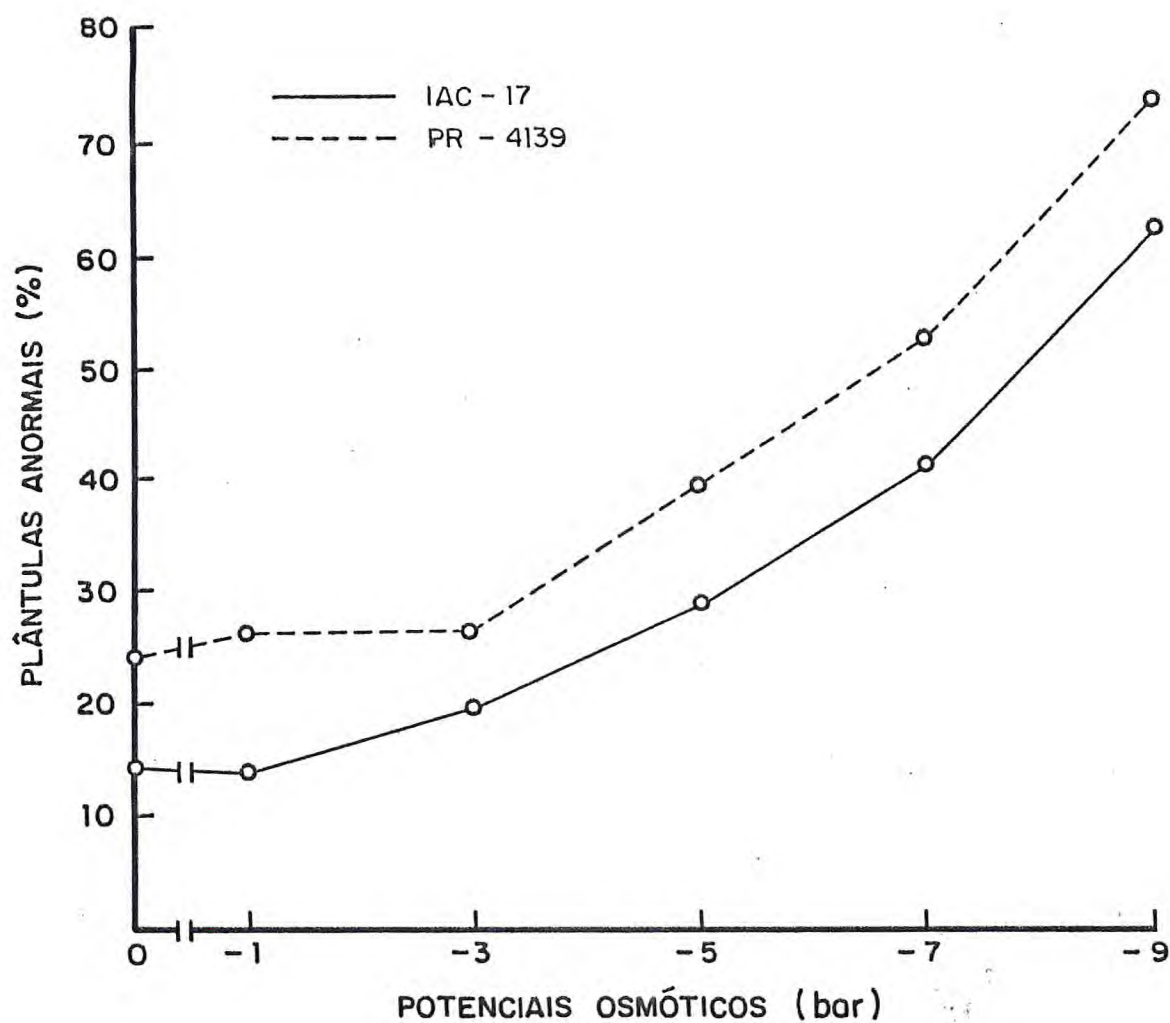


FIGURA 4 - Variações nos percentuais de plântulas anormais, em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. (Percentual real de plântulas anormais). Média dos dois saís.



TABELA 6 - Percentagem de plântulas anormais de duas cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares vs. sais.

SAIS	CULTIVARES	PLÂNTULAS ANORMAIS (%)
NaCl	IAC-17	A 28.9 a*
	PR-4139	A 34.1 b
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	IAC-17	B 35.5 a
	PR-4139	B 43.8 b

(\*) Médias transformadas em  $\text{arc. sen } \sqrt{\frac{\%}{100}}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (cultivares em um mesmo sal) e antecedidas pela mesma letra maiúscula (sais na mesma cultivar), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

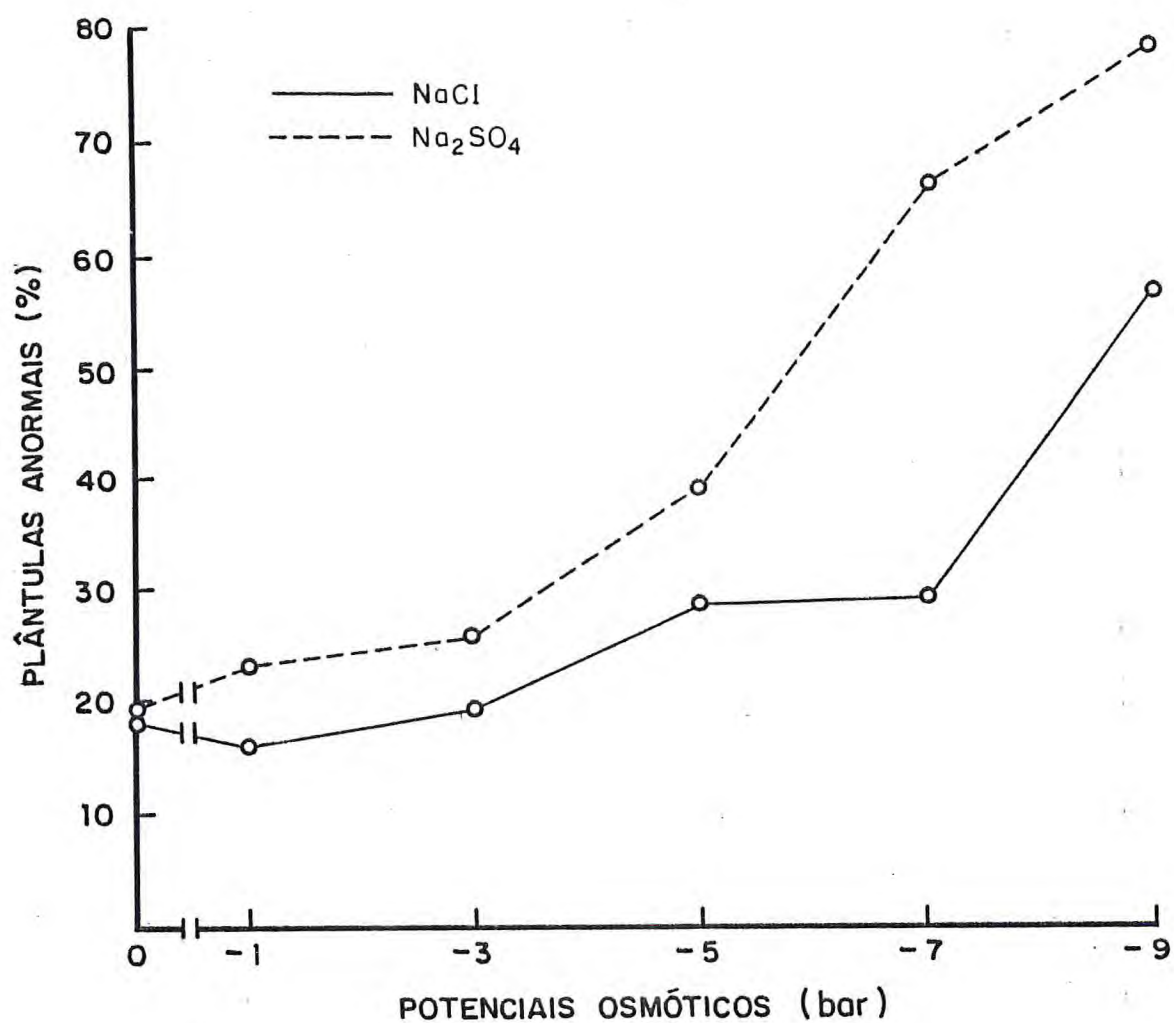


FIGURA 5 - Variações nos percentuais de plântulas anormais, em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. (Percentual real de plântulas anormais). Média das duas cultivares.



osmóticos, apresentam uma correlação negativa significativa, mostrando porém um elevado grau de associação 0,9973, determinado pelo coeficiente de determinação ( $r^2$ ).

A equação de produção estimada para a percentagem de plântulas anormais Figura 6, indica que 99,73% das plântulas anormais das cultivares avaliadas são explicados pelos potenciais osmóticos estudados. A equação de regressão quadrática estimada, nos permite concluir que o potencial osmóticos -0,26 bar, seria o ideal para se alcançar a percentagem mínima de plântulas anormais.

#### 4.3 - Influência da Salinidade na Emergência de Radículas

Os dados referentes a análise de variância (Tabela 1), demonstram que o teste F aos níveis de 5 e 1% de probabilidade não apresentaram diferenças significativas entre as interações cultivares vs. sais, cultivares vs. potenciais e cultivares vs. sais vs. potenciais; as demais fontes de variação se apresentaram significativas nos níveis de probabilidade acima citados. O coeficiente de variação de 6,15% considerado excelente, registra o grau de confiabilidade do experimento.

As percentagens de radículas emergidas de duas cultivares de algodão herbáceo semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de diferentes potenciais osmóticos, pode ser vista na Tabela 7 e Figura 7. Os níveis de potenciais osmóticos utilizados revela que não houve diferenças significativas para a percentagem de sementes com radículas emergidas, entre o controle (0 bar) até -7 bar para a cultivar IAC-17 e, até -5 bar para a PR-4139. Verifica-se ainda que não houve diferenças significativas entre os potenciais 0, -1, -3 e -5 bar para ambas as cultivares. Ainda na mesma Tabela, nota-se que a cultivar IAC-17 apresentou uma maior percentagem de sementes com radículas emergidas, praticamente em todos os níveis de potenciais estudados. Quando foi considerado o efeito

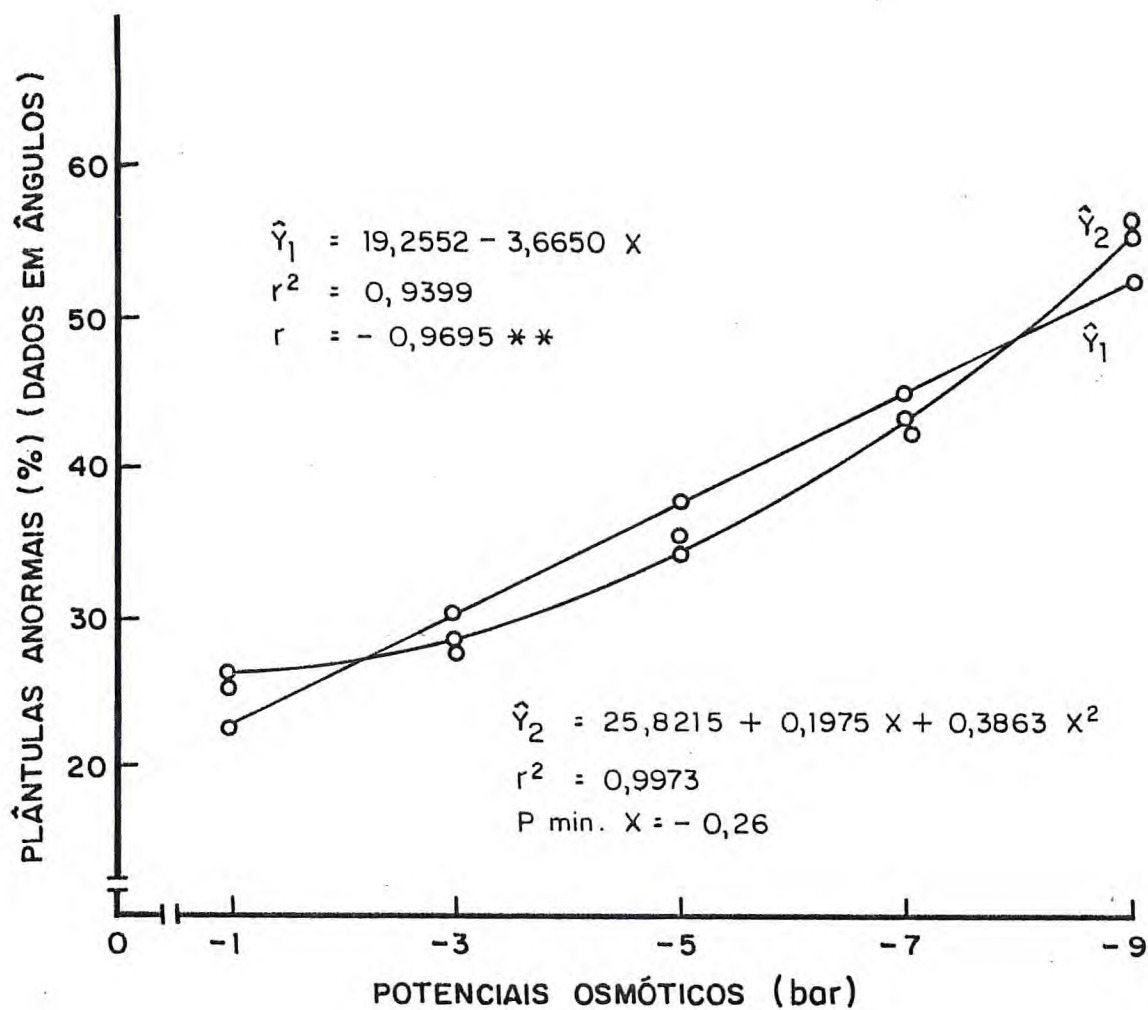


FIGURA 6 - Equação estimada do percentual de plântulas anormais ( $\hat{Y}$ ), em ângulos, em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (\*\* Significativo pelo teste "t" a 1%).

TABELA 7 - Percentagem de radículas emergidas de duas cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos.

CULTIVARES E SAIS	POTENCIAIS OSMÔTICOS (bar)						Média
	0	-1	-3	-5	-7	-9	
Cultivares							
IAC-17	A 47.9a	A 47.3a	AB 44.3a	AB 44.4a	AB 46.6a	B 40.1a	44.6a
PR-4139	A 45.3a	A 45.3a	AB 44.4a	AB 44.5a	BC 40.3a	C 38.5a	43.0b
Sais							
NaCl	A 47.5a	A 45.9a	A 44.5a	AB 43.7a	B 39.3b	C 36.5b	42.9b
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A 45.6a	A 46.6a	A 44.1a	A 45.1a	A 44.6a	A 42.1a	44.7a
Média	A 46.6	A 46.3	AB 44.3	AB 44.4	BC 41.9	C 39.3	

Nas linha, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula e nas colunas, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.



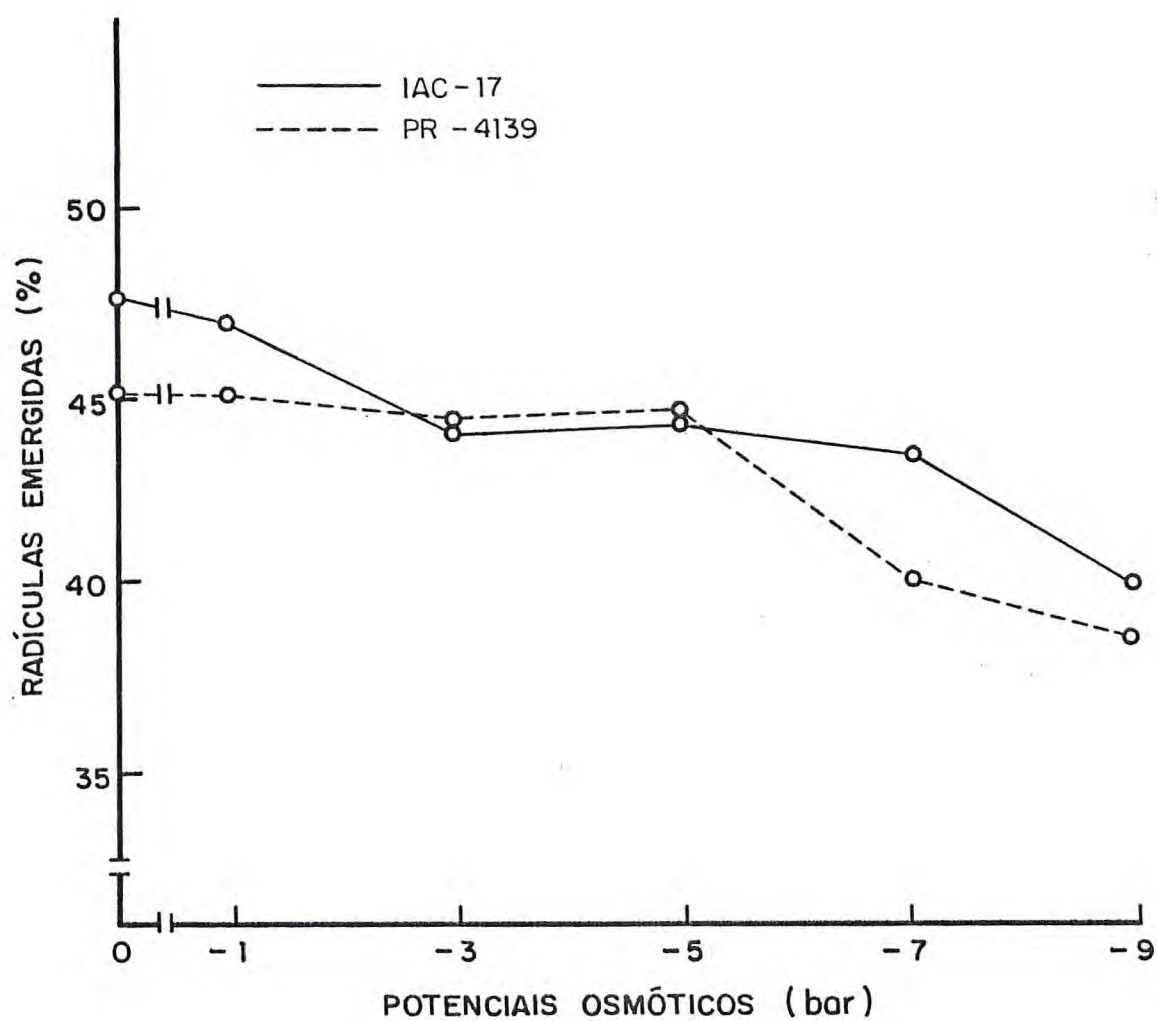


FIGURA 7 - Variações nos percentuais de radículas emergidas, em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. (Percentual real de radículas emergidas). Média dos dois saís.

isolado dos sais, foi observado que o aparecimento de sementes com radículas emergidas, apresentou um percentual mais elevado em substratos salinizados com  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  do que com  $\text{NaCl}$  (Figura 8). Estes resultados estão de acordo com a afirmativa de STROGONOV (1964) citando trabalhos de ABUTALIBOV (1940 a), segundo o qual, o emprego de sulfatos estimula a germinação. Esta afirmativa só é válida quando a emergência de radículas é utilizada para a avaliação deste parâmetro, a exemplo do que tem feito alguns pesquisadores. Entretanto, segundo PRISCO (1969), tem-se observado que a germinação medida através da percentagem de sementes com radículas emergidas, não se apresenta como um bom critério pois, dentro desta população pode-se obter plântulas que certamente darão origem a plantas raquíticas e deficientes em campo.

Comparando os resultados encontrados na Tabela 8, observa-se que não houve diferenças significativas entre as cultivares quando testadas em um mesmo sal. De modo análogo, também se pode verificar que não houve diferença significativa entre os sais quando testados em uma mesma cultivar. A interação cultivares vs. potenciais (Tabela 7) revela a não existência de diferença significativa entre as cultivares em todos os potenciais osmóticos testados. Na mesma Tabela, a interação sais vs. potenciais indica que até -5 bar não houve diferenças significativas entre os sais utilizados. Por outro lado, o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  não apresentou diferenças significativas entre o controle e os diversos potenciais, entretanto, com o  $\text{NaCl}$ , esta diferença foi observada apenas nos potenciais -7 e -9 bar.

Na Tabela 4, observa-se que os potenciais osmóticos e a percentagem de sementes com radículas emergidas, apresentaram-se positivamente correlacionados e fortemente associadas. O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) apresentou uma associação de 91,76% e o coeficiente de correlação ( $r$ ), foi altamente significativo pelo teste "t" ao nível de 1% de probabilidade, conforme pode ser vista na Figura 9.

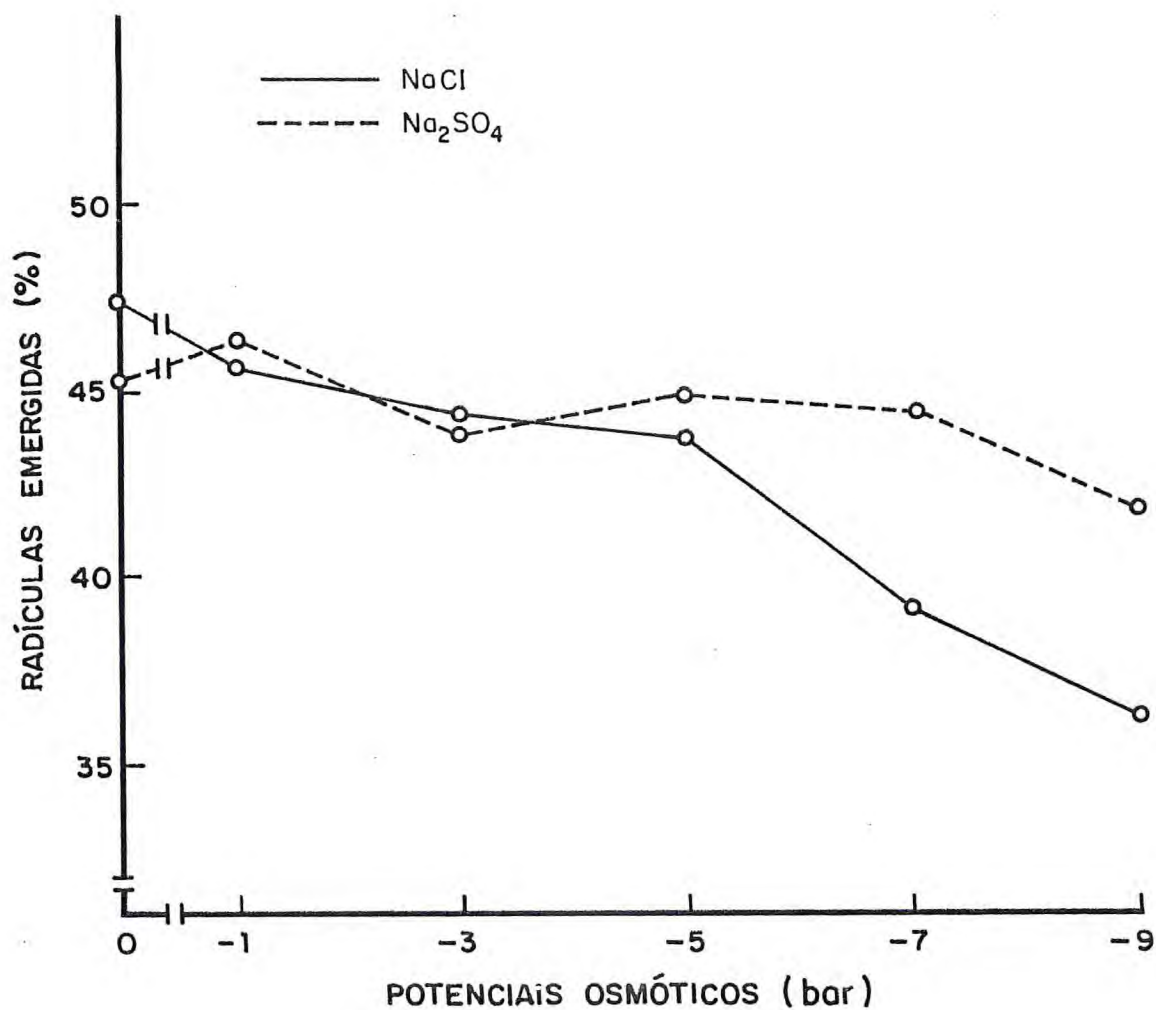


FIGURA 8 - Variações nos percentuais de radículas emergidas, em função dos potenciais osmóticos para cada sal em algodão herbáceo. (Percentual real de radículas emergidas). Média das duas cultivares.



TABELA 8 - Percentagem de radículas emergidas de duas cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares vs. sais.

SAIS	CULTIVARES	RADÍCULAS EMERGIDAS (%)
NaCl	IAC-17	A 43.8 a
	PR-4139	A 42.0 a
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	IAC-17	A 45.4 a
	PR-4139	A 44.0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (cultivares em um mesmo sal), e antecedidas pela mesma letra maiúscula (sais na mesma cultivar), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

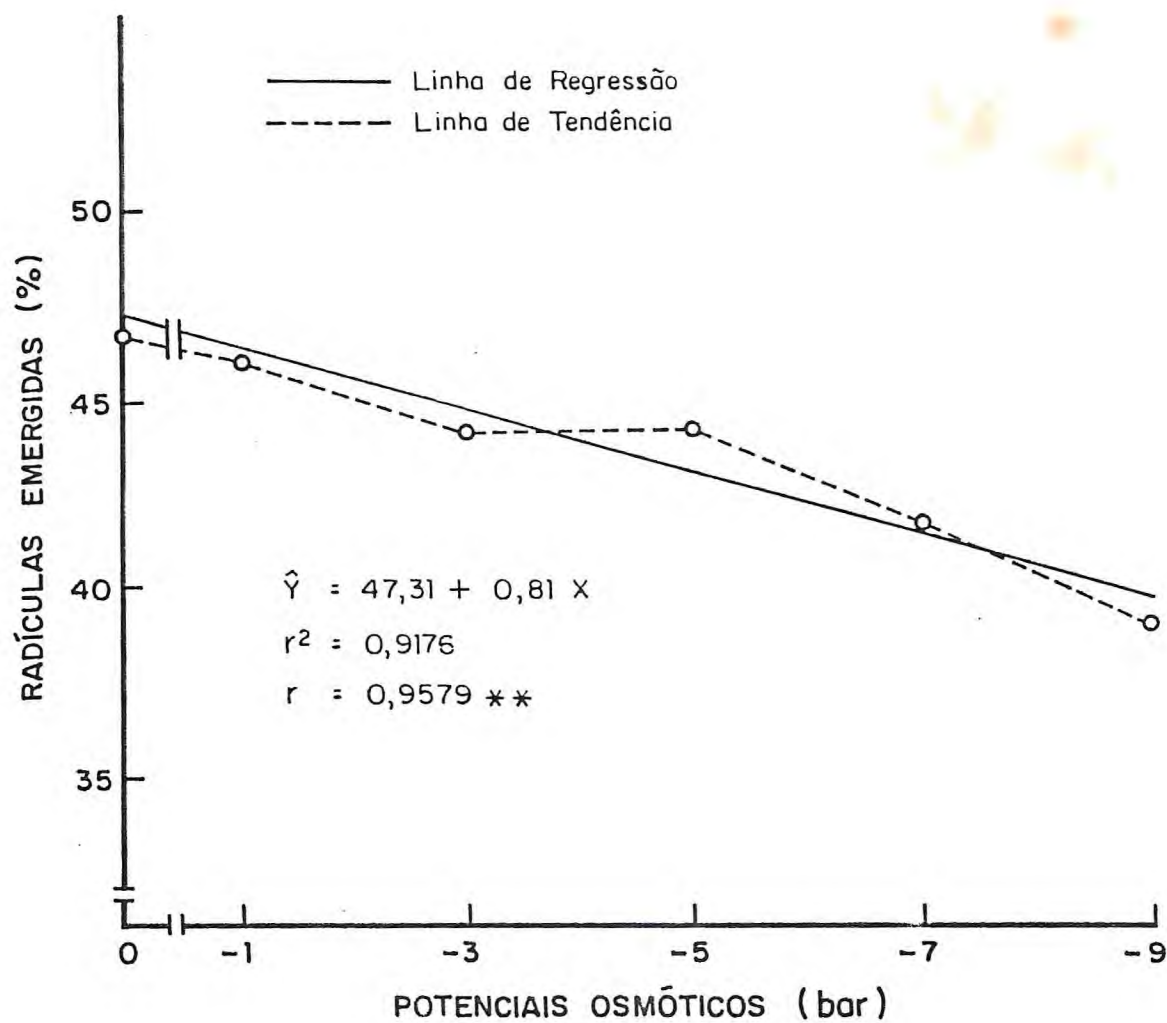


FIGURA 9 - Equação estimada de percentual de radículas emergidas ( $\hat{Y}$ ), em função dos potenciais osmóticos(X), na cultura do algodão herbáceo. (\*\* Significativo pelo teste "t" a 1%).

#### 4.4 - Influência da Salinidade no Vigor de Sementes

##### 4.4.1 - Comprimento Médio de Radícula

Os resultados da Tabela 1, no que concerne ao comprimento médio de radícula, revela que a análise de variância apresentou apenas como não significativo pelo teste F aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, a interação cultivares vs. sais, as demais fontes de variação em estudo se apresentaram altamente significativas nos níveis acima citados. O coeficiente de variação encontrado para este parâmetro foi de 11,65%, indicando o grau de precisão dos dados analisados.

O comprimento médio de radículas de duas cultivares de algodão herbáceo semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos, pode ser visto na Tabela 9 e Figura 10. Os níveis de potenciais osmóticos utilizados demonstram que para a cultivar IAC-17 não houve diferença significativa para este parâmetro, entre o controle (0 bar) e -1 bar, o mesmo acontecendo para a PR-4139. Nota-se também que o comprimento médio de radículas nas duas cultivares, sofreu um decréscimo em função da elevação do nível de salinidade, tendo a cultivar IAC-17 apresentado maior comprimento radicular que a PR-4139 em todos os níveis estudados. Na Tabela 9 e Figura 11, observa-se que o comprimento médio das radículas foi afetado de modo diferente em cada substrato utilizado. Nos substratos salizados com NaCl, esse comprimento foi maior do que naqueles salinizados com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para ambas as cultivares. Segundo EVANS & STICKLER (1961) e PRISCO et alii (1975 a), estas reduções de crescimento da radícula ocorreram possivelmente devido a alguma alteração no metabolismo das plantas acarretando diminuição no vigor das mesmas.

A interação cultivares vs. potenciais (Tabela 9) revela que não houve diferença significativa entre cultivares nos potenciais 0, -1 e -7 bar. Na mesma Tabela, a interação sais vs.



TABELA 9 - Comprimento médio de radículas (cm) de duas cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos.

CULTIVARES E SAIS	POTENCIAIS OSMÔTICOS (bar)						Média
	0	-1	-3	-5	-7	-9	
Cultivares							
IAC-17	A 7.4a	A 6.4a	BC 4.7b	B 4.7a	CD 3.7a	D 3.2a	5.0a
PR-4139	A 6.8a	AB 6.1a	B 5.6a	C 3.7b	C 3.5a	D 0.7b	4.4b
Sais							
NaCl	A 7.6a	B 6.2a	B 5.4a	C 4.5a	C 4.0a	D 1.8a	4.9a
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A 6.6b	A 6.3a	B 4.8a	BC 4.0a	C 3.2b	D 2.0a	4.5b
Média	A 7.1	B 6.3	C 5.1	D 4.2	D 3.6	E 1.9	

Nas linhas, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, e nas colunas, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

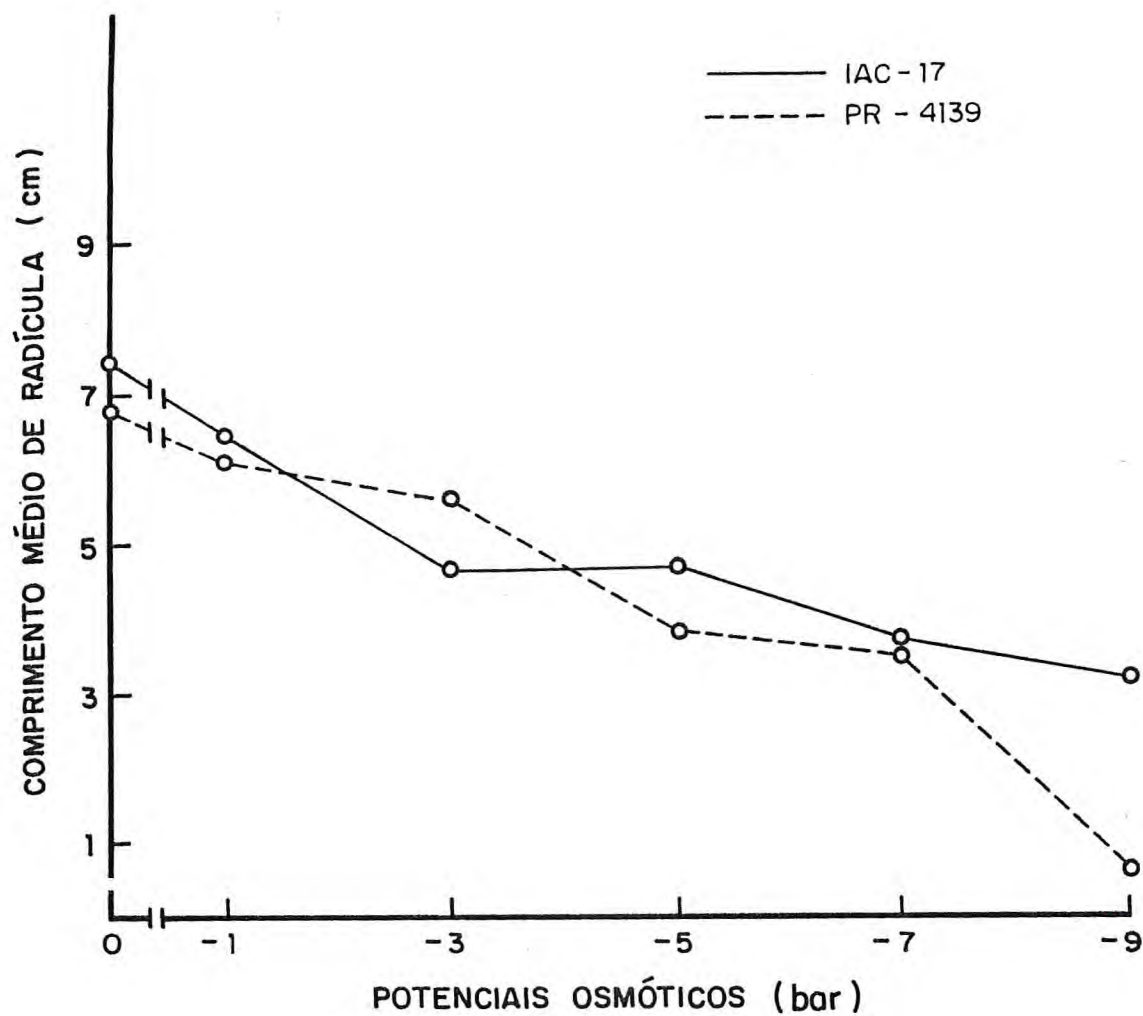


FIGURA 10 - Variações no comprimento médio de radícula (cm), em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. Média dos dois saís.

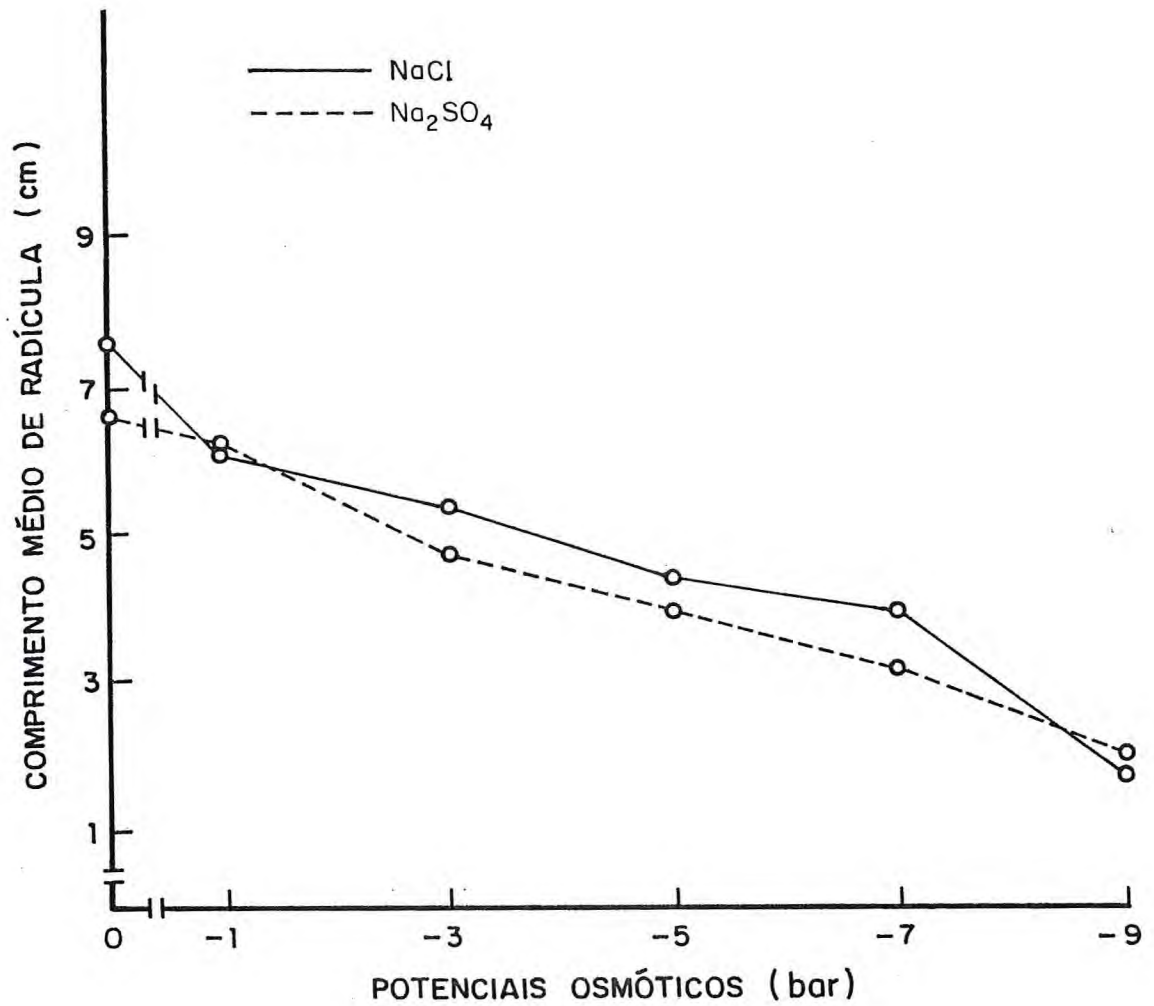


FIGURA 11 - Variações no comprimento médio de radícula (cm), em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. Média das duas cultivares.



potenciais demonstra que entre os sais para o mesmo potencial osmótico, não houve diferença significativa entre os potenciais -1, -3, -5 e -9 bar.

Na Tabela 10 observa-se a existência de diferença significativa entre cultivares quando testadas em um mesmo sal, entretanto, quando foi estudado os sais em uma mesma cultivar, apenas a IAC-17 diferiu significativamente.

Pela Tabela 4, nota-se que o comprimento médio de radículas e os níveis de salinidade expressos em potenciais osmóticos apresentaram-se positivamente correlacionados e fortemente associados. O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) apresentou uma associação de 96,32% e o coeficiente de correlação ( $r$ ), foi altamente significativo pelo teste "t" ao nível de 1% de probabilidade, conforme pode ser visto na Figura 12.

#### 4.4.2 - Comprimento Médio de Plântula

A análise de variância para este parâmetro (Tabela 1) revelou valores de F não significativos aos níveis de 5 e 1% de probabilidade para o efeito simples sais e para a interação cultivares vs. sais. As demais fontes de variação mostraram-se altamente significativas nos níveis acima citados. Na mesma Tabela, o coeficiente de variação de 8,77% atesta o elevado grau de precisão dos dados analisados.

O comprimento médio de plântulas de duas cultivares de algodão herbáceo semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos, pode ser visto na Tabela 11 e Figura 13. Observa-se que a medida que aumentou a concentração salina da solução, o comprimento médio das plântulas das duas cultivares sofreu um decréscimo significativo, aparecendo a cultivar IAC-17 com maior comprimento de plântula que a PR-4139, em praticamente todos os níveis de salinidade.

Os níveis de potenciais osmóticos utilizados revelam a

TABELA 10 - Comprimento médio de radículas (cm) de duas cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares vs. sais.

SAIS	CULTIVARES	COMPRIMENTO DE RADÍCULAS (cm)
NaCl	IAC-17	A 5.3 a
	PR-4139	A 4.5 b
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	IAC-17	B 4.7 a
	PR-4139	A 4.3 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (cultivares em um mesmo sal) e antecedidas pela mesma letra maiúscula (sais na mesma cultivar), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

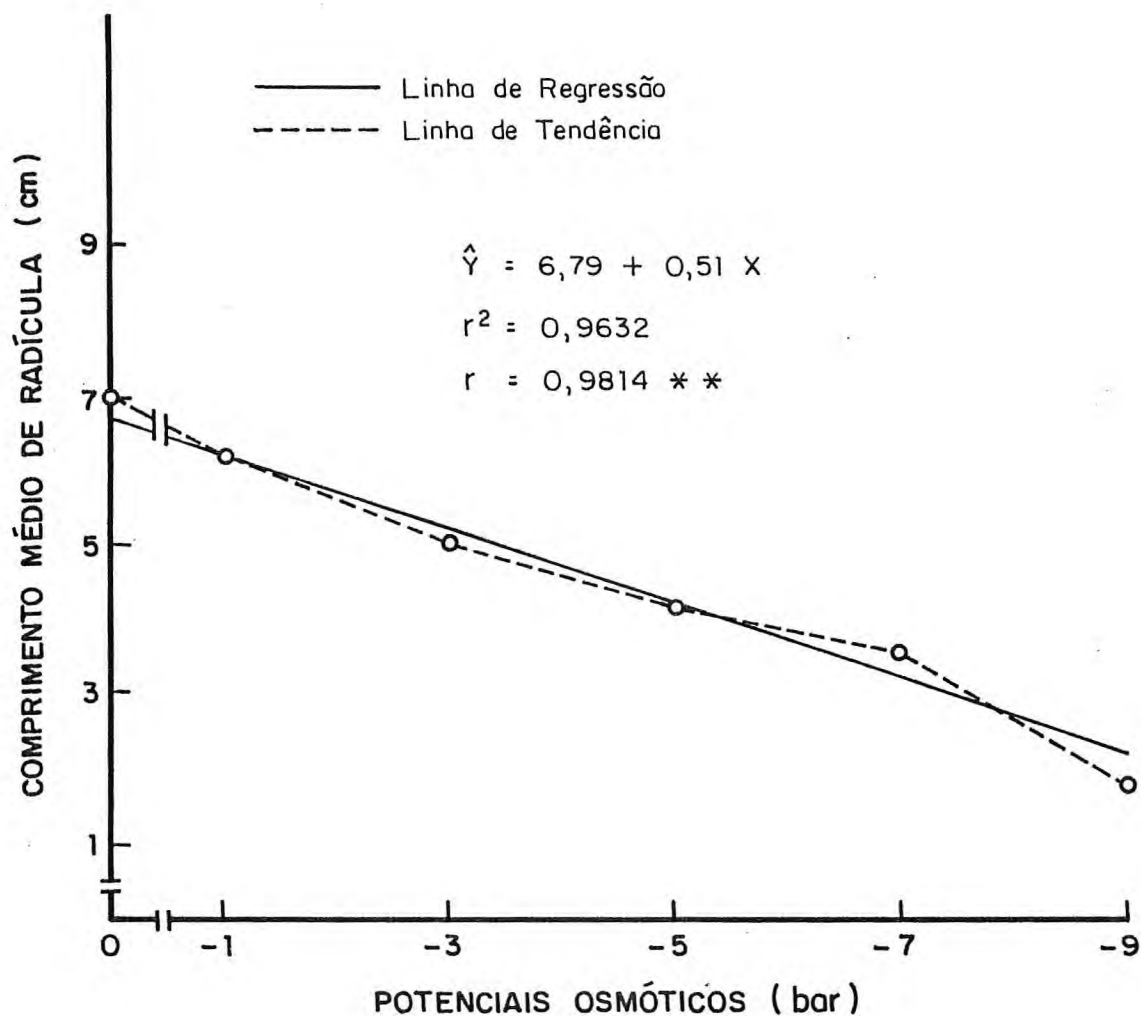


FIGURA 12 - Equação estimada do comprimento médio de radícula ( $\bar{Y}$ ), em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (\*\* Significativo pelo teste "t" a 1%).



TABELA 11 - Comprimento médio de plântulas (cm) de duas cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos.

CULTIVARES	POTENCIAIS OSMÓTICOS (bar)						Média
	0	-1	-3	-5	-7	-9	
IAC-17	A 13.6a	A 12.3a	B 9.9a	B 9.8a	C 6.8a	C 6.3a	9.6a
PR-4139	A 12.9a	AB 11.6a	B 10.7a	C 7.3b	C 6.5a	D 1.2b	8.4b
Média	A 13.3	B 11.9	C 10.2	D 8.1	E 6.6	F 3.8	

Nas linhas, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula e nas colunas, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% probabilidade.

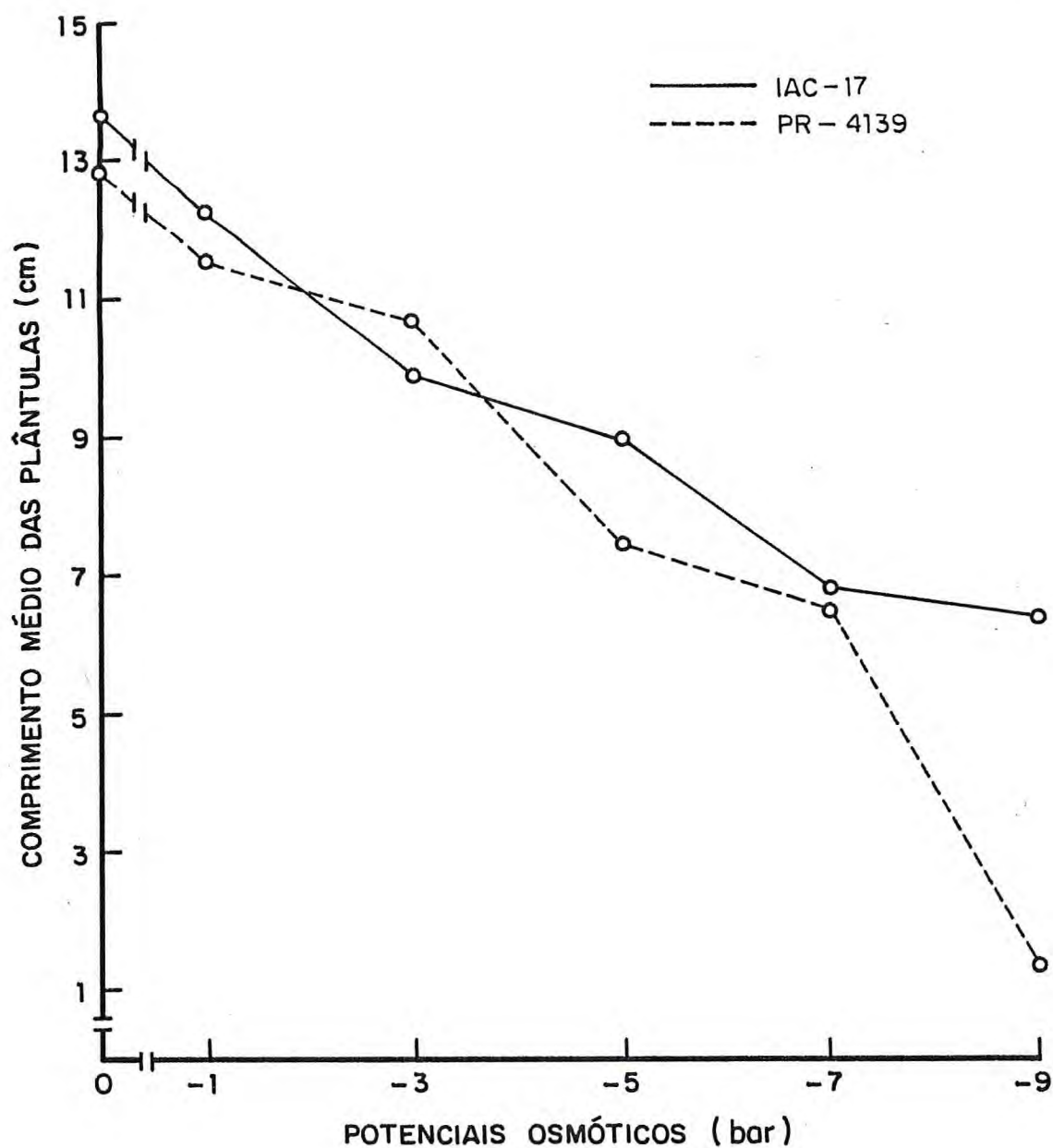


FIGURA 13 - Variações no comprimento médio de plântulas (cm), em função dos potenciais osmóticos em duas cultivares de algodão herbáceo. Média dos dois saís.

existência de diferenças significativas entre o controle(0 bar) e os demais níveis estudados. Nota-se ainda que não houve diferenças significativas entre os potenciais apenas nos níveis 0 e -1 bar, para ambas as cultivares.

Na Figura 14, observa-se que o comprimento das plântulas foi afetado diferentemente em cada nível de salinidade utilizado. Nos substratos salinizados com NaCl, esse comprimento foi menos afetado resultando plântulas de maior comprimento do que naqueles salinizados com  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  para as duas cultivares.

A interação cultivares vs. potenciais (Tabela 11), de mostra a não existência de diferença significativa no comportamento das cultivares nos potenciais osmóticos 0, -1, -3 e -7 bar. Por sua vez, a interação cultivares vs. sais (Tabela 12) revela a existência de diferença significativa entre as cultivares quando testadas em um mesmo sal, aparecendo a IAC-17 com maior comprimento de plântula. Por outro lado, quando foram comparados os efeitos dos sais na mesma cultivar, esta diferença não ocorreu.

Pela Tabela 4 verifica-se que o comprimento médio de plântulas e os níveis de salinidade expressos em potenciais osmóticos, estão positivamente correlacionados e fortemente associados. O coeficiente de correlação ( $r$ ) apresentou-se altamente significativo pelo teste "t" ao nível de 1% de probabilidade e, o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) foi igual a 99,69% conforme pode ser visto na Figura 15.



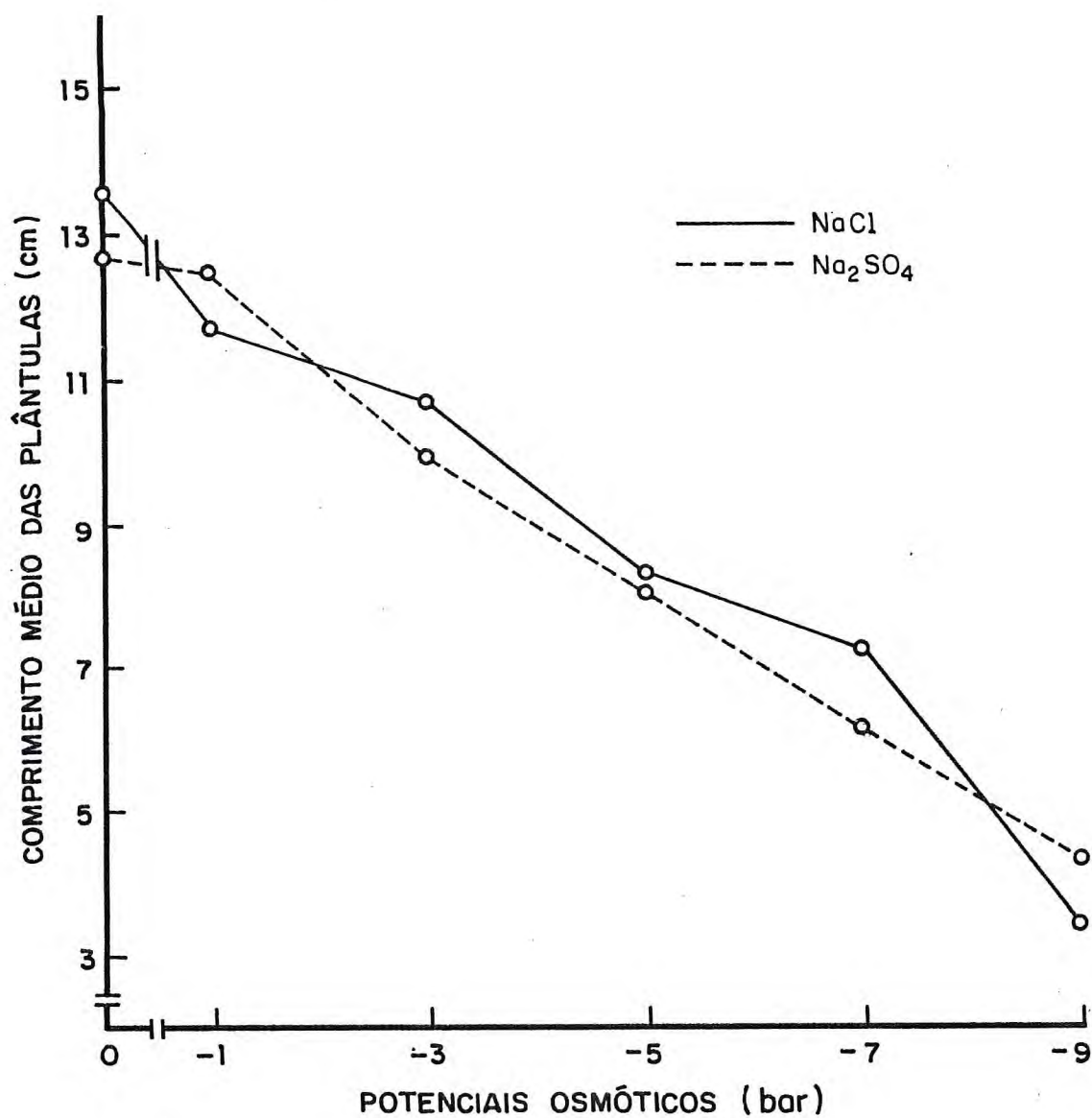


FIGURA 14 - Variações no comprimento médio das plântulas (cm), em função dos potenciais osmóticos para cada sal estudado em algodão herbáceo. Média das duas culturas.

TABELA 12 - Comprimento médio de plântulas (cm) de duas cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.), semeadas em substratos umedecidos com água destilada e soluções de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de diferentes potenciais osmóticos. Efeitos da interação cultivares vs. sais.

SAIS	CULTIVARES	COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS(cm)
NaCl	IAC-17	A 9.8 a
	PR-4139	A 8.5 b
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	IAC-17	A 9.4 a
	PR-4139	A 8.3 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (cultivares em um mesmo sal), e antecedidas pela mesma letra maiúscula (sais na mesma cultivar), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

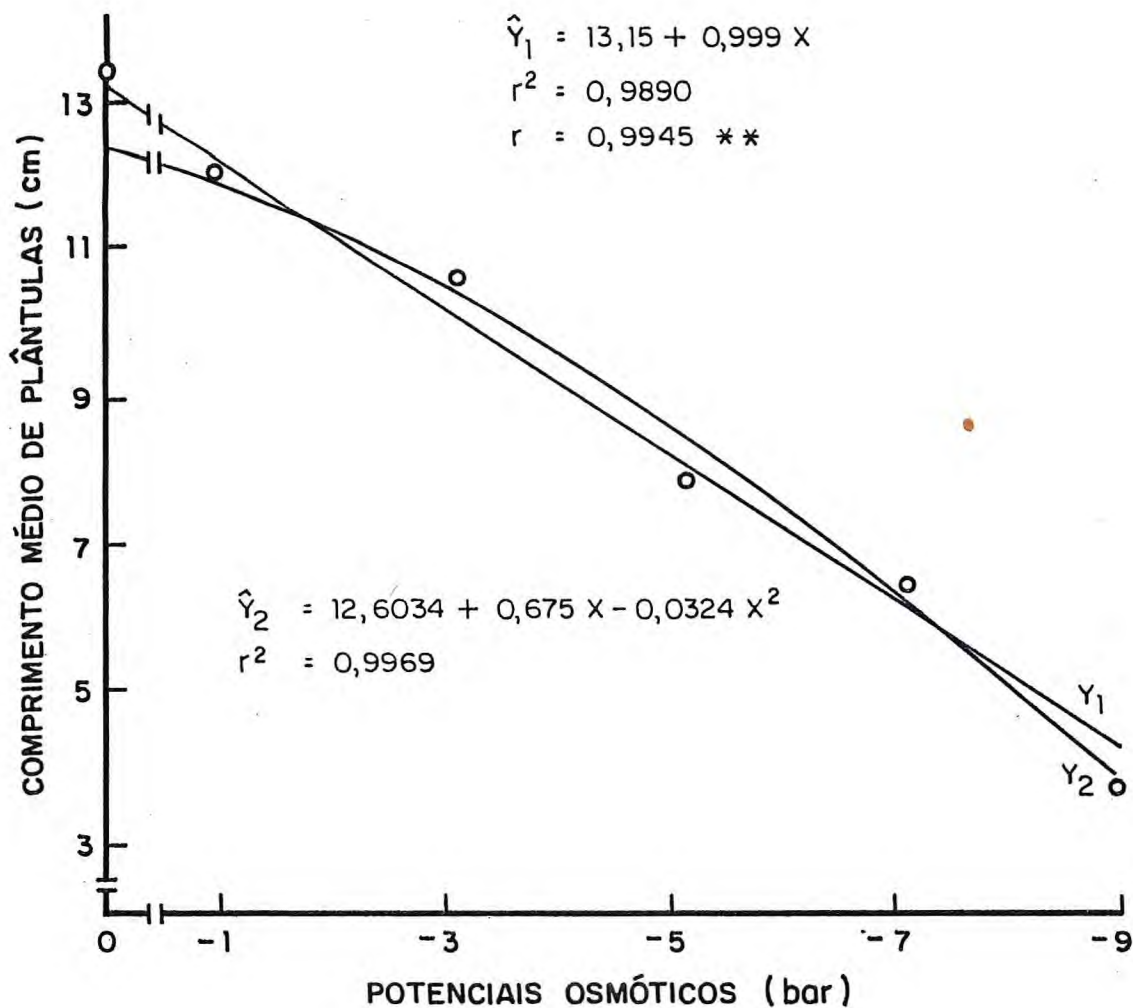


FIGURA 15 - Equação estimada do comprimento médio de plântulas ( $\bar{Y}$ ), em função dos potenciais osmóticos ( $X$ ), na cultura do algodão herbáceo. (\*\* Significativo pelo teste "t" a 1%).



## 5 - CONCLUSÕES

Os resultados apresentados no trabalho em apreço após serem devidamente analisados, possibilitaram enumerar as seguintes conclusões:

- (1) Tanto o NaCl como o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  inibiram a germinação de sementes de algodão em especial a partir de -5 bar;
- (2) A germinação das duas cultivares testadas foi mais inibida em substratos salinizados com soluções de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  do que naqueles salinizados com NaCl;
- (3) As percentagens de germinação das duas cultivares decresceram à medida que houve diminuição no potencial osmótico da solução salina. Porém, através do estudo de regressão ficou evidenciado que na solução salina o potencial osmótico de -1,01 bar seria o ideal para se alcançar a percentagem máxima de plântulas normais;
- (4) A cultivar IAC-17 parece ser mais tolerante aos efeitos da salinidade que a PR-4139 durante o processo germinativo;
- (5) Houve uma tendência generalizada para um aumento na ocorrência de plântulas anormais com o decréscimo do potencial osmótico. O  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  promoveu maior ocorrência de plântulas anormais (atrofiadas, tortuosas e apodrecidas), sugerindo maior ação tóxica deste sal;
- (6) Os efeitos dos sais não se fizeram sentir apenas nas percentagens de germinação mas também no vigor das plântulas. Assim é que tanto o comprimento médio das radículas, como o das plântulas decresceram com a diminuição do potencial osmótico. Isto evidencia que não apenas a fase inicial da germinação é afetada, mas também o crescimento visível da plântula;

- (7) Os sais causaram redução no crescimento médio das plântulas, estando este efeito associado a alterações no metabolismo da planta, acarretando diminuição no vigor;
- (8) Os prejuízos causados pela salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo, foram decorrentes da ação osmótica e tóxica dos sais impedindo desta forma a germinação e crescimento das plântulas.

## 6 - LITERATURA CITADA

ABEL, G. H. & MACKENZIE, A. J. Salt tolerance of soybean varieties (Glycine max L.) during germination and later growth. Crop. Sci., 41: 157-161, 1964.

ANÔNIMO, Regras para Análise de Sementes. Escritório de Produção Vegetal - Equipe Técnica de Sementes e Mudas do Ministério da Agricultura - PLANASEN, Brasília-DF., Brasil, 120p. 1967.

ARCA, M. N. & CANEPA, A. Efecto de la salinidad causada por el cloruro de sódio en la germinacion del algodouero, cebada y maiz. Anales Científicos, 1: 64-78, 1963.

AYERS, A. D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. Agron. J., 44: 82-84, 1952.

\_\_\_\_\_. Germination and emergence of several varieties of barley in salinized soil cultures. Agron. J., 45: 68-71, 1953.

\_\_\_\_\_. BROWN, J. W. & WADLEIGH, C. H. Salt tolerance of barley and wheat in soil plots receiving several salinization regimes. Agron. J., 44: 307-310, 1952.

\_\_\_\_\_. & HAYWARD, E. H. A method for measuring the effect of soil salinity on seed germination with observation on several crop plants. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33: 224-226, 1949.

\_\_\_\_\_. WADLEIGH, C. H. & MAGISTRAD, O. C. The Interrelations hips of salt concentration and soil moisture content with the growth of beans. J. Amer. Soc. Agron., 35: 796-810, 1943.

BARBOSA, L. Efeitos de Reguladores do Crescimento na Germinação de Sementes de Sorghum bicolor (L.) Moench. Semeadas em Soluções Salinas. Dissertação de Mestrado, Universidade Fe



- deral do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil, 49p., 1975.
- BARI, G., HAMID, A. & AWAN, M.A. Effect of salinity on germination and seedling growth of rice varieties. Intern. Rice. Com. Newsletter, 22: 32-36, 1973.
- BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H. E. Physiology of salt tolerance. Ann. Rev. Plant. Physiol., 9: 25-46, 1958.
- \_\_\_\_\_. & MACKENZIE, A. J. & KRANTZ, B. A. The interaction of salinity and planting practices on the germination of irrigated row crops. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 19: 240 - 243, 1955.
- BLUMBA, D. R.; SINGH, B. & SINGH, N. T. Effect of salt on seed germination. Indian J. Agron., 13: 181-185, 1968.
- COCHRAN, W. G. & COX, G. M. Experimental Design. 2 ed. New York, John Welley & Sons, 454p. 1957.
- COLBRY, V. L.; SWOFORD, T. F. & MOORE, R. P. Tests for germination in the laboratory. In: The Yearboock of Agriculture Seeds. U.S.D.A. Washington. U.S.A. p. 403-407, 1961.
- DEWEY, D. R. Breeding crested wheatgrass for salt tolerance. Crop. Sci. 2: 403-407, 1962 a.
- \_\_\_\_\_. Germination of crested wheatgrass in salinized soil. Agron. J., 54: 353-355, 1962 b.
- DINIZ, A. F. Efeito da Salinidade na Germinação e Vigor de Sementes de Algodão Herbáceo (Gossypium hirsutum L.) Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. 37p. 1979.
- EL-ZAHAB, A. A. A salt tolerance of eight Egyptian cotton varieties 1. At. germination stage. Zeitschrift fur. Ac Ker und pflanzengan (1971) 133 (4) 299-307 (en, de 10 ref.) Faculty of Agriculture, Cairo University Arab Republic of Egypt In: Field Crops Abstracts, 26 (4), 1973.
- EPSTEIN, E. Nutrição Mineral das Plantas: Princípios e Perspectivas. traduzido do inglês por E. Malavolta. Ed. da Universidade de S. Paulo, S. Paulo, Brasil. 341p. 1975.

- EVANS, W. F. & STICKLER, F. C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stress. Agron. J., 53: 369 - 372, 1961.
- FIREMAN, M. & HAYWARD, R. E. Irrigation water and saline alkali soils. U.S. Department of Agriculture, Yearbook of Agriculture, 321-327, 1955.
- GEORGE, L. Y. & WILLIAMS, W. A. Germination and respiration of barley, strawberry clover, and ladino clover seeds in solutions. Crop. Sci., 4: 450-452, 1959.
- GOES, E. S. de O Problema de Salinidade e Drenagem em Projetos de Irrigação do Nordeste e a Ação da Pesquisa com vistas a seu Equacionamento. (Mimeografado)- SUDENE, Recife, Pernambuco, Brasil, 20p., 1978.
- GOMES, F. P. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel S/A., São Paulo, 430p., 1973.
- GRIDD-PAPP, I. L. Botânica e Genética III. In: Cultura e Adubação do Algodoeiro. Instituto Brasileiro de Potássio, São Paulo, Brasil, p. 117-160, 1969.
- HARRIS, J. A. Effect of alkali salts in soils on the germination and growth of crops. Jour. Agric. Res., 5: 1 - 58, 1915.
- \_\_\_\_\_. A possible relationship between soil salinity and stand in cotton. Journ. Agric. Res., 37: 213-231, 1928.
- HAYWARD, H. E. & BERNSTEIN, L. Plant growth relationships on salt affected soils. Bot. Rev., 24: 584-635, 1960.
- \_\_\_\_\_. & WADLEIGH, G. H. Plant growth on saline and alkali soils. Adv. Agron., 1: 1-38, 1949.
- IVANOV, YU. M. Comparative salt tolerance of cereals, legumes and their varieties of different ecological and geographical origins and methods for diagnosis them. In. Voprosy Solenstochivosti and Rastenii. Tashkent, Uzbek SSR, "Fan" (1973) 296-307 (RU). IN: Field Crops Abstracts. 27 (8) 1972.
- JENSEN, R. D. Effects of soil water tension on the emergence



- an growth of cotton seedlings. Agron. J., 63: 766-768, 1972.
- KAPP, L. C. The effects of common salt rice production. Arkansas Agri. Expt. Sta. Bull. 465, 1947.
- KEARNEY, T. H. & SCOFIELD, C. S. The choice of crops for saline land U.S. Dept. Agric. Circ. 404, 1936.
- KOVDA, V. A.; BERG, C. van den & HAGAN, R. M. Irrigation Drainage and Salinity. An International Source Book. HUTCHINSON/FAO/UNESCO ed. 510p. 1973.
- LONGENECKER, D. E. The influence of soil salinity upon fruiting and shedding boll characteristics, fiber quality, and yields of two cotton species. Soil Sci. 115: 294-302, 1973.
- LYLES, L. & FANNING, C. D. Effects of presoaking moisture tension and soil salinity on the emergence of grain sorghum. Agron. J., 56: 518-620, 1964.
- MAGISTAD, O. C. Plant growth relations on saline and alkali soils. Bot. Rev., 11: 181-230, 1945.
- MALIWAL, G. L. Salt tolerance studies at germination on jowar, moong and tobacco varieties. Indian. J. Plant. Physiol., 10: 95-104, 1967.
- \_\_\_\_\_, & PALIWAL, K. V. Salt tolerance studies on some varieties of maize at germination stage. Science & Culture, 38: 446-447, 1962.
- MANOHAR, M. S. Effect of "Osmotic" sistem on germination of peas, Pisum sativum L. Planta, 71: 81-86, 1966.
- MEIRI, A.; MOR, E. & POLJAKOFF-MEYBER, A. Effect of time of exposure to salinity on growth water status and salt accumulation in bean plants. Ann. Bot., 34: 383-391, 1970.
- MERCADO, B. T. & MALABAYAMAS, A. The response of some upland rice varieties to NaCl at the seedling stage. Phillip. Agric. 53: 8-9, 1971.
- METHA, B. V. & DESAI, R. S. Effect of soil salinity on germination of some seeds. J. Soil Wat. Conserv. India., 6: 169-176, 1958.



- NARALE, R. P.; SUBRAMANYAM, T. K. & MUKHERJEE, R. K. Influence of salinity on germination vegetative growth, and grain yield of rice (Oryza sativa var. Dular) Agron. J., 61: 341 - 344, 1969.
- PEARSON, A. G. Factors influencing salinity of submerged soils and growth of caloro rice. Soil Sci., 87: 198 - 206, 1969.
- \_\_\_\_\_.; AYERS, A. D. & EBERHARD, D. L. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. Soil. Sci., 102: 151 - 156, 1966.
- \_\_\_\_\_. & BERSTEIN, L. Salinity effects at several growth stages of rice. Agron. J., 51: 654 - 657, 1959.
- PIZARRO, F. & DAMASCENO, J. J. Normas de actuacion del DNOCS en relacion con la salinizacion de los perimetros irrigados. (Mimeografado) DNOCS, Fortaleza, Ceará, Brasil, 17p, 1975.
- PRISCO, J. T. Effect of Salinity on Water Absorption and Germination of Phaseolus vulgaris L. Seeds. M. S. Thesis, University of Arizona, Tucson, Arizona, U.S.A., 61p., 1969.
- \_\_\_\_\_. & O'LEARY, J. W. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of Phaseolus vulgaris L. Seeds. Turrialba, 20: 117 - 184, 1970.
- \_\_\_\_\_.; BARBOSA, L. & FERREIRA, L. G. R. Efeitos da salinidade na germinação e vigor de plântulas de Sorghum bicolor L. Moench. Ciên. Agron., Fortaleza, 5(1/2): 13-17, 1975a.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. & \_\_\_\_\_. Pré-embebição como meio para sobrepujar os efeitos inibitórios da salinidade na germinação de sementes de Sorghum bicolor L. Moench. Ciên. Agron., Fortaleza, Ceará, 5(1/2): 19 - 23, 1975b.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. & \_\_\_\_\_. Reguladores do crescimento e a reversão dos efeitos da salinidade na germinação e vigor de plântulas de Sorghum bicolor L. Moench. Ciên. Agron., Fortaleza, 5(1/2): 25-32, 1975c.
- RAO, T. S., PURNPRAGNACHAR, H. & HADIMANI, A. S. Effect of soil salinity on the germination of paddy varieties. J.

Indian Soc. Soil Sci., 17: 431-435, 1969.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and Improvement of Saline and alkali Soils. U.S.D.A. Handbook nº 60, 100 p., 1954.

SARIN, M. N. & NARAYANAN, A. Effects of soil salinity and growth regulators on germination and seedling metabolism of wheat. Physiol. Plant., 21: 1201-1209, 1968.

SHARMA, D. C.; PUNTAMKAK, S. S.; METTHA, P. C. & SETH, S. P. Note on the effect of different common salts of sodium and calcium on the germination of green gram (Phaseolus aureus Roxb.) varieties. Indian Journ. Sci., 14: 636-638, 1971.

SOUTO, G. F. Pré-tratamento de Hidratação-Desidratação de Sementes de Sorghum bicolor (L.) Moench, como meio de Quebrar a Dormência e Sobrepujar os Efeitos Inibitórios da Salinidade na Germinação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil, 56p. 1976.

STROGONOV, B. P. Physiological Basis of Salt Tolerance of Plants. Traduzido do russo por Poljakoff-Mayber & A. M. Mayer. Israel Program for Scientific Translation Ltda., 279p. 1964.

TULAIKOV, N. M. The solonets soils, Their Reclamation and use. 2 ed., Revised and Enlarged. 1922.

UHVITS, R. Effect of osmotic pressure on water absorption and germination of alfafa seeds. Amer. J. of Bot., 38: 278-285, 1946.

WAHHAB, A., MUHAMMAD, F. & AHMAD, M. Soil salinity conditions and growth of crops (abstr.). Pakistan Sci. Conf., 9: 2-4, 1957.