

EFEITOS DE DIFERENTES NIVEIS DE SALINIDADE  
E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DO  
GERGELIM (*Sesamum indicum* L.)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
PRO-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR  
CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRICOLA

EFEITOS DE DIFERENTES NIVEIS DE SALINIDADE  
E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DO  
GERGELIM (*Sesamum indicum* L.)

POR

FRANCISCO ADEMILTON VIEIRA DAMACENO  
(ENGENHEIRO AGRICOLA)

CAMPINA GRANDE - PARAIBA  
DEZEMBRO / 1993

EFEITOS DE DIFERENTES NIVEIS DE SALINIDADE  
E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DO  
GERGELIM (*Sesamum indicum* L.)

FOR

FRANCISCO ADEMILTON VIEIRA DAMACENO

Dissertação submetida aos Cursos de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola do  
Centro de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Federal da Paraíba em  
cumprimento às exigências para a  
obtenção do grau de Mestre em Ciências  
(M. Sc.)

Área de Concentração: Engenharia de Irrigação e Drenagem

HANS RAJ GHEYI - Doutor  
Orientador

FRANCISCO ASSIS DE OLIVEIRA - Doutor  
Co-Orientador

CAMPINA GRANDE - PARAIBA - BRASIL  
DEZEMBRO - 1993



D154e Damaceno, Francisco Ademilton Vieira  
Efeitos de diferentes níveis de salinidade e temperatura na germinação e vigor do gergelim (*Sesamum indicum* L.) / Francisco Ademilton Vieira Damaceno. - Campina Grande, 1993.  
90 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia.

1. Salinidade - 2. Cultura do Gergelim - 3. Gergelim - 4. Recuperação do Solo 5. Dissertação I. Gheyi, Hans Raj, Dr. II. Oliveira, Francisco Assis de, Dr. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 631.413.3(043)

EFEITOS DE DIFERENTES NIVEIS DE SALINIDADE  
E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DO  
GERGELIM (*Sesamum indicum* L.)

FRANCISCO ADEMILTON VIEIRA DAMACENO

DISSERTAÇÃO APROVADA POR:

*Hans Raj Gheyi*

HANS RAJ GHEYI (Doutor)  
Orientador

*Francisco Assis de Oliveira*

FRANCISCO ASSIS DE OLIVEIRA (Doutor)  
Co-Orientador

*Vicente de Paula Queiroga*

VICENTE DE PAULA QUEIROGA (Doutor)  
Examinador

CAMPINA GRANDE - PARAIBA - BRASIL  
DEZEMBRO - 1993

"In memoriam", ao meu pai  
pelos esforços na forma-  
ção moral e intelectual  
de seus filhos.

A minha mãe, irmãos e  
meus filhos Diego e  
Daniele Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que na sua benevolência, concedeu-me saúde e força durante a realização deste trabalho.

Ao professor Hans Raj Gheyi pelos ensinamentos transmitidos em todas as etapas, pelas críticas construtivas, revisão do texto e pela dedicação demonstrada, fatos decisivos para a conclusão do trabalho.

Ao professor Francisco Assis de Oliveira, pelas valiosas sugestões, estímulo e orientação apresentadas durante a elaboração desta dissertação.

A professora Norma Cesar de Azevedo, pelo incentivo e apoio no transcurso do trabalho.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão/CNPA, através dos pesquisadores José Wellington dos Santos, Vicente de Paula Queiroga e Eleusio Curvelo Freire, pela análise estatística, concessão de material e colaboração.

Aos Engenheiros Agrônomos José Franscimar de Medeiros, José Geraldo dos Santos, Julio Roberto Amorim e aos Engenheiros Agrícolas Antonio Amador de Sousa e Mário Sergio de Araujo, pelas críticas construtivas sugeridas, apoio e amizade.

Aos professores e alunos do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de irrigação e drenagem, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes e da Biblioteca do CNFA/EMBRAPA, pelo apoio na fase experimental e colaboração na revisão de literatura.

Aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal da Paraíba, pela amizade e apoio.

A Fátima Patrício pela paciência e dedicação demonstrada nos trabalhos de digitação e correção.

A Demóstenes Cardoso pela execução dos trabalhos gráficos.

A Sameiro Sodré, pelo companheirismo e incentivo no decorrer do trabalho.

A todos vocês meus sinceros agradecimentos.



## LISTA DE TABELAS

Tabela	Pag.
1 - Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas.	28
2 - Valores médios da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl.	31
3 - Redução relativa da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função de diferentes níveis de concentração de NaCl.	35
4 - Valores médios da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob temperaturas de 30 e 25°C.	36
5 - Valores médios da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas.	40

Tabela	Pag.
6 - Resumo da análise de variância do comprimento do hipocótilo, radícula e hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas.	47
7 - Valores médios do comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl.	49
8 - Redução relativa do comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função de diferentes níveis de concentração de NaCl.	52
9 - Valores médios do comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas.	54
10 - Valores médios do comprimento da radícula de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl.	60
11 - Redução relativa do comprimento da radícula de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função dos diferentes níveis de concentração de NaCl.	64

Tabela	Pag.
12 - Valores médios do comprimento da radícula de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas.	67
13 - Valores médios do comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl.	72
14 - Redução relativa do comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função de diferentes níveis de concentração de NaCl.	75
15 - Valores médios do comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas.	78

## LISTA DE FIGURAS

Figuras	Pag.
1 - Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 30°C.	26
2 - Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 25°C.	26
3 - Efeito do NaCl no teste de germinação de cultivares de gergelim.	32
4 - Efeito do NaCl no teste de germinação de cultivares de gergelim nas temperaturas $T_1 = 30^\circ\text{C}$ e $T_2 = 25^\circ\text{C}$ .	41
5 - Índice de vigor (hipocótilo) de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 30°C.	45
6 - Índice de vigor (hipocótilo) de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 25°C.	45

Figuras	Pag.
7 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim.	48
8 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim nas temperaturas $T_1 = 30^\circ\text{C}$ e $T_2 = 25^\circ\text{C}$ .	55
9 - Índice de vigor (radícula) de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de $30^\circ\text{C}$ .	57
10 - Índice de vigor (radícula) de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de $25^\circ\text{C}$ .	57
11 - Efeito do NaCl no comprimento da radícula de cultivares de gergelim.	62
12 - Efeito do NaCl no comprimento da radícula de cultivares de gergelim nas temperaturas $T_1 = 30^\circ\text{C}$ e $T_2 = 25^\circ\text{C}$ .	67
13 - Índice de vigor (hipocótilo + radícula) de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de $30^\circ\text{C}$ .	69

**Figuras**

**Pag.**

- 14 - Índice de vigor (hipocótilo + radícula) de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 25°C. 69
- 15 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim. 73
- 16 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim nas temperaturas  $T_1 = 30^\circ\text{C}$  e  $T_2 = 25^\circ\text{C}$ . 79

## LISTA DO APENDICE

Figuras	Pag.
1A - Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das diversas concentrações de NaCl a temperatura de 30°C.	I
2A - Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) em função das diversas concentrações de NaCl a temperatura de 25°C.	I
3A - Efeito do NaCl na germinação no teste de vigor de cultivares de gergelim.	II
4A - Efeito do NaCl na germinação no teste de vigor de cultivares de gergelim nas temperaturas $T_1 = 30^\circ\text{C}$ e $T_2 = 25^\circ\text{C}$ .	II

Tabela	Pag.
1 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl na germinação de diferentes cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.).	I
2 - Análise de variância para a germinação com desdobramento da interação CxS.	II
3 - Análise de variância para a germinação com desdobramento da interação CxT.	III
4 - Análise de variância para a germinação com desdobramento da interação TxS.	IV
5 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl no comprimento do hipocótilo de diferentes cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.).	V
6 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo com desdobramento da interação CxS.	VI
7 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo com desdobramento da interação TxS.	VII



Tabela	Pag.
8 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl no comprimento da radícula de diferentes cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.).	VIII
9 - Análise de variância para o comprimento da radícula com desdobramento da interação CxS.	IX
10 - Análise de variância para o comprimento da radícula com desdobramento da interação TxS.	X
11 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl no comprimento do hipocótilo + radícula de diferentes cultivares de gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.).	XI
12 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo + radícula com desdobramento da interação CxS.	XII
13 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo + radícula com desdobramento da interação TxS.	XIII

## INDICE

	pag.
<b>Capítulo I</b>	
Introdução .....	01
<b>Capítulo II</b>	
Revisão de literatura .....	05
1. Efeito da salinidade na germinação e vigor .....	05
1.1 Efeito osmótico .....	05
1.2 Efeito tóxico .....	07
2. Tolerância das culturas à salinidade .....	09
3. Efeito da temperatura na germinação e vigor .....	12
<b>Capítulo III</b>	
Material e Métodos .....	16
1. Localização .....	16
2. Delineamento experimental .....	16
3. Materiais utilizados .....	18
3.1 Sementes .....	18
3.2 Germinador .....	18
3.3 Preparo das soluções .....	19
3.4 Substrato .....	19

	pag.
4. Metodologia .....	20
4.1 Germinação .....	20
4.2 Vigor .....	21
5. Análise estatística .....	21
 <b>Capítulo IV</b>	
Resultados e Discussões .....	25
1. Efeito de diferentes níveis de salinidade e temperatura na germinação do gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.).	25
1.1 Efeitos das concentrações de NaCl .....	29
1.2 Tolerância das cultivares ao estresse salino ..	32
1.3 Efeito da interação cultivar x níveis de sais .	33
1.4 Efeito da temperatura .....	35
1.4.1 Efeito da interação cultivar x temperatura .....	37
1.4.2 Efeito da interação temperatura x níveis de sais .....	39
2. Efeito de diferentes níveis de salinidade e temperatura no vigor do gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.) .....	43
2.1 Germinação .....	43
2.2 Vigor .....	44
2.2.1 Comprimento do hipocótilo .....	44
2.2.2 Comprimento da radícula .....	56
2.2.3 Comprimento total (hipocótilo + radícula).	68

	pag.
<b>Capítulo V</b>	
Conclusão .....	80
Literatura citada .....	82
Apêndice .....	91

## RESUMO

Os objetivos do presente trabalho consistiram em avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade e temperaturas na germinação e no vigor de dez cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.).

O trabalho foi desenvolvido em condições de laboratório, com controle de temperatura e umidade relativa e utilizando como substrato o papel toalha, onde estudou-se os efeitos de quatro níveis de salinidade (0, 60, 120 e 180 meq/l de NaCl) e duas temperaturas (30 e 25°C) em dez cultivares de gergelim (IAPAR 322, CNPA ACEITERA, CNPA INAMAR, CNPA G-2, CNPA 86-86, CNPA 87-2B, CNPA 5, CNPA 87-3B, CNPA LR-2 e CNPA 86-128). O delineamento experimental adotado foi o de bloco inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro repetições contendo cada uma 50 e 10 sementes para germinação e vigor, respectivamente.

Os resultados obtidos mostraram que o aumento dos níveis de salinidade de NaCl no substrato, diminuíram a porcentagem de germinação e o índice de vigor (hipocótilo e radícula) das cultivares em estudo, sendo que para algumas cultivares na concentração de 60 meq/l, tanto a germinação como o índice de vigor obtiveram resultados superiores a testemunha. Entretanto, quando analisou-se o desempenho das cultivares, ficou evidenciado que as IAPAR 322, CNPA G-2 e a

90 p.

CNPA LR-2 mostraram-se mais vigorosas em relação as demais, tanto na germinação como no índice de vigor. Em relação aos níveis de concentração, a análise de regressão mostrou que os níveis de 47,3 e 26,9 meq/l seriam ideais para se atingir a máxima germinação respectivamente para 30 e 25°C. Por outro lado, os níveis de concentração que reduziriam em 50% a germinação ficaram em torno de 176 e 130 meq/l para as temperaturas de 30 e 25°C respectivamente.

Acrescenta-se também que na temperatura de 30°C tanto a germinação e o índice de vigor foram superiores aos valores encontrados para os de 25°C, demonstrando respostas diferenciadas com interação altamente significativa entre temperaturas e soluções salinas.

## ABSTRACT

The objectives of present study were to evaluate effects of different levels of salinity and temperatures in germination and vigour of 10 (ten) cultivars of gingelly (*Sesamum indicum* L.).

The study was conducted under controlled conditions of temperature and relative humidity in laboratory utilising paper towel as substrate with four levels of salinity (0, 60, 120 and 180 meq/l of NaCl), two temperatures (30 and 25°C) and 10 cultivars of gingelly (IAPAR 322, CNPA ACEITERA, CNPA INAMAR, CNPA G-2, CNPA 86-88, CNPA 87-2B, CNPA 55, CNPA 87-3B, CNPA LR-2, and CNPA 86-128). A block completely randomised experimental design in factorial scheme was adopted with four repetitions each consisting of 50 and 10 seeds for germination and vigour, respectively.

The results obtained show that an increase of salinity levels of NaCl in substrate decreased significantly percentage of germination and vigour index (hypocotyl and radical) of cultivars under study although for some cultivars in concentration of 60 meq/l, germination as well as vigour index results were superior in comparison to control. However when performance of cultivars was analysed, it IAPAR 322, CNPA G-2 and CNPA LR-2 were found to be more

vigourous. As for levels of concentration, the regression analysis showed that levels of 47,3 and 26,9 meq/l will be ideal to obtain maximum germination at 30 and 25°C respectively. On the other hand, the concentration levels to reduce germination by 50% were found to be 176 and 130 meq/l respectively for temperatures of 30 and 25°C.

At temperature of 30°C germination as well as vigour were superior compared to respective values found at 25°C showing differential response for cultivars as the interaction between temperature and saline solution was found to be highly significant.



## CAPITULO I

### INTRODUÇÃO

Os problemas de salinidade na agricultura irrigada, atingiram níveis de preocupação mundial. Estima-se que os solos afetados por tais problemas ocupam uma área equivalente a 954 milhões de hectares da superfície da terra (KOVDA 1977).

O Nordeste do Brasil caracteriza-se na sua totalidade com cerca de 52% de região semi árida ( SUDENE 1977), onde fatores como condições edafoclimáticas apropriadas, faz com que os solos em determinadas situações, alcancem níveis de salinidade ou sodicidade prejudiciais ao desenvolvimento das culturas, devido ao uso inadequado da água de irrigação e à falta de estruturas adequadas de drenagem. Os sais solúveis que normalmente contribuem para salinizar os solos constituem-se de cations de cálcio, magnésio, sódio e dos anions cloreto, sulfato, bicarbonato e às vezes o carbonato (RICHARDS, 1954). A influência desses sais traz, como consequência variação das características químicas, físicas e hídricas dos solos, fundamentalmente no que se refere ao pH do solo, disponibilidade de nutrientes e infiltração.

A nível de investigação dos problemas de salinidade

nos perímetros irrigados do Nordeste, PIZARRO (1978) constatou a existência dos mesmos, sendo que muitos casos a gravidade desses problemas estavam levando ao completo abandono das áreas por parte dos agricultores. Por outro lado, GOES (1978), estimou que 25% da área de vários perímetros irrigados no Nordeste sob a responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), encontram-se salinizados.

No sentido de incrementar a produção agrícola e criar novas perspectivas na agricultura, existem mecanismos para se alterar o quadro, minimizando os seus efeitos através de uma melhora da planta para que se adapte ao solo, ou um manejo adequado do solo para adaptação das plantas, tendo em vista que os efeitos da salinidade variam entre as espécies de plantas e cultivares e, ainda, para mesma espécie e cultivar, podem variar nos diferentes estágios fenológicos (HAYWARD & WADLEIGH, 1949). Estudos de tolerância das plantas à salinidade conduzidos por MAAS & HOFFMAN (1977), indicam que o crescimento vegetativo após um determinado limite de salinidade diminui linearmente com o aumento desta, e que a tolerância absoluta além dos fatores citados, depende do clima, das condições de solos e das práticas culturais adotadas.

O cultivo do gergelim (*Sesamum indicum* L.) foi introduzido economicamente no Nordeste do Brasil a partir de 1986, através de projetos de pesquisas e fomento nos Estados

do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (BELTRÃO et alli, 1991). Inicialmente, o programa visava apresentar alternativas ao segmento agroindustrial oleaginoso, em decorrência da redução da produção do algodão nordestino, ocasionado por vários fatores, especialmente pelo estabelecimento do bico do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) na região, como também o de poder oferecer aos pequenos produtores, mais uma opção de cultivo.

A nível mundial, o gergelim é considerada a nona oleaginosa mais cultivada, ocupando uma área total de aproximadamente 5,8 milhões de hectares, com produtividade média de 332 kg/ha em sementes (NAYAR 1976). Como os principais produtores destacam-se a Índia, a China, o Sudão, o México, a Venezuela e a Burmânia. Acrescenta-se ainda que, em termos de volume de óleo produzido, o gergelim atingiu cifras da ordem de 700 mil toneladas métricas em 1983-84 (BELTRÃO et alli, 1991).

De acordo com dados da Cooperativa Central do Ceará (COCENTRAL) e do CNPA, há estimativa de que, 1000 ha plantados com esta cultura no Nordeste em 1985, houve um acréscimo para 7000 ha em 1989, sendo 5000 ha no estado do Ceará e 2000 ha no Rio Grande do Norte. Dados indicam que o consumo interno está em torno de 10.000 t/ano, com perspectivas de aumento da área cultivada para 13.000 ha. (BELTRÃO et alli, 1991).

Na seleção de culturas para solos salinos é de

fundamental importância que se leve em consideração a tolerância destas na fase de germinação, tendo em vista o "stand" final da cultura e o fato de que existe uma estreita relação entre o crescimento das plantas e a pressão osmótica da solução do solo que, por sua natureza química, é um dos principais fatores de inibição para o desenvolvimento das plantas (RICHARDS 1954).

A temperatura também interfere na germinação, e no crescimento e desenvolvimento das plantas, sobretudo na fase inicial. Vários trabalhos (CUNHA, 1969; MAFTOUN & SEPASKHAH, 1978; STONE et alli, 1979; SANTOS, 1981) citam a existência de efeito adverso da interação temperatura x salinidade no processo de germinação em várias culturas.

Considerando a inexistência de estudos sobre a tolerância à salinidade e influência da temperatura para variedades de gergelim, sobretudo as utilizadas no Nordeste, o presente trabalho foi realizado com os seguintes objetivos:

- a) Estudar os efeitos de diferentes níveis de salinidade e temperaturas na germinação das sementes e no vigor das plântulas de gergelim.
- b) Identificar entre as cultivares de gergelim utilizadas no Nordeste, as mais tolerantes quando submetidas ao estresse salino.

## CAPITULO II

### REVISAO DE LITERATURA

#### 1. Efeito da Salinidade na Germinação e Vigor

O efeito dos sais solúveis como agente retardador na germinação tem sido conferida há muito tempo. Buffum (1896), citado por MAKONNEN (1963), estudou que havia uma relação direta em função do aumento da pressão osmótica. MALIWAL & PALIWAL (1968) justificaram que, além do efeito osmótico, o excesso de ions tóxicos também se faz presente, ocorrendo de forma simultânea e de difícil separação.

##### 1.1. Efeito Osmótico

Vários trabalhos demonstram que as sementes na fase de germinação e emergência, quando submetidas em substrato salino, apresentam uma taxa de absorção de água decrescente na medida em que se aumenta a concentração de sais, devido a diminuição no gradiente hídrico entre a semente e o substrato, reduzindo ou afetando o desenvolvimento inicial das plântulas (HAYWARD & SPURR, 1944; UHVITS, 1946; AYERS, 1952; RICHARDS, 1954; PRISCO & O'LEARY, 1970).

YOUSIF (1972), estudando o efeito da pressão osmótica na germinação de sementes de gergelim, constatou

uma redução de cerca de 50%, em relação ao controle (zero atm), para pressões em torno de 12 atm.

RATHORE et alii (1977) analisaram o efeito de diferentes níveis de salinidade (0, 24, 32 e 40 mmhos/cm) na germinação de sementes em 22 variedades de cevada (*Hordeum vulgare* L.), onde concluíram que a porcentagem de germinação diminuiu com o aumento da salinidade.

No algodoeiro, SANTOS (1981) trabalhando com onze cultivares e 3 (três) concentrações de NaCl e CaCl<sub>2</sub> nos níveis de 40, 100 e 200 meq/l, constatou que o incremento da concentração de NaCl diminuiu a porcentagem de germinação e o vigor das plântulas. SILVA (1981) estudando o comportamento de duas cultivares de algodão submetidas a condições de estresse salino, também verificou que o aumento da concentração de NaCl, reduziu a porcentagem de germinação e o índice de vigor.

TORRES (1987), em pesquisa realizada com onze cultivares de sorgo granífero e sais de NaCl e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> nas diferentes concentrações (0, 50, 100, 150, 200 e 250 meq/l), observou que à medida em que se aumentava a concentração salina, a porcentagem de germinação e o índice de vigor foram diminuídos, independentemente do tipo de sal, entretanto em algumas cultivares pequena concentração de sais proporcionaram um aumento dos referidos parâmetros.

SANTOS et alii (1992), ao estudarem o efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes

de soja em soluções de  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e manitol, com potenciais osmóticos de 0, -3, -6, -9, -12 e -15 atm, verificaram que os sais afetaram mais a germinação das sementes do que o manitol, onde nas maiores concentrações houve uma menor porcentagem de germinação e redução no comprimento do hipocótilo e da radícula.

### 1.2 Efeito Tóxico

A diminuição de água disponível, devido ao aumento da concentração de sais no solo e à acumulação de quantidades tóxicas de íons dentro da planta, inibem as atividades biológicas, de modo que as sementes podem germinar, mas as plântulas podem morrer (AHI & POWERS, 1938).

Harris (1915), citado por PURIZAGA (1961), encontrou a toxicidade relativa dos sais solúveis na seguinte ordem decrescente:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  e  $\text{MgSO}_4$ . Posteriormente, comparou os ânions e cátions das concentrações semelhantes dos sais, em três solos diferentes, concluindo que o ânion mais tóxico foi o cloreto, seguido do nitrato, do carbonato e do sulfato, enquanto que o cátion mais tóxico foi o sódio, seguido do cálcio, do potássio e do magnésio.

PURIZAGA (1961), em estudos com sementes de algodão, cevada e milho, submetidas em soluções de  $\text{NaCl}$  e  $\text{NaNO}_3$ , nas concentrações da ordem de 0, 0,1, 0,2, 0,3 e

0,4%, constatou que a germinação foi afetada pelo aumento da concentração e pelo efeito tóxico dos radicais cloretos ou por nitratos, tendo causado a morte de muitas sementes.

STROGONOV (1964), atribuiu a teoria da toxidez dos sais, devido a quantidades excessivas que penetram nas sementes, afetando o metabolismo e reduzindo a germinação das sementes e o crescimento das plântulas.

AZIMOV (1973) abordou que o NaCl diminuiu a intensidade da respiração e a atividade de algumas enzimas na germinação e nas plântulas do algodoeiro, de forma que, ao adicionar-se o Ca na forma de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , reduziu os efeitos adversos deste. Entretanto, SANTOS (1981) estudando o efeito de sais mistos ( $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ ) para a mesma cultura, também constatou que os íons cálcio proporcionaram um incremento na porcentagem de germinação e no índice de vigor, quando comparado aos de NaCl.

PRISCO et alli (1975) observaram que o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  inibiu a germinação e o vigor de sementes de sorgo, apresentando toxidez elevada, como ficou evidenciado pelos menores valores da DL50 (dose letal para 50% de germinação), encontrados para esse tipo de sal, quando comparados com os obtidos para o NaCl. TORRES (1987), trabalhando com sais de NaCl e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  nas mesmas concentrações osmóticas, observou também que no caso de sorgo granífero, o NaCl inibiu mais a germinação e o vigor.



## 2. Tolerância das Culturas à Salinidade

Segundo HAYWARD & LONG (1941) e GAUCH & EATON (1942), o efeito predominante do aumento da salinidade nas plantas é a paralização de suas funções e conseqüente morte, devido ao estresse osmótico produzido pela concentração total dos sais solúveis, pela concentração de alguns íons que podem interferir no metabolismo das plantas, principalmente se a salinidade for aumentada pela elevação da concentração dos íons nutrientes, ou pela adição de sais considerados não essenciais tais como NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

AYERS & HAYWARD (1948) e AYERS (1952), justificaram que o estabelecimento das plântulas, envolvendo as fases de germinação e emergência, é influenciado fortemente pela maior sensibilidade às condições de solo e água, em função de fatores como as pressões osmótica e mátrica, de modo que na emergência os efeitos são mais pronunciados. Entretanto, os mesmos autores constataram que a tolerância das culturas à salinidade apresenta diferenças acentuadas com relação a espécies e cultivares, e às vezes, numa mesma cultivar, dependendo do seu ciclo fenológico.

RICHARDS (1954) justificou que a tolerância à salinidade pode ser analisada de acordo com os seguintes critérios: a) capacidade da cultura em sobreviver em solos salinos; b) o rendimento da cultura em solos salinos; e c) o rendimento relativo da cultura em solo salino, comparado a um solo não salino, sendo que este último critério é o

melhor para estudos comparativos.

MEHTA & DESAI (1957), ao estudarem a germinação de sementes em oito espécies, submetidas nas concentrações salinas de NaCl e CaCl<sub>2</sub> variando entre zero e 2,5%, concluíram que houve uma diminuição na porcentagem de germinação em todas as espécies em função do aumento do nível de salinidade, onde foi determinada a seguinte ordem de tolerância: guar > fumo > capim-pasto > algodão > feijão > tomate > repolho > ervilha.

BHUMBLA et alii (1966), para as culturas de sesbânia, algodão e arroz, observaram uma redução de 50% da porcentagem de germinação com relação ao controle, em condutividade elétrica do extrato de saturação do solo igual a 4, 8 e 12 mmhos/cm, respectivamente.

MALIWAL & FALIWAL (1967) na condução de trabalhos de tolerância na fase de germinação com 6 variedades de trigo (N.P. 830, C. 281, Kharchi, N.P. 872, N.P. 824 e N.P. 890) e 6 de cevada (N.P. 113, N.P. 13, K. 71, N.P. 21, N.P. 105 e 104), utilizando 5 níveis de salinidade (4, 8, 16, 32 e 64 meq/l) e 5 níveis de relação de adsorção de sódio (5, 10, 25, 50 e 100), mostraram em cada caso, que a germinação foi retardada e diminuiu com o aumento da salinidade e/ou alcalinidade, de modo que o efeito da salinidade foi mais acentuado do que o da alcalinidade, sendo que as variedades de trigo N.P. 830 e Kharchi e as de cevada N.P. 113 e N.P. 13 foram altamente tolerantes em meio salino e alcalino.

Verificaram também, que a cevada foi mais tolerante do que o trigo, e que a diferença no comportamento da tolerância foi notada entre todas as variedades de trigo e cevada.

SANTOS (1981) observou diferenças significativas entre 11 cultivares de algodão na fase de germinação e vigor, constatando que as cultivares BR-1 e REBA B-50 mostraram uma maior tolerância, em relação às demais estudadas. Posteriormente, SILVA (1981) observou que a cultivar BR-1 mostrou-se mais vigorosa, quando comparada com a REBA B-50 em meio salino.

AYERS & WESTCOT (1991) apresentaram resultados de pesquisas sobre a tolerância de algumas culturas à salinidade do extrato de saturação do solo (CEes em dS/m), onde houve uma redução de 50% sobre a germinação, a qual pôde ser relacionada por cultura e CEes na seguinte ordem: cevada, algodoeiro, beterraba açucareira, sorgo, cártamo, trigo, beterraba, alfafa, tomateiro, arroz, repolho, melão, milho, alface, cebola e feijão, respectivamente para os valores de 16 a 24; 15,5; 6 a 12,5; 13; 12,3; 14 a 16; 13,8; 8 a 13,4; 7,6; 18; 13; 10,4; 21 a 24; 11,4; 5,6 a 7,5 e 8 dS/m. Neste mesmo trabalho, os autores acrescentaram que a salinidade na camada superficial do solo superior a 4 dS/m inibe ou retarda a germinação de sementes e o crescimento inicial das plantas. Entretanto, em estudos de tolerância relativa do gergelim em meio salino, os mesmos autores citam que esta cultura se enquadra no grupo das sensíveis onde o

nível máximo de tolerância à salinidade na zona radicular para que o desenvolvimento não seja afetado está abaixo de 1,3 dS/m.

### 3. Efeito da Temperatura na Germinação e Vigor

AHI & POWERS (1938) ao estudarem o efeito da temperatura em solos salinos utilizando sementes de alfafa e morango, observaram uma diminuição na porcentagem de germinação quando a temperatura foi aumentada, de modo que a 90°F praticamente não houve germinação e, a 55°F, as porcentagens de germinação destas cultivares foram de 47,7 e 38%, respectivamente.

UHVITS (1946) observou que, para um aumento na temperatura de 5°F, houve uma redução na porcentagem de germinação de sementes de alfafa em todos os tratamentos, e mais acentuadamente, nos tratamentos onde a concentração salina foi mais elevada.

OGASA (1946), trabalhando com sementes de soja e utilizando soluções de NaCl, encontrou o limite de concentração da solução em função da temperatura na qual a germinação ocorreu. Na temperatura de 30 e 15°C, a concentração foi respectivamente de 200 e 300 meq/l.

RICHARDS et alii (1952) relataram que a temperatura afeta os processos que envolvem a taxa de crescimento tais como: respiração, fotossíntese e translocação. Em geral, altas temperaturas favorecem mais rapidamente a translocação

e aceleram a atividade de respiração e a síntese de proteínas, o que faz com que o balanço de carboidratos seja esgotado, diminuindo o crescimento das raízes e órgãos de armazenamento. Em caso contrário, há um atraso na taxa de translocação, o que pode restringir o crescimento.

HOOVER & GOODIN (1966), ao estudarem os efeitos da temperatura e da salinidade na germinação de sementes de beterraba açucareira, encontraram uma interação altamente significativa entre a temperatura e os níveis de salinidade.

MALIWAL & PALIWAL (1968) e MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975) descreveram que as sementes requerem diferentes faixas de temperatura para germinarem, e a temperatura exerce importância na medida em que se estabelece o ponto ótimo e associa-se aos efeitos adversos da salinidade.

FRANÇOIS & GOODIN (1972), ao estudarem a influência de 7 níveis de temperatura (10, 15, 25, 30, 35, 40, 45°C) e 4 níveis de salinidade (0; 2,9; 5,4 e 8,3 mmhos/cm), na germinação da beterraba açucareira, concluíram que na faixa de temperatura de 10 e 15°C, a salinidade teve pouco efeito. Entretanto quando a temperatura elevou-se de 25 a 40°C, germinação foi inibida, sendo que na temperatura de 25°C a germinação foi máxima para o nível de salinidade mais baixo (zero). Para a temperatura de 45°C a germinação foi inibida completamente para todos os níveis de salinidade.

EL-SHARKAWI & SPRINGUEL (1977) analisaram a influência da temperatura sob condições de deficit hídrico,

utilizando como substância redutora do potencial o polietileno glicol-4000. Com isto, verificaram que a diminuição do potencial apresentou diferentes respostas na germinação de sementes de trigo, cevada e sorgo, bem como maior sensibilidade na emergência da radícula. O efeito da interação temperatura x potencial foi mais acentuado do que o efeito isolado de cada um.

MAFTOUN & SEPASKHAH (1978), verificando a influência de três temperaturas e soluções de diferentes potenciais osmóticos na germinação de sementes de girassol e cártamo, concluíram que para o girassol, a cultivar Record foi mais tolerante aos sais do que a Chernianka-66, porém a primeira germinou melhor a 20°C, enquanto a cultivar Chernianka-66 mostrou alta germinação a 20 e 30°C e mais sensibilidade na temperatura de 10°C. As duas cultivares de cártamo estudadas germinaram melhor a 10 e 20°C do que a 30°C.

STONE et alii (1979), em estudos de tolerância ao NaCl a diferentes combinações de potenciais osmóticos (variando de zero a 15 bar) e temperaturas (21, 27, 33 e 39°C), observaram diferenças significativas entre os efeitos da temperatura e pressão osmótica sobre a germinação de sementes de alfafa.

SANTOS (1981), estudando o efeito da salinidade e da temperatura na germinação e vigor de sementes de algodão, verificou, tanto na germinação como no vigor, uma interação

altamente significativa entre temperaturas e concentração do substrato.

## CAPITULO III

### MATERIAL E METODOS

#### 1. Localização

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Campina Grande - PB no período de março a dezembro de 1992.

#### 2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos inteiramente casualizado em esquema fatorial 10x2x4 com 4 repetições, onde foram estudados a seguintes fatores: dez cultivares(C) de gergelim, dois níveis de temperaturas(T) e quatro níveis de salinidade(S).

As cultivares(C) estudadas foram identificadas da seguinte maneira:



Identificação e Nome	Procedência
1. C <sub>1</sub> -IAPAR 322	Linhagem do Instituto Agronômico do Paraná.
2. C <sub>2</sub> -CNPA Aceitera	Cultivar selecionada no CNPA a partir da fonte Aceitera, oriunda da Venezuela.
3. C <sub>3</sub> -CNPA Inamar	Cultivar selecionada no CNPA a partir da fonte Inamar, oriunda da Venezuela.
4. C <sub>4</sub> -CNPA 6-2	Cultivar desenvolvida no CNPA.
5. C <sub>5</sub> -CNPA 86-88	Linhagem do CNPA selecionada na fonte Joro 11.
6. C <sub>6</sub> -CNPA 87-2B	Germoplasma de linhagens do CNPA, derivadas da fonte Blauca, constituído pelas linhas CNPA 86/102, 103, 104.
7. C <sub>7</sub> -CNPA 55	Cultivar selecionada no CNPA a partir da fonte 55, oriunda da Venezuela.
8. C <sub>8</sub> -CNPA 87-3B	Germoplasma de linhagens do CNPA, derivada da fonte Venezuela 52, constituído pelas linhas CNPA 86/ 127, 130, 131 e 132.
9. C <sub>9</sub> -CNPA LR-2	Lote de recomendação de gergelim precoce, procedente do CNPA.
10. C <sub>10</sub> -CNPA 86-12B	Germoplasma de linhagens do CNPA, derivada da fonte Venezuela 52.

Foram utilizados 4 níveis de salinidade (S) obtidos a partir da solução 2N de NaCl nas seguintes concentrações:

S<sub>1</sub>: água destilada

S<sub>2</sub>: 60 meq/l

S<sub>3</sub>: 120 meq/l

S<sub>4</sub>: 180 meq/l

No estudo utilizaram-se duas temperaturas (T):

T<sub>1</sub>: 30°C e T<sub>2</sub> : 25°C

### 3. Materiais Utilizados

#### 3.1. Sementes

As sementes das cultivares de gergelim estudadas foram provenientes de colheita dos campos de pequenos aumentos efetuados pelo setor de melhoramento do CNFA no Nordeste no período de 1986 a 1988.

#### 3.2. Germinador

Utilizou-se um germinador marca National, modelo 3512-11 de prateleiras horizontais e controle automático de temperatura, com sensibilidade de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Para aferição da temperatura durante todo o período do experimento, foi colocado um termômetro no interior do germinador, onde a umidade relativa foi mantida próxima à saturação, com sistema próprio de circulação de água e ar.

Antes do início do experimento o funcionamento do germinador a temperatura desejada foi testado por um período de 4 dias. Uma vez que o germinador não apresentava variação além do limite de sensibilidade ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), iniciava-se o experimento.

### 3.3. Preparo das Soluções

As soluções de concentrações apropriadas foram preparadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, a partir da diluição da solução de NaCl - 2N (116,9g/l). Antes de iniciar o experimento foi verificada a condutividade elétrica (CE) de cada solução preparada obtendo-se os seguintes valores:

Solução	Concentração	CE dS/m a 25°C	* PO (atm)
S <sub>1</sub>	0	0,034	0,01
S <sub>2</sub>	60 meq/l	6,77	2,43
S <sub>3</sub>	120 meq/l	12,09	4,35
S <sub>4</sub>	180 meq/l	17,36	6,24

\* Obtida pela relação  $PO = \text{Pressão Osmótica} = 0,36 \times CE$

### 3.4- Substrato

De acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976), utilizou-se como substrato 3 folhas de papel

germitest convenientemente umedecidas com as respectivas soluções. O tipo de papel utilizado foi o da marca Cel 065, com dimensões de 389 x 250 mm ( De Leo e Cia Ltda, Porto Alegre,RS) e pH neutro.

#### 4. Metodologia

##### 4.1. Germinação

O substrato teve como base 2 ( duas ) folhas de papel germitest superpostas e umedecidas convenientemente com a solução do tratamento, sobre as quais dispuzeram-se as sementes para germinar. Nesta etapa foram utilizadas 50 sementes, que para se obter uma melhor distribuição foram colocados em 10 fileiras, contendo cada uma 5 (cinco) sementes. Uma terceira folha do referido papel também umedecida com mesma solução foi utilizada como cobertura protetora. Em seguida o conjunto foi dobrado em forma de cartucho e amarrado com um cordel a um terço da borda superior, anotando-se, na parte superior, o respectivo tratamento e repetição. Uma vez acomodado em recipientes plásticos com a mesma identificação do cartucho, colocou-se o conjunto no germinador regulado à temperatura preestabelecida (30 ou 25 °C). No decorrer do experimento o conjunto foi umedecido com a mesma solução, de modo que a umidade não atingisse níveis indesejáveis.

A avaliação do teste de germinação foi efetivada após 4 dias ou 96 horas. Na contagem foram consideradas sementes germinadas as que apresentavam protusão das radículas, procurando-se diferenciá-las das sementes anormais e duras.

#### 4.2. Vigor

No ensaio do teste de vigor adotou-se a mesma metodologia utilizada no teste de germinação, sendo que o número de sementes utilizadas foi reduzido para 10 (dez) e a sua disposição sobre o papel germitest era com a radícula voltada para baixo. O vigor das sementes foi determinado através do comprimento do hipocótilo e da radícula, utilizando-se uma régua milimetrada como instrumento de medição. O vigor médio foi obtido dividindo o somatório dos valores encontrados pelo número de sementes utilizadas 10 (dez). No mesmo teste também foi feita a leitura de germinação, conforme critérios descritos anteriormente.

#### 5. Análise Estatística

Os resultados de porcentagem de germinação, bem como de comprimentos da radícula, hipocótilo e total (hipocótilo + radícula), foram analisados estatisticamente através da análise de variância para o delineamento em blocos inteiramente casualizado em esquema fatorial. As

porcentagens de germinação foram transformadas em  $\text{arc. sen } (p/100)^{1/2}$  (SNEDECOR & COCHRAN, 1974) para a homogeneização dos dados. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES, 1982). Na análise de variância foi utilizado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = M + C_i + b_i + S_j + T_k + (CS)_{ij} + (CT)_{ik} + (ST)_{jk} + (CST)_{ijk} + E_{ijkl}$$

onde:

$Y_{ijkl}$  = Valor observado da  $i$ -ésima cultivar, no  $j$ -ésimo nível de salinidade, no  $k$ -ésimo nível de temperatura, e  $l$ -ésima unidade experimental.

$M$  = Efeito da média geral da característica na população.

$b_i$  = Efeito do bloco  $i$ .

$C_i$  = Efeito fixo da  $i$ -ésima cultivar com  $i = 1, 2, 3, \dots, 10$ .

$S_j$  = Efeito fixo do  $j$ -ésimo nível de sais com  $j = 1, 2, 3, 4$ .

$T_k$  = Efeito fixo do  $k$ -ésimo nível de temperatura com  $k = 1, 2$ .

$(CS)_{ij}$  = Efeito fixo da interação entre a  $i$ -ésima cultivar e o  $j$ -ésimo nível de salinidade.

$(CT)_{ik}$  = Efeito fixo da interação entre a  $i$ -ésima cultivar e o  $k$ -ésimo nível de temperatura.

$(ST)_{jk}$  = Efeito fixo da interação entre o j-ésimo nível de sais e o k-ésimo nível de temperatura.

$(CST)_{ijk}$  = Efeito fixo da interação entre a i-ésima cultivar e o j-ésimo nível de sais, com o k-ésimo nível de temperatura.

$E_{ijkl}$  = Erro experimental, aleatório associado à observação  $Y_{ijk}$ , suposto Normal Independentemente Distribuído-NID  $(0, e^2)$  com  $l = 1, 2, 3, 4$ .

De acordo com o modelo acima, os graus de liberdade associados aos níveis de salinidade foram desdobrados em componentes ortogonais, testando-se a significância para as componentes linear e quadrática, através da metodologia de análise de regressão polinomial, conforme o modelo seguinte:

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

onde:

Y = Valor observado referente a cada nível de salinidade.

$B_0, B_1$  e  $B_2$  = Intercepto e coeficientes de regressão linear e quadrática respectivamente.

X = Nível de salinidade representado em meq/l.

As análises estatísticas foram realizadas mediante

a utilização de recursos computacionais em programa Software Científico - SOC, desenvolvido pela EMBRAPA (PENIAGO et alii, 1987), com utilitário do setor de Estatística do CNPA/EMBRAPA.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 1. Efeito de Diferentes Níveis de Salinidade e Temperatura na Germinação do Gergelim (*Sesamum indicum* L.)

Os resultados de porcentagem de germinação das sementes mostram que as dez cultivares de gergelim estudadas, diferiram na capacidade de germinar quando submetidas às diferentes condições de estresse salino e de temperatura (Figuras 1 e 2).

Os valores médios de germinação referentes a temperatura de 30°C (T<sub>1</sub>) encontram-se representados na Figura 1, onde observa-se que de modo geral, a porcentagem de germinação diminuiu na medida em que se aumentou os níveis de concentração de NaCl. Entretanto, nota-se que entre a testemunha e o nível de 120 meq/l, a porcentagem de germinação foi menos afetada do que para o nível de 180 meq/l, onde as cultivares CNPA ACEITERA, CNPA 87-2B, CNPA 87-3B e CNPA 86-128, apresentaram valores mais baixos (<30%) de germinação. Contudo, as cultivares IAPAR 322, CNPA 6-2, CNPA 55 e CNPA LR-2, obtiveram valores de germinação superior a 50% para este nível.

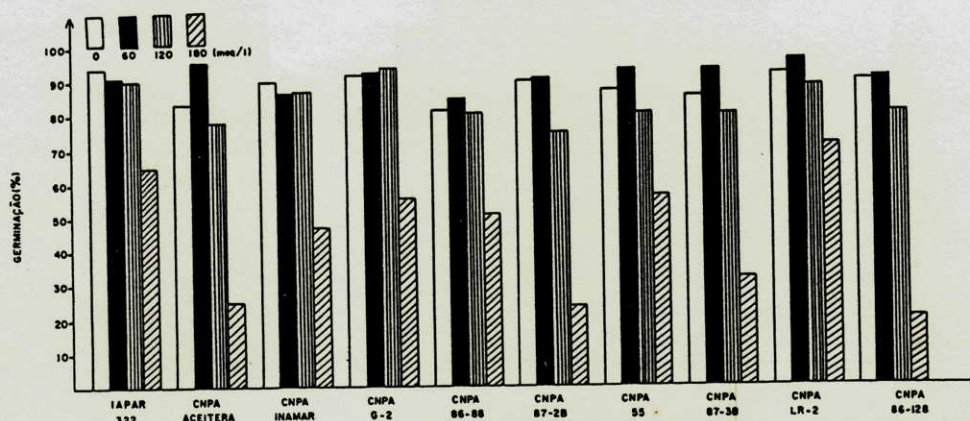


FIG. 1 - Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 30°C.

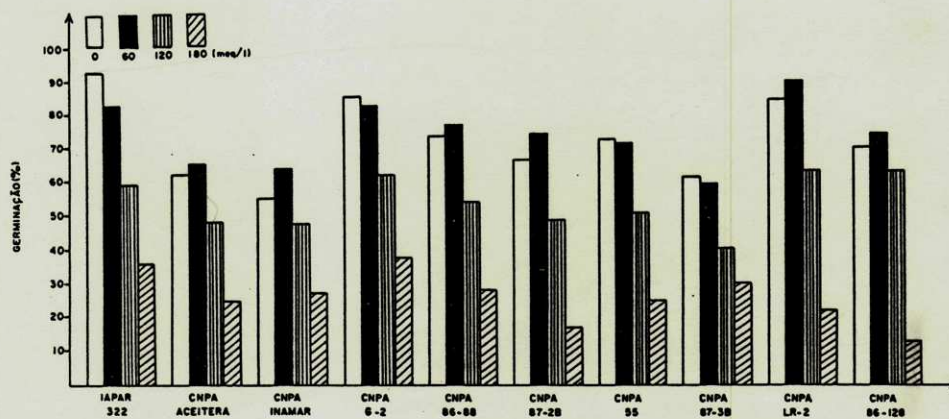


FIG. 2 - Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 25°C.

Para a temperatura de 25°C (T<sub>2</sub>), os resultados estão mostrados na Figura 2, onde verifica-se que tanto na testemunha como no nível de 60 meq/l, as cultivares CNPA ACEITERA, CNPA INAMAR e CNPA 87-3B, apresentaram os menores valores de germinação em relação às demais. Por outro lado, as cultivares IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2, mostraram os maiores índices de germinação quando submetidas nestes níveis de salinidade. No nível de 180meq/l observa-se que as cultivares CNPA LR-2, CNPA 87-2B e a CNPA 86-12B alcançaram os menores valores de germinação (< 25%).

Uma análise dos resultados revela que em ambas as temperaturas para o nível de 60meq/l de NaCl, algumas cultivares apresentaram valores de germinação superiores a testemunha. Entretanto, o aumento das concentrações salinas acima de 60 meq/l provocou uma diminuição na porcentagem de germinação, sendo ainda mais acentuada na temperatura inferior.

Os resultados da análise de variância realizado para germinação, encontram-se na Tabela 1. Observa-se a existência de efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade, tanto para cultivares (C), temperatura (T), níveis de concentração de NaCl (S), como para as interações CxS, TxS, CxT e CxTxS, demonstrando que as cultivares apresentaram respostas diferenciadas para os fatores estudados.

TABELA 1 - Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas

F.V	GL	SB	QM	F	
Bloco	3	35,00	11,66	0,69	NS
Cultivares (C)	9	6582,61	731,40	43,36	**
Temperatura (T)	1	14229,99	14229,99	843,71	**
Concentração de NaCl (S)	3	47439,22	15813,07	937,58	**
Interação (CxS)	27	2339,93	86,66	5,13	**
Interação (CxT)	9	570,39	63,37	3,75	**
Interação (TxS)	3	789,41	263,13	15,6	**
Interação (CxTxS)	27	2630,41	97,42	5,77	**
Resíduo	237	3997,19	16,86		
Total	319	78614,20			
CV%		7,28			

Análise realizada após transformação em  $\arcsen(P/100)^{1/2}$

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

### 1.1. Efeitos das Concentrações de NaCl

Conforme a análise de variância (Tabela 1), verifica-se que houve efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para os níveis de concentração de NaCl. Na Tabela 2, observa-se que os níveis estudados apresentaram diferenças significativas entre si, sendo que o aumento das concentrações de NaCl além de 60 meq/l, reduziu a germinação, devido possivelmente ao aumento da pressão osmótica, que provoca uma diminuição do gradiente hídrico entre o substrato e a semente, de modo que esta absorve uma menor quantidade de água (efeito osmótico), e/ou pela acumulação de íons de Na ou Cl (efeito tóxico). Conforme SHANNON & FRANÇOIS (1977) no caso do algodoeiro, até uma pressão osmótica de 3,9 atm os efeitos adversos produzidos em substrato salino são exclusivamente osmóticos. Os efeitos adversos de concentração salinas na germinação também foram encontrados por YOUSIF (1972) no gergelim e nas outras culturas por vários pesquisadores: sorgo (PRISCO, 1978), algodão (SANTOS, 1981; SILVA, 1981), sorgo granífero (TORRES, 1987) e soja (SANTOS et alli, 1992).

A análise de regressão aplicada aos níveis de concentração, mostrou-se significativa ao nível de 0,01 de probabilidade até o segundo grau (Tabela 1 do Apêndice). Nestas condições obteve-se respostas da forma:  $Y = 65,07 + 0,12X - 0,0015X^2$ , com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,99, de modo que para 40meq/l de NaCl, se obteria a

porcentagem de germinação máxima (Figura 3). Vale salientar que o efeito benéfico do NaCl quando presente em pequena concentração (até 3 atm) também foi verificado na germinação de sementes de alfafa por UHVITS (1946), e no caso de alface e *Atriplex halimus* (erva sal) em concentrações de 0,001 e 0,01 M respectivamente de NaCl por MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975), e na concentração de 50 meq/l de NaCl ou Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para o sorgo granífero por TORRES (1967). RICHARDS (1954), cita que o Na e Cl em pequenas quantidades, podem estimular a produção de certas culturas como a beterraba açucareira, aipo e acelga, enquanto HARMER & BENNE (1941) evidenciaram que o Na pode ser tão fundamental para estas culturas como é o K.

TABELA 2 - Valores médios da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl.

Cultivares <sup>2</sup>	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>2</sup>				Média <sup>1</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
1. IAPAR 322	75,11aA	70,52abA	61,36abB	45,3aC	63,07a
2. CNPA ACEITERA	59,17cA	61,32eA	53,17cdB	29,84dC	50,88d
3. CNPA INAMAR	59,87cAB	62,59deA	56,38bcBC	37,43bcC	54,07bcd
4. CNPA 6-2	71,27aA	70,25abAB	65,72aB	43,26aC	62,63a
5. CNPA 86-88	61,96cA	64,03bcdeA	55,77bcdB	38,87abcC	55,16bc
6. CNPA 87-28	63,17cA	66,35bcdeA	52,29cdB	26,54eC	52,12cd
7. CNPA 55	64,19cA	66,95bcdA	54,86cdB	39,48abC	56,37b
8. CNPA 87-38	59,88cA	63,16deA	51,7dB	33,88cC	52,15cd
9. CNPA LR-2	71,01abB	76,38aA	61,94aC	42,93abD	63,06a
10. CNPA 86-128	64,67bcA	68,77bcA	58,68bB	25,30eC	54,36bc
Média <sup>4</sup>	65,04B	67,03A	57,19C	36,28D	

1. DMS (cultivares) = 3,24
2. DMS (níveis de salinidade) = 5,26
3. DMS (cultivar dentro dos níveis de salinidade) = 6,48
4. DMS (níveis dentro de cultivar) = 1,66

Valores transformados em  $\arcsen(p/100)^{1/2}$

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical ou maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

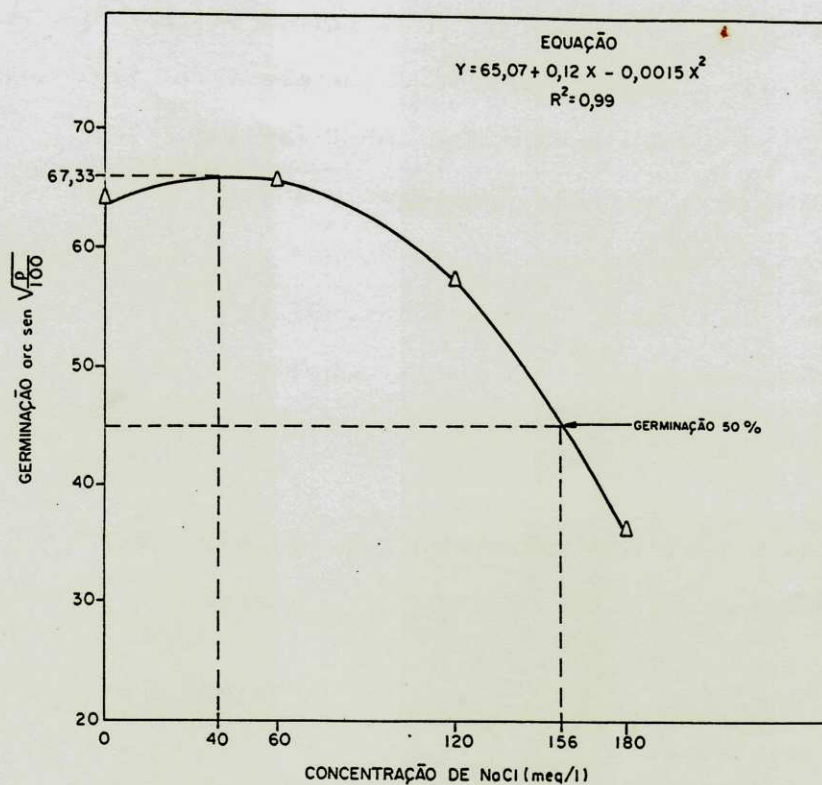


FIG. 3 - Efeito do NaCl no teste de germinação de cultivares de gergelim.

Na Figura 3, percebe-se que o nível de NaCl que permitiria uma redução na germinação de até 50% (Dose Letal - DL50), seria em torno de 156 meq/l, de modo que acima desta concentração o "stand" final da cultura seria afetado severamente.

### 1.2 Tolerância das Cultivares ao Estresse Salino

O efeito das cultivares, também foi significativo ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 1). O teste de



Tukey aplicado às médias ao nível de 0,05 de probabilidade, encontra-se na Tabela 2. Observa-se que as cultivares IAPAR 322, CNPA LR-2 e CNPA G-2 não mostraram diferença significativa entre si, apresentando porcentagem de germinação superior em relação às demais. Entretanto, para a cultivar CNPA ACEITERA, observa-se a menor porcentagem de germinação não diferindo significativamente das CNPA 87-2B, CNPA 87-3B e CNPA INAMAR.

### 1.3. Efeito da Interação Cultivar X Níveis de Sais

A análise de variância mostrou efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade para a interação cultivares x níveis de sais (Tabela 1). O desdobramento encontra-se na Tabela 2 do apêndice. Na Tabela 2, quando se compara a testemunha ( $S_1$ ) com o nível de 60 meq/l, observa-se que todas as cultivares não apresentaram diferenças significativas, a exceção da cultivar CNPA LR-2. Para o nível de 180 meq/l, observa-se que os valores de porcentagem de germinação foram significativamente reduzido quando comparado com os níveis mais baixos, e todas as cultivares apresentaram diferenças significativas em relação a 120 meq/l. O comportamento individual das cultivares dentro de cada nível de concentração, revela que as cultivares IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 destacaram-se em todos os níveis de salinidade. Esta diferenciação no

comportamento das cultivares dentro de cada nível de concentração de NaCl, deve-se certamente a diversidade genética do material utilizado. RICHARDS (1954) e MALIWAL & PALIWAL (1962) também observaram comportamento diferenciado para cultivares de beterraba açucareira e milho. SANTOS (1981) para o algodão e TORRES (1987) para o sorgo granífero, verificaram efeitos similares quando as diferentes cultivares foram submetidas em substrato salino.

Para uma análise mais criteriosa dos níveis de concentração de NaCl que poderiam influir no comportamento da germinação média, comparou-se o desempenho destas em função da redução relativa\* em relação a testemunha (Tabela 3). Os resultados mostram que a cultivar CNPA LR-2 apresentou redução média de germinação no nível de 180 meq/l (S<sub>4</sub>) de apenas 29,68 enquanto para as demais cultivares o valor foi entre 45,92 (IAPAR 322) e 76,25% (CNPA 86-128). Esses resultados indicam que em nível mais elevado do presente estudo, a cultivar CNPA LR-2 foi relativamente mais tolerante. No nível de 60 meq/l (S<sub>2</sub>), todas as cultivares com exceção da IAPAR 322 e CNPA G-2, sobressairam-se melhor do que para a testemunha por motivos anteriormente explicados. Entretanto, quando se compara o comportamento CNPA INAMAR, CNPA LR-2, CNPA 86-128 e CNPA G-2, apresentaram valores de redução relativa mais baixos (< 10%).

---


$$(*) \text{ Redução relativa (\%)} = 1 - \left( \frac{\% \text{ de germinação em determinado nível}}{\% \text{ de germinação da mesma cultivar na testemunha}} \right) \times 100$$

TABELA 3 - Redução relativa\* da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função de diferentes níveis de concentração de NaCl.

Cultivares	% - REDUÇÃO RELATIVA		
	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
1. IAPAR 322	5,6	19,67	45,92
2. CNPA ACEITERA	***	16,02	65,09
3. CNPA INAMAR	***	6,21	48,47
4. CNPA 6-2	1,16	9,73	47,49
5. CNPA 86-88	***	13,63	49,28
6. CNPA 87-2B	***	21,36	74,28
7. CNPA 55	***	18,72	50,31
8. CNPA 87-3B	***	19,66	56,44
9. CNPA LR-2	***	7,4	29,68
10. CNPA 86-128	***	8,72	76,25

\* Em relação a testemunha.

\*\* Não houve redução.

#### 1.4. Efeito da Temperatura

A análise de variância (Tabela 1), mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator temperatura. O teste de Tukey aplicado às médias ao nível de 0,05 de probabilidade, encontra-se na Tabela 4. Verifica-se que na temperatura de 25°C (T<sub>2</sub>), a porcentagem média de

TABELA 4 - Valores médios\* da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.), sob temperaturas de 30 e 25°C

Cultivares	Temperaturas <sup>2,3</sup>		Média <sup>1</sup>
	30°C	25°C	
1. IAPAR 322	68,78aA	57,16aB	63,07a
2. CNPA ACEITERA	56,66eA	45,10bcB	50,88d
3. CNPA INAMAR	63,26cdA	44,87cdB	54,07bcd
4. CNPA 6-2	68,26abA	56,99aB	62,63a
5. CNPA 86-88	60,24cdeA	50,07bB	55,16bc
6. CNPA 87-2B	58,32eA	45,92bcdB	52,12cd
7. CNPA 55	64,36bcA	48,38bcdB	56,37b
8. CNPA 87-3B	60,27cdeA	44,04dB	52,15cd
9. CNPA LR-2	70,54aA	55,59aB	63,06a
10. CNPA 86-12B	59,67deA	49,04bcB	54,36bc
Média <sup>4</sup>	63,05A	49,72B	

1. DMS (cultivares) = 3,24

2. DMS (níveis de temperatura) = 2,91

3. DMS (cultivares dentro de temperatura) = 4,58

4. DMS (temperatura dentro de cultivar) = 1,79

Valores transformados em  $\arcsen(p/100)^{1/2}$ .

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical ou maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

germinação foi significativamente inferior em relação à temperatura de 30°C ( $T_1$ ). O efeito significativo da temperatura no comportamento das cultivares, reflete em parte uma melhor condição de temperatura ótima, pois sabe-se que em baixas temperaturas e em meio salino, a absorção de água é diminuída (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1975).

#### 1.4.1. Efeito da Interação Cultivar X Temperatura

A análise de variância mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para a interação cultivar e temperatura (Tabela 1). O desdobramento da interação (Tabela 3 do Apêndice) mostra que o efeito das temperaturas foram significativos em todas as cultivares. O teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade encontra-se na Tabela 4, onde observa-se que tanto na temperatura de 30°C ( $T_1$ ) como de 25°C ( $T_2$ ), as cultivares IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2, apresentaram o melhor comportamento quando comparadas com as demais. Entretanto, quando se considera as cultivares dentro de cada temperatura, verifica-se que as supra citadas cultivares apresentaram porcentagens de germinação superior, diferindo estatisticamente das demais em ambas as temperaturas. As cultivares CNPA ACEITERA e CNPA 87-2B na temperatura de 30°C e CNPA 87-3B e CNPA INAMAR na de 25°C, apresentaram os menores percentuais de germinação respectivamente em média de 10,78 e 12,9%, inferior as demais. Em outros trabalhos também foram identificados os

efeitos interativos de temperatura e cultivar, bem como de salinidade e temperatura para diferentes culturas, tais como alfafa (AHI & POWERS, 1938), beterraba açucareira (FRANÇOIS & GOODIN, 1972), alface (ODEGBARO & SMITH, 1969), girassol e cártamo (MAFTOUN & SEPASKHAH, 1978) e algodão (SANTOS, 1981).

#### 1.4.2. Efeito da interação temperatura X níveis de sais.

A análise de variância mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para a interação temperatura X salinidade (Tabela 1). O desdobramento desta interação também mostrou-se significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator sais dentro de temperaturas e vice versa. A comparação das médias ao nível de 0,05 de probabilidade encontram-se na Tabela 5, onde observa-se que os valores médios de germinação decresceram significativamente na temperatura de 25°C ( $T_2$ ) em todos os níveis de salinidade. De acordo com KRAMER (1942) as diferenças encontradas entre as várias espécies são relacionadas com as variações ocorridas na viscosidade e permeabilidade do protoplasma em decorrência das baixas temperaturas. Porém, MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975), observaram que em baixas temperaturas, a absorção de água pelas sementes é reduzida, influenciando na velocidade de germinação, tendo em vista que a divisão e alongamento celulares diminuem através da intensidade do processo respiratório, que quando submetidos em substrato salino, reduzem a síntese de proteínas. Observa-se também que nas temperaturas de 30°C ( $T_1$ ) e 25°C ( $T_2$ ), a porcentagem de germinação decresceu em função do aumento das concentrações de NaCl, porém tanto em  $T_1$  como em  $T_2$  nos níveis da testemunha ( $S_1$ ) e 60 meq/l ( $S_2$ ) os valores médios de germinação não diferiram entre si.

TABELA 5 - Valores médios\* da porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas

Temperatura	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>1,2</sup>				Média <sup>3</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
T <sub>1</sub> - 30°C	70,68aA	72,95aA	66,57aB	42,01aC	63,05a
T <sub>2</sub> - 25°C	59,4bA	61,11bA	47,8bB	30,55bC	49,72b
Média <sup>4</sup>	65,04B	67,03A	57,19C	36,28D	

1. DMS (níveis de salinidade dentro de temperatura) = 2,0
2. DMS (temperatura dentro dos níveis de salinidade) = 2,36
3. DMS (temperatura) = 1,79
4. DMS (níveis de salinidade) = 1,66

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

A análise de regressão aplicada aos níveis de concentração de NaCl para T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 4 do Apêndice), obtendo-se as seguintes respostas: T<sub>1</sub>:  $y = 70,18 + 0,176X - 0,001861X^2$  com R<sup>2</sup> igual a 0,99, e T<sub>2</sub>:  $y = 59,96 + 0,07X - 0,0013X^2$  com R<sup>2</sup> igual a 0,98, assumindo-se valores de X em meq/l e  $y = \arcsen(p/100)^{1/2}$ . Nestas condições observa-se que na temperatura de 30°C (T<sub>1</sub>), o nível de concentração de 47,3 meq/l seria ideal para se atingir o máximo valor de germinação. Entretanto, ao considerar o



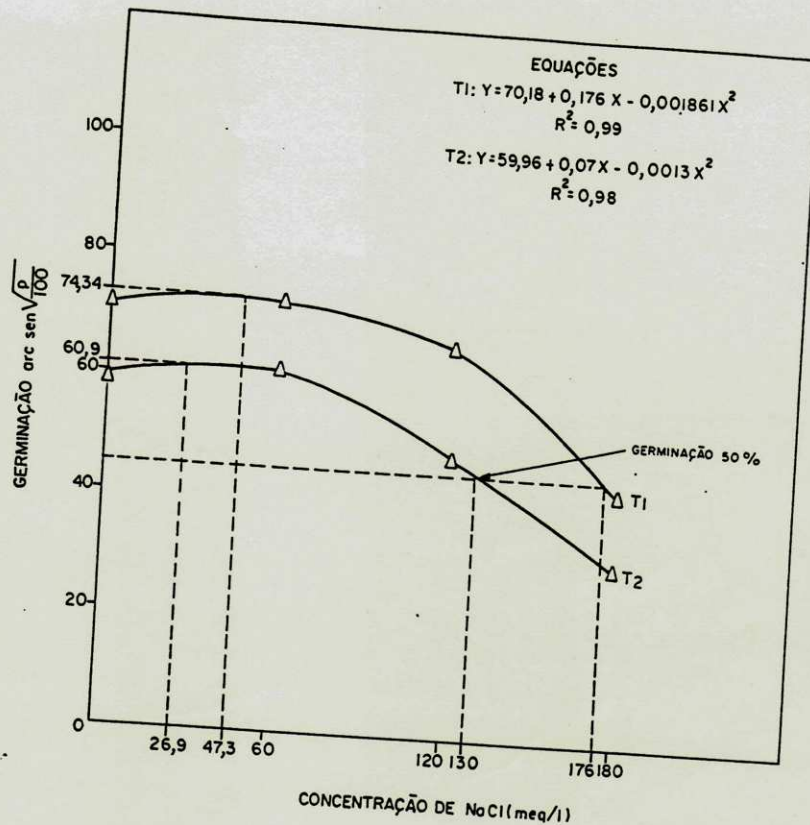


FIG. 4 -Efeito do NaCl no teste de germinação de cultivares de gergelim nas temperaturas T<sub>1</sub>=30° e T<sub>2</sub>=25°C.

índice de 50% de germinação, verifica-se que o nível de concentração de NaCl seria aproximadamente de 176 meq/l. Na temperatura de 25°C (T<sub>2</sub>), estes pontos foram inferiores aos encontrados por T<sub>1</sub>, ou seja, o nível de concentração com que se obteria a germinação máxima seria de 26,9 e acima de 130 meq/l, a porcentagem de germinação, reduziria a um índice abaixo de 50% (Figura 4). Estes resultados não estão de acordo aos encontrados por YOUSIF (1972), que ao trabalhar com gergelim, encontrou que a pressão osmótica equivalente a

12 atm\* proporcionaria a inibição em torno de 50% de germinação. Esta discrepância pode estar associada aos diferentes tipos de substratos utilizados nos dois estudos. Enquanto YOUSIF (1972), utilizou o papel de filtro dentro de Germiboxes (11 x 11 cm), e apenas 10 ml de solução de NaCl para saturação, no presente estudo foi utilizada a técnica de papel toalha de tamanho de 19,5 x 12,5 cm, sendo que o substrato foi salinizado com volume de solução em torno de 10 a 15 vezes superior, e o recipiente contendo rolos de papel toalha, que por não ser fechado, pode ter alterado um pouco a umidade relativa no interior do germinador. Na Tabela 5, observa-se também que na temperatura de 30°C (T<sub>1</sub>), a porcentagem de germinação para o nível S<sub>2</sub> não diferiu de S<sub>1</sub>, enquanto que para o nível S<sub>3</sub> verifica-se um decréscimo significativo quando comparado com S<sub>1</sub>. Para a temperatura de 25°C (T<sub>2</sub>), a porcentagem de germinação em S<sub>2</sub> também não apresentou diferença significativa em relação a S<sub>1</sub>, no entanto, no nível S<sub>3</sub> quando comparado aos níveis mais baixos (S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>), a porcentagem de germinação foi drasticamente reduzida. A análise permite afirmar que na temperatura de 30°C (T<sub>1</sub>) houve uma queda brusca da germinação entre S<sub>3</sub> e S<sub>4</sub>, enquanto para 25°C (T<sub>2</sub>) este efeito é observado entre S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>, demonstrando assim, uma maior sensibilidade da germinação na temperatura de 25°C.

---

(\*) 12 atm significa uma concentração aproximadamente de 330 eq/l.

## 2. Efeito de Diferentes Níveis de Salinidade e Temperatura no Vigor do Gergelim (*Sesamum indicum* L.)

### 2.1. Germinação

Os valores da porcentagem de germinação para o vigor das dez cultivares de gergelim, submetidas em substrato salino e temperaturas, encontram-se nas Figuras 1A e 2A do apêndice. Verifica-se que as cultivares CNPA G-2, IAPAR 322 e CNPA LR-2 tiveram o mesmo comportamento em termos de tolerância aos valores encontrados no item 1.

A análise mostrou também que o nível crítico de concentração de NaCl que permitiria a máxima germinação foi na ordem de 36,93 meq/l independentemente da temperatura, porém ao considerar este último fator, ficou evidenciado que os níveis de concentração de NaCl foram de 65,2 e zero meq/l respectivamente para 30 e 25°C, enquanto que a 180 e 90 meq/l a germinação seria inibida a índices inferiores a 50% (Figuras 3A e 4A do apêndice). Estas discrepâncias encontradas com os valores previamente estudados, deve-se ao fato de que utilizou-se um menor número de sementes para o presente experimento.

## 2.2 - Vigor

### 2.2.1 - Comprimento do Hipocótilo

O comprimento do hipocótilo das dez cultivares de gergelim apresentou resultados diferenciados em relação aos níveis de concentração de NaCl e de temperaturas (Figuras 5 e 6).

Para a temperatura de 30°C, verifica-se que os valores médios do comprimento do hipocótilo foram bastante reduzidos a partir do nível de 60 meq/l, principalmente quando comparadas com a testemunha (zero), sendo que a partir de 120 meq/l estas reduções foram ainda mais drásticas. Entretanto, ao se analisar o desempenho das cultivares para as condições de estudo, observa-se que as IAPAR 322, a CNPA G-2 e a CNPA LR-2 sobressairam-se em relação às demais (Figura 5).

Os valores representativos para a temperatura de 25°C mostram que todas as cultivares tiveram uma melhor performance no nível de 60 meq/l, a exceção da CNPA 87-3B. Entretanto, as cultivares que apresentaram um melhor comportamento foram as IAPAR 322 e CNPA G-2 sendo que as CNPA 86-88, CNPA 87-2B, CNPA 87-3B e a CNPA 86-128, obtiveram valores de comprimento do hipocótilo completamente afetados para o nível de 180 meq/l (Figura 6).

Na comparação entre os dados de comprimento do hipocótilo referentes as temperaturas de 30 e 25°C, foi

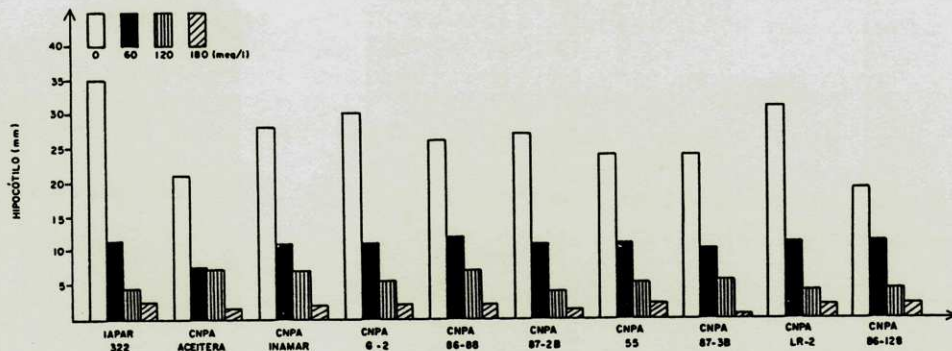


FIG. 5 - índice de vigor (hipocótilo) de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 30°C.

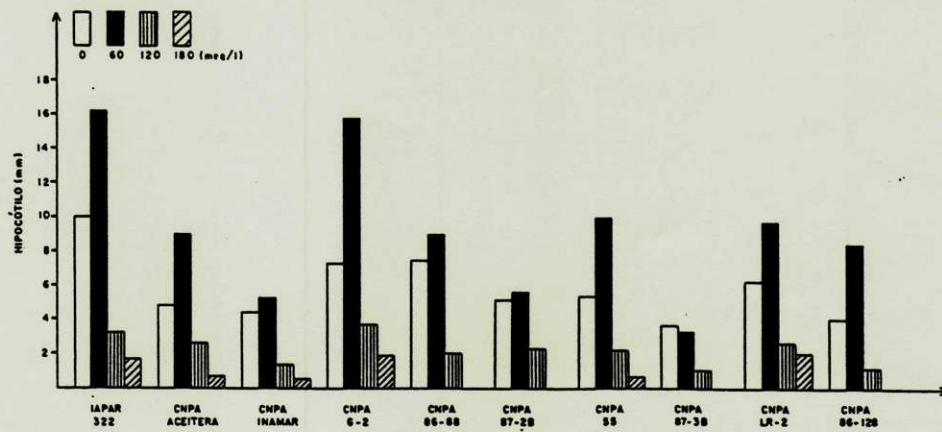


FIG. 6 - índice de vigor (hipocótilo) de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 25°C.

possível identificar que as cultivares IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 foram as que apresentaram o melhor desempenho.

A análise de variância está apresentada na Tabela 6 (do QM), onde mostra efeito significativo ao nível 0,01 de probabilidade para as cultivares (C), temperatura (T), concentração de NaCl (S), bem como para as interações CxS, TxS e CxTxS.

TABELA 6 - Resumo da análise de variância do comprimento do hipocótilo, da radícula e do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas

F.V.	GL	Quadrados Médios e F		
		1	2	3
Bloco	3	0,01NS	0,04NS	0,05NS
Cultivares (C)	9	0,64**	2,03**	4,65**
Temperatura (T)	1	37,22**	158,06**	354,58**
Concentração de NaCl (S)	3	35,53**	83,63**	224,07**
Interação CxS	27	0,20**	1,69**	2,66**
Interação TxS	3	17,61**	38,65**	72,28**
Interação CxT	9	0,12NS	0,40NS	0,58NS
Interação CxTxS	27	0,16**	0,80**	1,30**
Resíduo	237	0,07	0,19	0,37
Total	319			
CV		34,30	40,98	32,95

- 1 - Comprimento do hipocótilo  
 2 - Comprimento da radícula  
 3 - Comprimento do hipocótilo + radícula

#### Efeito das Concentrações de NaCl

A comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade encontra-se na Tabela 7, onde observa-se que o aumento da concentração salina reduziu o comprimento do hipocótilo em decorrência dos efeitos osmóticos e/ou tóxicos (PRISCO, 1978). Efeitos similares foram encontrados para o algodão (SANTOS, 1981 & SILVA,

1981) e sorgo granífero (TORRES, 1987).

De acordo com a Tabela 5 do apêndice, o comprimento do hipocótilo e os níveis de concentração de NaCl estão associados mediante regressão polinomial e adotando-se o nível de significância até o segundo grau, cujos valores em  $Y = 1,62 - 0,012X + 0,000024X^2$  com  $R^2 = 0,99$  (Figura 7). Verifica-se nesta curva que o aumento gradativo das concentrações nos níveis estudados, provocou uma diminuição no comprimento do hipocótilo, de forma que a partir de 60 meq/l o efeito da salinidade se faz presente, sendo mais pronunciado nos níveis elevados. Observa-se também, que na testemunha (zero meq/l) o comprimento do hipocótilo sobressaiu-se de maneira favorável quando comparado aos demais níveis.

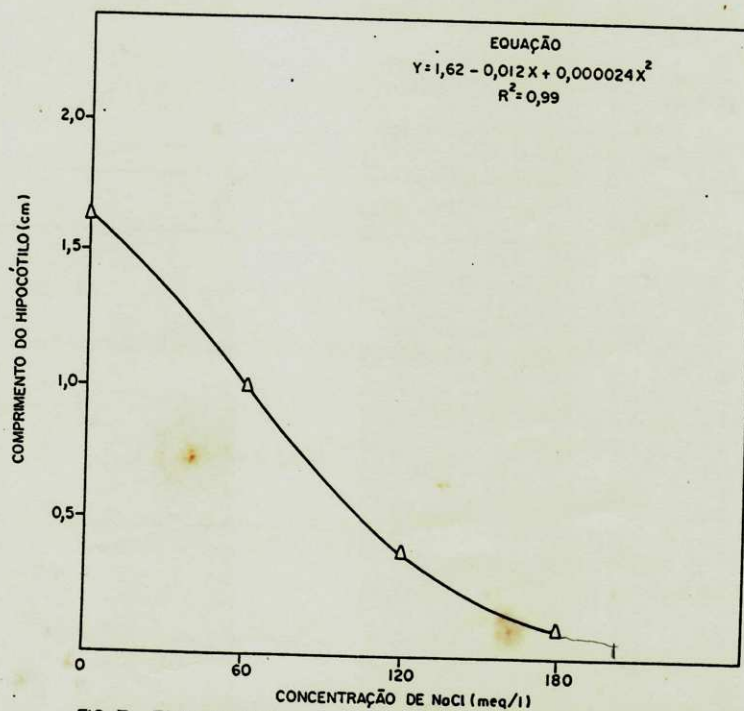


FIG. 7 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim.



TABELA 7 - Valores médios\* do comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl.

Cultivares	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>2,3</sup>				Média <sup>1</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
1 IAPAR 322	2,24aA	1,39aB	0,38aC	0,19aC	1,05a
2 CNPA ACEITERA	1,30cdA	0,84bB	0,49aC	0,14aD	0,69cd
3 CNPA INAMAR	1,62bcA	0,81bB	0,33aC	0,14aC	0,73cd
4 CNPA 6-2	1,86abA	1,35aB	0,45aC	0,21aC	0,97ab
5 CNPA 86-88	1,67bcA	1,07abB	0,49aC	0,10aD	0,83bc
6 CNPA 87-2B	1,61bcdA	0,87bB	0,31aC	0,08aC	0,72cd
7 CNPA 55	1,47bcdA	1,07abB	0,36aC	0,15aC	0,76bcd
8 CNPA 87-3B	1,39cdA	0,66bB	0,34aB	0,02aC	0,60d
9 CNPA LR-2	1,87aA	1,05abB	0,36aC	0,20aC	0,87abc
10 CNPA 86-128	1,19dA	1,00abA	0,37aB	0,10aC	0,66cd
Média <sup>4</sup>	1,62A	1,01B	0,39C	0,1D	

1. DMS (cultivares) = 0,21
2. DMS (níveis de salinidade dentro de cultivar) = 0,34
3. DMS (cultivares dentro dos níveis de salinidade) = 0,42
4. DMS (níveis de salinidade) = 0,11

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

### Tolerância das Cultivares ao Estresse Salino

A análise de variância mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator cultivares (Tabela 6, do QM). O teste de Tukey aplicado as médias ao nível de 0,05 de probabilidade, encontra-se na Tabela 7 onde observa-se que as cultivares IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 não diferiram significativamente entre si, apresentando os maiores valores de comprimento do hipocótilo. Estes resultados estão em concordância aos encontrados para a germinação.

### Efeito da Interação Cultivar x Níveis de Salinidade

De acordo com os resultados da análise de variância mostrados na Tabela 6 (do QM), observa-se a existência de efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para a interação cultivares x níveis de salinidade. O desdobramento da interação também mostrou respostas diferenciadas e significativas ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 6 do apêndice). O teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade encontra-se na Tabela 7, onde observa-se que enquanto nos níveis de 0 (testemunha) e 60 meq/l ( $S_1$ ) as cultivares mostraram diferenças entre si, porém nos níveis de 120 meq/l ( $S_3$ ) e 180 meq/l ( $S_4$ ) o efeito da salinidade no comprimento do hipocótilo foram drásticos e como consequência as cultivares não apresentaram diferenças

significativas entre si. Entre a testemunha ( $S_1$ ) e o nível de 60 meq/l ( $S_2$ ), observa-se que na cultivar CNPA 86-128, estes níveis de salinidade não diferiram entre si. Entretanto no comportamento geral das cultivares, observa-se que a IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 sobressairam-se melhor do que as demais para os dois níveis de salinidade citados anteriormente.

A análise do comprimento do hipocótilo através da redução relativa em relação da testemunha, encontra-se na Tabela 8. Observa-se que no nível de 180 meq/l ( $S_4$ ) houve uma variação na redução relativa de 88,72 a 98,57, sendo a mínima para a cultivar CNPA G-2. No nível de 120 meq/l ( $S_3$ ), também verificou-se uma alta redução relativa (> 60%), o que demonstra que tanto em  $S_3$  como em  $S_4$ , o comprimento do hipocótilo apresentou uma maior sensibilidade em resposta a salinidade, do que para o nível de 60 meq/l, que teve nas cultivares CNPA 86-128, CNPA 55 e CNPA G-2 os menores valores de redução relativa (< 30%).

TABELA 8 - Redução relativa\* do comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função dos diferentes níveis de concentração de NaCl.

Cultivares	% - REDUÇÃO RELATIVA		
	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
1. IAPAR 322	37,95	83,04	91,52
2. CNPA ACEITERA	35,39	62,31	89,24
3. CNPA INAMAR	50,00	79,64	91,36
4. CNPA G-2	27,43	75,81	88,72
5. CNPA 86-88	35,93	70,66	94,02
6. CNPA 87-2B	45,97	80,75	95,04
7. CNPA 55	27,22	75,52	89,80
8. CNPA 87-3B	52,52	75,55	98,57
9. CNPA LR-2	43,86	80,76	89,31
10. CNPA 86-128	15,97	68,91	91,60

\* Em relação a testemunha.

#### Efeito da Temperatura

O fator temperatura também apresentou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, conforme resultados da análise de variância descrita na Tabela 6 (do QM). Na Tabela 9 observa-se que a diminuição na temperatura reduziu significativamente o comprimento do hipocótilo e as diferenças foram significativas ao nível de 0,05 de probabilidade. Este fato pode estar associado a uma

melhor condição de temperatura ótima, no caso de 30°C, já que em baixas temperaturas sobretudo em substrato salino, a velocidade de absorção e a síntese de proteínas são reduzidas (MAYBER & POLJAKOFF-MAYBER, 1975).

#### Efeito Interativo de Temperatura x Níveis de Sais

Os efeitos interativos da temperatura e níveis de salinidade, mostraram-se significativos ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 6, do QM). O desdobramento da interação também se comportou de forma significativa ao nível de 0,01 de probabilidade, conforme análise de variância apresentada na Tabela 7 do apêndice. O teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade encontra-se na Tabela 9, onde verifica-se que tanto em 30°C ( $T_1$ ) como em 25°C ( $T_2$ ) aumento das concentrações salinas reduziu o comprimento do hipocótilo, que em presença de temperatura mais baixa, pode ter causado variação na viscosidade e permeabilidade do protoplasma (KRAMER, 1942). Entretanto, MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975) citam que em baixas temperaturas a absorção de água pelas sementes é reduzida, de modo que a divisão e alongamento celulares diminuem através da intensidade do processo respiratório.

TABELA 9 - Valores médios\* do comprimento do hipocótilo de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas

Temperatura <sup>2</sup>	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>2</sup>				Média <sup>1</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
T <sub>1</sub> - 30°C	2,66aA	1,10aB	0,56aC	0,20aD	1,13a
T <sub>2</sub> - 25°C	0,58bB	0,92bA	0,22bC	0,07bC	0,45b
Média*	1,62A	1,01B	0,39C	0,13D	

1. DMS (níveis de temperatura) = 0,05

2. DMS (níveis de salinidade dentro de temperatura) = 0,15

3. DMS (níveis de temperatura dentro de salinidade) = 0,11

4. DMS (níveis de salinidade) = 0,11

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical ou maiúscula na horizontal não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

A análise de regressão entre os níveis de concentração de sais nas temperaturas de 30 e 25°C, mostrou-se significativa ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 7 do apêndice). Estas associações foram representadas em T<sub>1</sub> por  $Y = 2,61 - 0,028X + 0,000083X^2$  e para T<sub>2</sub> por  $Y = 0,66 + 0,0024X - 0,000033X^2$ , com (R<sup>2</sup>) igual a 0,98 e 0,71 respectivamente (Figura 8). Uma análise desta figura revela que em T<sub>1</sub>, a resposta do comprimento do hipocótilo foi de uma pronunciada sensibilidade quando comparado ao controle, sendo inibido de forma mais acentuada nos níveis superiores. No caso de T<sub>2</sub> observa-se que no nível de 60 meq/l, o

comprimento do hipocótilo foi superior ao controle, mostrando que o efeito benéfico de baixa concentração de NaCl diminuiu os efeitos adversos de baixa temperatura.

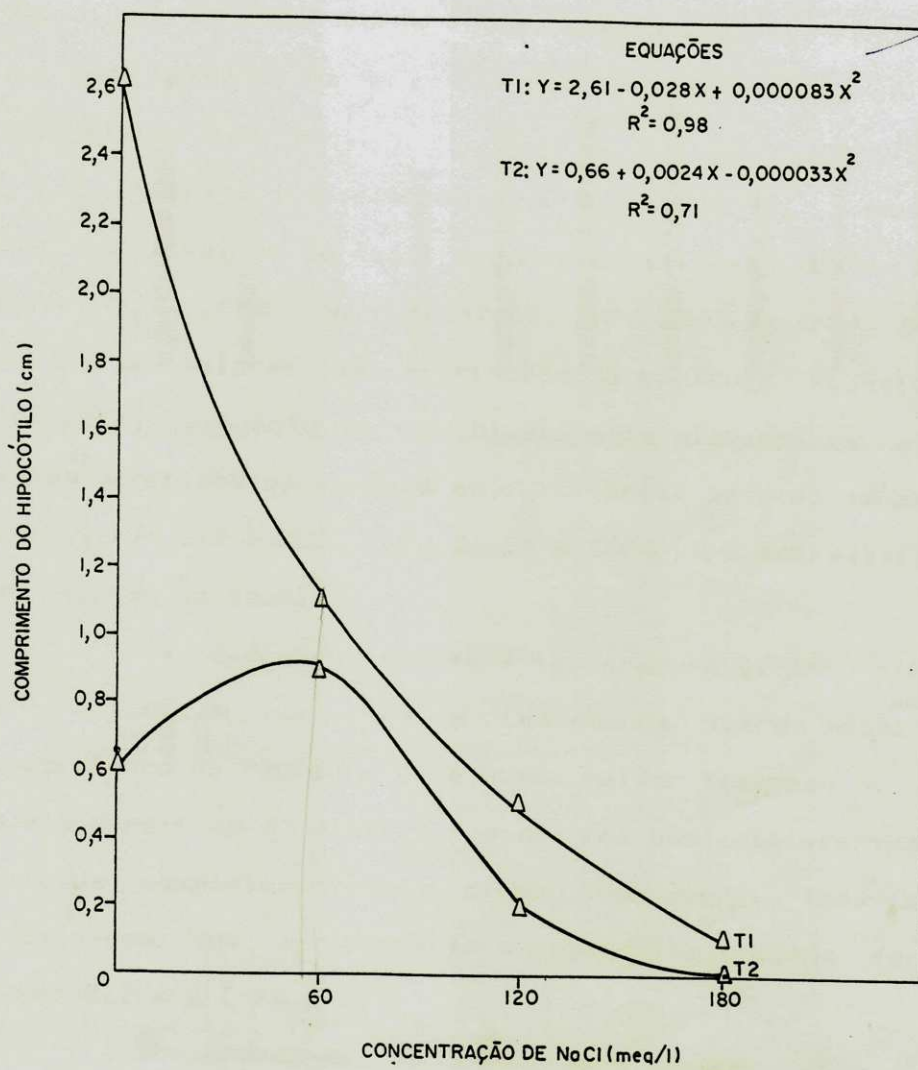


FIG. 8 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo de cultivares de germe nas temperaturas T1 = 30°C e T2 = 25°C.

### 2.2.2 - Comprimento da Radícula

Os valores médios do comprimento da radícula obtidos para diferentes cultivares em função dos níveis de salinidade e temperaturas estão apresentados nas Figuras 9 e 10, onde verifica-se um comportamento diferenciado em função dos fatores estudados.

Para a temperatura de 30°C (Figura 9), observa-se que no nível de 60 meq/l algumas cultivares (CNPA 86-88, CNPA 87-2B, CNPA 55, CNPA 87-3B, CNPA LR-2 e CNPA 86-128) mostraram valores de comprimento da radícula superior ao controle, enquanto que nos níveis mais elevados os efeitos foram drásticos para todas as cultivares. De modo geral, as cultivares IAPAR 322, CNPA 86-88 e CNPA LR-2 sobressairam-se em relação as demais.

Os dados referentes a temperatura de 25°C (Figura 10), indicam que para a testemunha (zero meq/l), o comprimento da radícula teve o seu melhor desempenho, sendo que a partir de 60 meq/l a redução foi bastante acentuada e inibida completamente no nível 180 meq/l. Todavia, as cultivares que apresentaram o melhor desempenho foram a IAPAR 322 e a CNPA G-2.

Comparando-se os resultados entre  $T_1$  e  $T_2$ , a análise mostra que em ambas as temperaturas a influência do aumento dos níveis de salinidade foi a de reduzir o comprimento da radícula. Entretanto, para a temperatura mais baixa, verifica-se que estes valores foram mais afetados



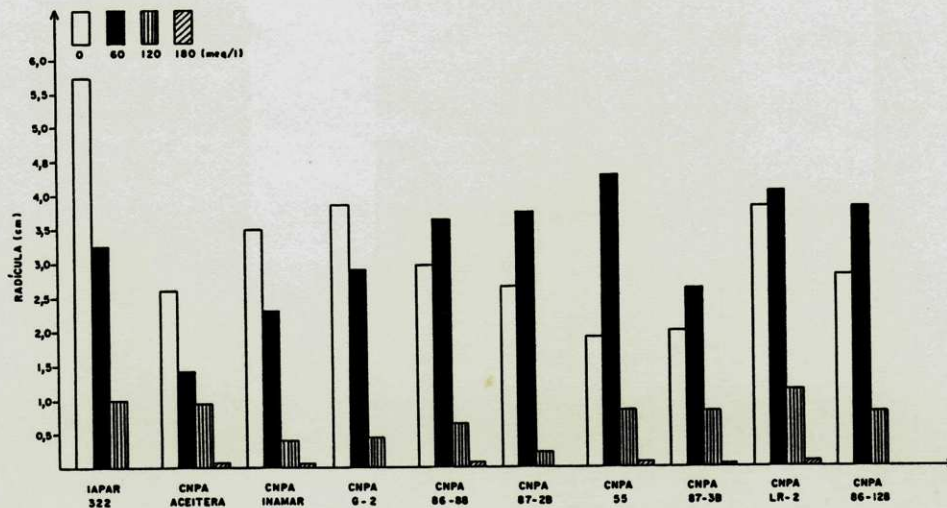


FIG. 9 - Índice de vigor (radícula) de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 30°C.

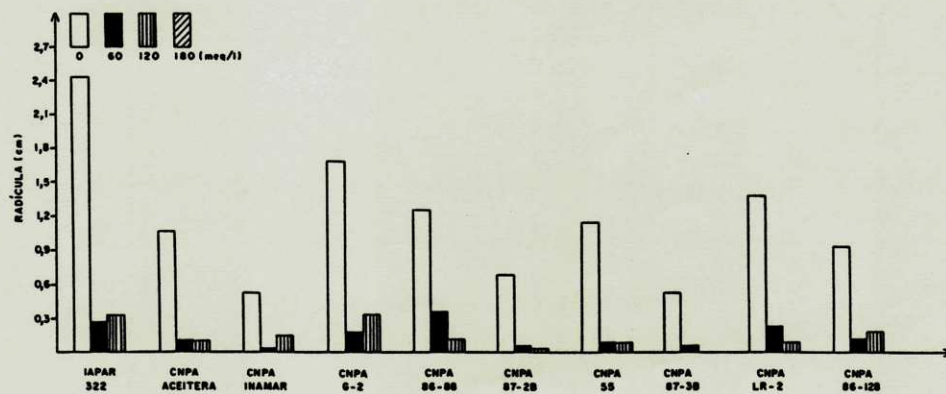


FIG. 10 - Índice de vigor (radícula) de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 25°C.

quando comparados aos encontrados para a temperatura de 30°C. Confrontando-se o desempenho das cultivares, os resultados revelaram que a IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 obtiveram o melhor comportamento.

A análise de variância para os dados do comprimento da radícula mostra efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade para cultivares (C), temperatura (T), níveis de concentração de NaCl (S) e também para as interações CxS, TxS e CxTxS (Tabela 6, segunda coluna).

### Efeitos das Concentrações de NaCl

Na Tabela 10 observa-se que o aumento das concentrações de NaCl reduziu drasticamente o comprimento da radícula e as diferenças entre os níveis foram significativas ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey. Esses efeitos como foi explicado anteriormente, foram devido aos efeitos osmótico e/ou tóxico que influenciam na absorção de água afetando o metabolismo das sementes e crescimento das plântulas (PRISCO, 1978).

As variações ocorridas no comprimento da radícula em decorrência do aumento dos níveis de concentração de NaCl, foram também estudadas mediante a regressão polinomial, cujos valores mostraram-se significativos ao nível de 0,01 de probabilidade. Entretanto no presente estudo adotou-se até o segundo grau (Tabela 8 do apêndice) e a curva de resposta pôde ser apresentada pela equação  $Y = 2,22 - 0,0132X + 0,0000069X^2$ , com ( $R^2$ ) igual a 0,98 (Figura 11). Os resultados demonstram que acima de 60 meq/l de NaCl, o comprimento da radícula apresentou uma diminuição acentuada, atingindo o valor aproximadamente zero (0) a 180 meq/l.

### Tolerância das Cultivares ao Estresse Salino

A análise de variância também mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator

TABELA 10 - Valores médios\* do comprimento da radícula de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl.

Cultivares	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>2,3</sup>				Média <sup>1</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
1. IAPAR 322	4,06aA	1,77abB	0,42aC	0,04aC	1,57a
2. CNPA ACEITERA	1,81deA	0,77dB	0,56aB	0,02aC	0,79de
3. CNPA INAMAR	2,03cdA	1,13cdB	0,25aC	0,03aC	0,86cde
4. CNPA 6-2	2,76bA	1,56abcB	0,38aC	0,02aC	1,18bc
5. CNPA 86-BB	2,21bcA	1,99aA	0,38aC	0,02aC	1,13bcd
6. CNPA 87-2B	1,68deA	1,91abA	0,12aB	0,05aB	0,93cde
7. CNPA 55	1,52deB	2,22aA	0,53aC	0,015aC	1,07bcde
8. CNPA 87-3B	1,28eA	1,35bcA	0,42aC	0,01aC	0,76e
9. CNPA LR-2	2,60bA	2,15aA	0,50aB	0,03aB	1,32ab
10. CNPA 86-12B	1,87dA	1,98abA	0,49aB	0,01aB	1,09bcde
Média <sup>4</sup>	2,17A	1,68B	0,41C	0,02D	

1. DMS (cultivares) = 0,34

2. DMS (níveis de salinidade dentro de cultivares) = 0,55

3. DMS (cultivares dentro de salinidade) = 0,68

4. DMS (níveis de salinidade) = 0,17

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

cultivares (Tabela 6, do QM). O teste de Tukey aplicado às médias ao nível de 0,05 de probabilidade encontram-se na Tabela 10, onde observa-se que as cultivares IAPAR 322 e a CNPA LR-2 tiveram o melhor desempenho, apesar desta última não apresentar diferença significativa em relação as CNPA G-2, CNPA 86-88, CNPA 86-128 e CNPA 55. Por outro lado, a cultivar CNPA 87-3B apresentou o valor mais baixo de comprimento da radícula.

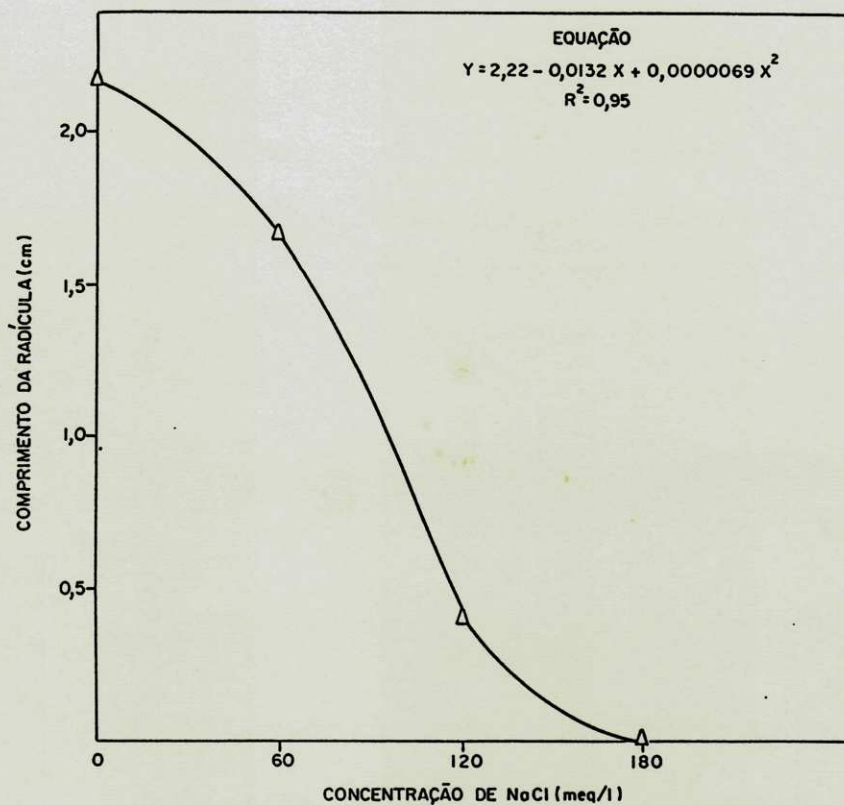


FIG.11 -Efeito do NaCl no comprimento da radícula de cultivares de germe-lim.

#### Efeito da Interação Cultivares x Níveis de Sais

Na análise de variância constata-se efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para a interação cultivar x níveis de sais (Tabela 6, do QM). O desdobramento da interação também mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator sais dentro de cultivares, enquanto que cultivares dentro de sais nos níveis de 120 e 180 meq/l não apresentaram diferença significativa (Tabela 9 do Apêndice). O teste de Tukey aplicado às médias ao nível de 0,05 de probabilidade,

encontra-se na Tabela 10, onde observa-se que entre a testemunha ( $S_1$ ) e 60 meq/l ( $S_2$ ), as cultivares IAPAR 322, CNPA ACEITERA, CNPA INAMAR e CNPA G-2 diferiram entre si. Para os níveis de 120 e 180 meq/l, verifica-se que houve uma redução significativa para o comprimento da radícula quando comparado com a testemunha ( $S_1$ ). Entretanto, para a testemunha ( $S_1$ ), a cultivar IAPAR 322, sobressaiu-se em relação as demais, enquanto que no nível de 60 meq/l a IAPAR 322, CNPA G-2, CNPA 86-88, CNPA 87-2B, CNPA 55, CNPA LR-2 e CNPA 86-128, não apresentaram diferença significativa entre si. De acordo com RICHARDS (1954) e MALIWAL & PALIWAL (1962), estas discrepâncias encontradas para as cultivares dentro dos níveis de salinidade, podem estar associados a diferenciação genética das sementes.

A análise do comprimento da radícula em função da redução relativa\* com base na testemunha, encontram-se na Tabela 11, onde observa-se que nos níveis de NaCl de 120 meq/l ( $S_3$ ) e 180 meq/l ( $S_4$ ), os valores médios de redução relativa atingiram níveis em ordem respectiva de 79,44 a 98,83%, afetando completamente o comprimento da radícula. Para o nível de 60 meq/l ( $S_2$ ), as cultivares CNPA 87-2B, CNPA 55, CNPA 87-2B e CNPA 86-128, alcançaram valores superiores quando comparadas ao controle ( $S_1$ ), de modo que não apresentaram redução relativa.

TABELA 11 - Redução relativa\* do comprimento da radícula de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função de diferentes níveis de concentração de NaCl.

Cultivares	% - Redução relativa		
	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
1. IAPAR 322	56,41	89,66	99,02
2. CNPA ACEITERA	57,47	69,07	98,9
3. CNPA INAMAR	44,34	87,69	98,53
4. CNPA G-2	43,48	86,24	99,28
5. CNPA 86-88	9,98	82,00	99,06
6. CNPA 87-2B	**	92,86	97,03
7. CNPA 55	**	65,14	99,02
8. CNPA 87-3B	**	67,19	99,22
9. CNPA LR-2	17,31	80,77	98,85
10. CNPA 86-128	**	73,80	99,47

\* Em relação a testemunha.

\*\* Não houve redução.

#### Efeito da Temperatura

Os resultados da análise de variância (Tabela 6, do QM), mostram efeito significativo para o fator temperatura ao nível de 0,01 de probabilidade. O Teste de Tukey aplicado às médias ao nível de 0,05 de probabilidade,



encontra-se na Tabela 12, onde observa-se que o comprimento da radícula foi significativamente inferior na temperatura de 25°C (T<sub>2</sub>). De acordo com MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975) e MALIWAL & PALIWAL (1968), as sementes requerem diferentes faixas de temperatura para germinarem de modo que o ponto ótimo de temperatura quando associado aos efeitos adversos da salinidade, exerce importância fundamental durante a fase inicial de desenvolvimento das plântulas.

#### **Efeito da Interação Temperatura X Níveis de Sais**

Os efeitos interativos de temperatura X níveis de sais, mostrou-se significativo ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 6, do QM). O desdobramento da interação mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator temperatura dentro de sais, a exceção para o nível de 180 meq/l (S<sub>4</sub>). Em contrapartida, o efeito isolado dos sais dentro de T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, também mostrou-se significativo (Tabela 10 do Apêndice). O teste de Tukey aplicado as médias ao nível de 0,05 de probabilidade encontra-se na Tabela 12, onde verifica-se que em ambas as temperaturas o aumento da salinidade, reduziu significativamente o comprimento da radícula. Entretanto, na temperatura de 30°C (T<sub>1</sub>), a análise revela que entre a testemunha (S<sub>1</sub>) e o nível de 60 meq/l (S<sub>2</sub>) não houve diferença significativa entre si. No caso da temperatura de 25°C (T<sub>2</sub>), observa-se que o comprimento da radícula foi significativamente

inferior, quando comparada com  $T_1$ . Entretanto, nos níveis de 60 e 120 meq/l ( $S_2$  e  $S_3$ ), observa-se que não houve diferença significativa.

A análise de regressão aplicada aos níveis de salinidade em  $T_1$  e  $T_2$  mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 10 do Apêndice), obtendo-se para ambas as temperaturas as respectivas respostas:  $y = 3,41 - 0,012X - 0,000044X^2$  com ( $R^2$ ) igual a 0,87 e  $y = 1,09 - 0,015X + 0,000058X^2$  com ( $R^2$ ) igual a 0,92 (Figura 12). Observa-se que na temperatura de 30°C ( $T_1$ ), o comprimento da radícula praticamente não foi afetado, entre os níveis  $S_1$  e  $S_2$ . Entretanto, para os níveis de sais mais elevados houve uma redução bastante acentuada. Na temperatura de 25°C ( $T_2$ ) o comprimento da radícula obteve o melhor resultado na testemunha (zero meq/l), enquanto nos demais níveis, foi afetado com mais intensidade.

TABELA 12 - Valores médios\* do comprimento da radícula de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas

Temperatura	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>2,3</sup>				Média <sup>1</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
T1 - 30°C	3,19aA	3,21aA	0,66aB	0,04aC	1,77a
T2 - 25°C	1,16bA	0,16bB	0,16bB	0,005bB	0,37b
Média <sup>4</sup>	2,17A	1,68B	0,41C	0,0D	

1. DMS (níveis de temperatura) = 0,09
  2. DMS (níveis de salinidade dentro de temperatura) = 0,25
  3. DMS (níveis de temperatura dentro de salinidade) = 0,19
  4. DMS (níveis de salinidade) = 0,17
- \* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

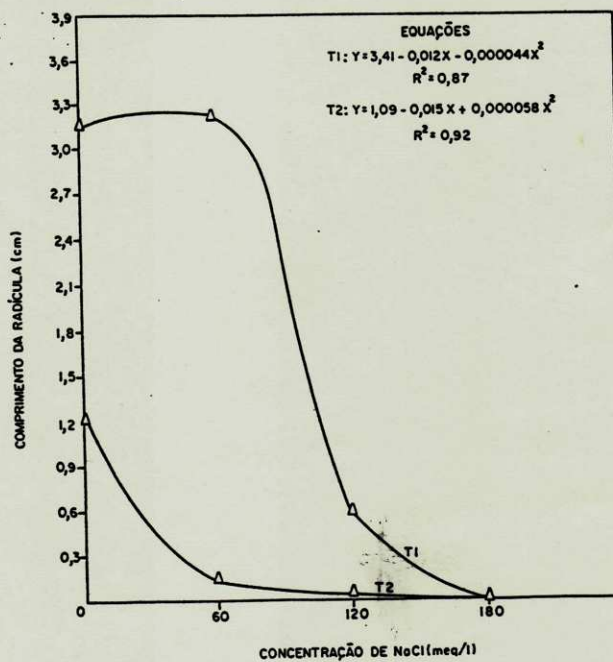


FIG. 12 - Efeito do NaCl no comprimento da radícula de cultivares de gergelim nas temperaturas T1 = 30°C e T2 = 25°C.

### 2.2.3 - Comprimento Total (Hipocótilo + Radícula)

O efeito de diferentes níveis de salinidade e temperatura no comprimento do hipocótilo + radícula estão apresentados nas figuras 13 e 14, demonstrando respostas diferenciadas das sementes em relação aos fatores em estudo.

A análise dos resultados mostrados na Figura 13, revela que na testemunha (zero meq/l) e no nível de 60 meq/l, o comprimento do hipocótilo + radícula, atingiu os maiores índices de crescimento, principalmente quando comparados com os níveis de salinidade mais elevados que foi afetado drasticamente, assumindo valores abaixo de 2 cm a partir do nível de 120 meq/l. Entretanto as cultivares CNPA 55 e CNPA 86-128, alcançaram valores superiores a testemunha, apesar de que, as cultivares IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 obtiveram o melhor desempenho em relação as demais.

Na Figura 14, observa-se que as sementes responderam adversamente ao abaixamento de temperatura e ao aumento dos níveis de salinidade, de modo que 90% das cultivares obtiveram comprimento de hipocótilo + radícula abaixo de 2 cm, sendo que no nível de 180 meq/l as cultivares CNPA ACEITERA, CNPA INAMAR, CNPA 86-88, CNPA 87-2B, CNPA 55, CNPA 87-3B e CNPA 86-128, tiveram crescimento totalmente nulo. Uma análise geral das médias, indica que a IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 foram as que obtiveram o melhor comportamento.

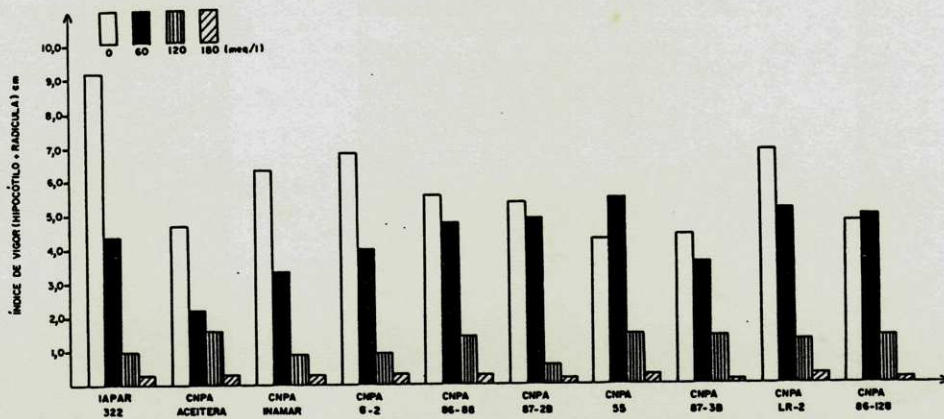


FIG. 13 - Índice de vigor (hipocótilo + radícula) de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 30°C.

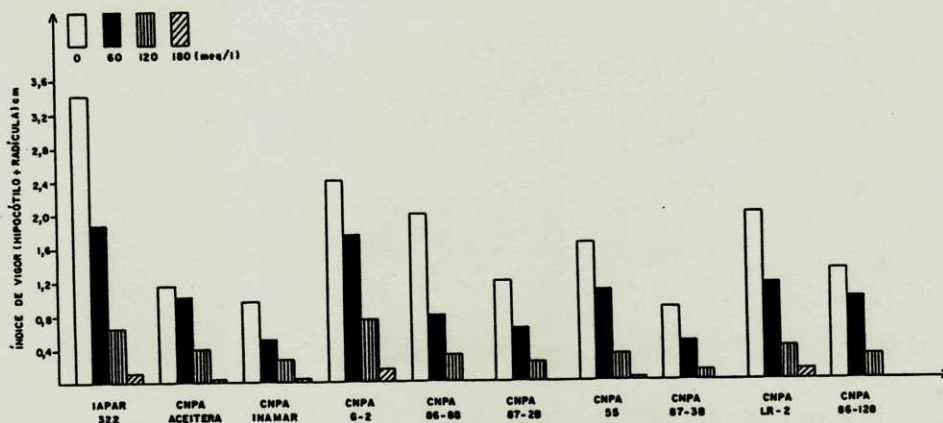


FIG. 14 - Índice de vigor (hipocótilo + radícula) de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das concentrações de NaCl a temperatura de 25°C.

Tanto em  $T_1$  como em  $T_2$ , a influência predominante do aumento da salinidade e abaixamento de temperatura, foi reduzir o comprimento do hipocótilo + radícula. Confrontando-se os valores de  $T_1$  e  $T_2$ , verifica-se que as cultivares IAPAR 322, CNPA 6-2 e CNPA LR-2 sobressairam-se em relação as demais.

A análise de variância aplicada aos dados do comprimento do hipocótilo + radícula das cultivares de gergelim, mostra efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade para os fatores cultivares (C), temperatura (T), níveis de concentração de NaCl (S), bem como para as interações CxS e TxS (Tabela 6, do QM).

### Efeito das Concentrações de NaCl

De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 6 (do QM), os níveis de concentração de NaCl teve efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade. A comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade, encontra-se na Tabela 13, onde observa-se que a influência predominante das concentrações de NaCl, foi a de reduzir significativamente o comprimento do hipocótilo + radícula, em proporção ao aumento destas, devido aos efeitos osmóticos e/ou tóxicos, que provocam uma diminuição no gradiente hídrico entre o substrato e a semente, de modo que esta última absorva uma menor quantidade de água. Para outras culturas encontrou-se efeitos similares, tais como o algodão (SANTOS, 1981; SILVA, 1981) e sorgo granífero (TORRES, 1987).

A análise de regressão aplicada aos níveis de salinidade, apresentou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 11 do Apêndice). Nestas condições determinou-se que os efeitos dos níveis de salinidade puderam ser representados através da seguinte equação com resposta em  $y = 3,84 - 0,025X + 0,000030X^2$ , com ( $R^2$ ) igual a 0,97 (Figura 15), onde verifica-se que a partir de 60 meq/l, a queda do comprimento do hipocótilo + radícula foi acentuada, sendo ainda mais drástica para os níveis mais elevados.

TABELA 13 - Valores médios do comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl.

Cultivares	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>2,3</sup>				Média <sup>1</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
1. IAPAR 322	6,31aA	3,16aB	0,82aC	0,22aC	2,63a
2. CNPA ACEITERA	2,96deA	1,62dB	1,07aB	0,16aB	1,45dc
3. CNPA INAMAR	3,65cdA	1,95cdB	0,59aC	0,17aC	1,59dc
4. CNPA 6-2	4,63bA	2,96abB	0,84aC	0,23aC	2,15ab
5. CNPA 86-88	3,78bcA	2,82abcB	0,87aC	0,13aC	1,90bc
6. CNPA 87-2B	3,29dA	2,79abcA	0,44aB	0,09aC	1,66dc
7. CNPA 55	2,99deA	3,3aA	0,90aB	0,16aB	1,84dbc
8. CNPA 87-3B	2,68eA	2,07bcA	0,76aB	0,03aB	1,38d
9. CNPA LR-2	4,48bA	3,20aB	0,86aC	0,24aC	2,19ab
10. CNPA 86-12B	3,06deA	2,99aA	0,86aB	0,11aB	1,75dbc
Média <sup>4</sup>	3,78A	2,68B	0,80C	0,15D	

1. DMS (cultivares) = 0,48

2. DMS (níveis de salinidade dentro de cultivares) = 0,78

3. DMS (cultivares dentro de níveis de salinidade) = 0,96

4. DMS (níveis de salinidade) = 0,24

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.



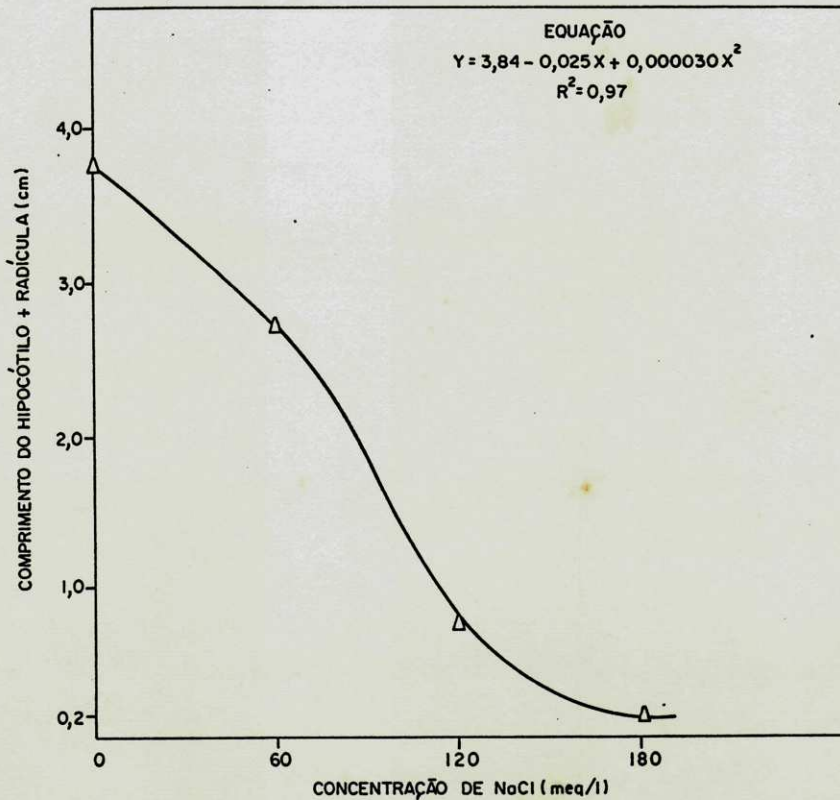


FIG. 15 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim.

#### Tolerância das Cultivares ao Estresse Salino

As cultivares também apresentaram efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 6, do QM). A comparação das médias foi realizada mediante o teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade e encontra-se na Tabela 13. Verifica-se que as cultivares IAPAR 322, CNPA G-2 e CNPA LR-2 não diferiram significativamente entre si. Estes resultados refletem em parte a superioridade destas cultivares, tendo em vista que obtiveram comportamento semelhante nas variáveis em estudo do presente trabalho.

### Efeito da Interação Cultivares X Níveis de Sais

Efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, também foi mostrado para a interação cultivar x níveis de salinidade (Tabela 6 do QM). O desdobramento da interação mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator sais dentro de cultivares. Entretanto, para cultivares dentro de  $S_3$  e  $S_4$  não apresentaram efeito significativo no mesmo nível de significância (Tabela 12 do Apêndice). O teste de Tukey aplicado às médias ao nível de 0,05 de probabilidade encontra-se na Tabela 13, onde observa-se que dentro da testemunha ( $S_1$ ) e de 60 meq/l ( $S_2$ ), a cultivar IAFAR 322 sobressaiu-se melhor do que as demais. Porém, entre estes níveis de salinidade, verifica-se que a CNPA 87-2B, CNPA 55, CNPA 87-3B e CNPA 86-128 não diferiram entre si.

A análise através da redução relativa com base na testemunha encontra-se na Tabela 14, onde observa-se que nos níveis de salinidade de 120 meq/l ( $S_3$ ) e 180 meq/l ( $S_4$ ) o comprimento do hipocótilo + radícula obteve respectivamente redução superior a 70%. Entretanto, para o nível de 60 meq/l ( $S_2$ ), verifica-se que a cultivar CNPA 86-128 obteve a menor redução relativa, enquanto que a IAFAR 322 teve a mais alta. Entretanto, a CNPA 55 não apresentou redução relativa para o nível citado anteriormente.

TABELA 14 - Redução relativa\* do comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função de diferentes níveis de concentração de NaCl.

Cultivares	% - Redução relativa		
	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
1. IAPAR 322	49,93	67,02	96,52
2. CNPA ACEITERA	45,28	63,86	94,6
3. CNPA INAMAR	46,58	83,84	95,35
4. CNPA G-2	37,15	81,87	95,04
5. CNPA 86-88	25,40	76,99	96,57
6. CNPA 87-2B	15,20	86,63	97,27
7. CNPA 55	**	69,91	94,65
8. CNPA 87-3B	22,77	71,65	98,89
9. CNPA LR-2	28,58	80,81	94,65
10. CNPA 86-128	2,29	71,91	96,41

\* Em relação a testemunha.

\*\* Não houve redução.

#### Efeito da Temperatura

Os resultados da análise de variância, também mostrou efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator temperatura (Tabela 6 do QM). A comparação das médias pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05

de probabilidade, encontra-se na Tabela 15, onde observa-se uma redução significativa no comprimento do hipocótilo + radícula para a temperatura de 25°C ( $T_2$ ), quando comparada com 30°C ( $T_1$ ). De acordo com MALIWAL & PALIWAL (1968) e MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975), a temperatura exerce importância na medida em que se estabelece condições ideais para as sementes germinarem e, também quando está associada aos efeitos adversos da salinidade.

#### **Efeito da Interação Temperatura X Níveis de Sais**

A análise de variância mostrou efeito interativo de temperatura x níveis de sais ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 6 do QM). O desdobramento da interação encontra-se na Tabela 13 do Apêndice, onde verifica-se que o fator temperatura dentro de sais, apresentou efeito significativo, a exceção para o nível de 180 meq/l ( $S_4$ ). Para o fator sais dentro de temperatura, a análise também mostrou efeito significativo. O teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade, encontra-se na Tabela 15, onde observa-se que em ambas as temperaturas o aumento das concentrações salinas e o abaixamento de temperatura reduziram significativamente o vigor das plântulas das sementes estudadas.

As variações ocorridas devido à salinidade e temperatura foram analisadas mediante o uso da regressão (Tabela 13 do Apêndice), onde determinou-se que para  $T_1$  e  $T_2$

as respectivas equações em  $y = 5,52 - 0,04X + 0,000038X^2$  com  $(R^2)$  igual a 0,95 e  $y = 1,7 - 0,013X + 0,000023X^2$  com  $(R^2)$  igual a 0,99, seriam ideais para se obter as respostas dos fatores estudados (Figura 16). Para a temperatura de 30°C ( $T_1$ ), verifica-se uma certa tolerância até o nível de 60 meq/l. Entretanto, nos níveis mais elevados, verifica-se uma alta sensibilidade. Na temperatura de 25°C ( $T_2$ ), verifica-se em todos os níveis, uma alta sensibilidade tanto de salinidade como de temperatura, se comparado com os valores de  $T_1$ . Em outros trabalhos também foi possível identificar efeitos interativos de temperatura x salinidade no desenvolvimento inicial de plântulas de culturas tais como alfafa (AHI & POWERS, 1938), girassol e cântamo (MAFTOUN & SEPASKHAH, 1978) e algodão (SANTOS, 1981).

TABELA 15 - Valores médios\* do comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes concentrações de NaCl e temperaturas

Temperatura	Concentração de NaCl (meq/l) <sup>2,3</sup>				Média <sup>1</sup>
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
T1	5,85aA	4,31aB	1,22aC	0,24aD	2,911a
T2	1,71bA	1,05bB	0,38bC	0,071bC	0,80b
Média <sup>4</sup>	3,78A	2,68B	0,80C	0,15C	

1. DMS (níveis de temperatura) = 0,13

2. DMS (níveis de salinidade dentro de temperatura) = 0,34

3. DMS (níveis de temperatura dentro de salinidade) = 0,26

4. DMS (níveis de salinidade) = 0,24

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

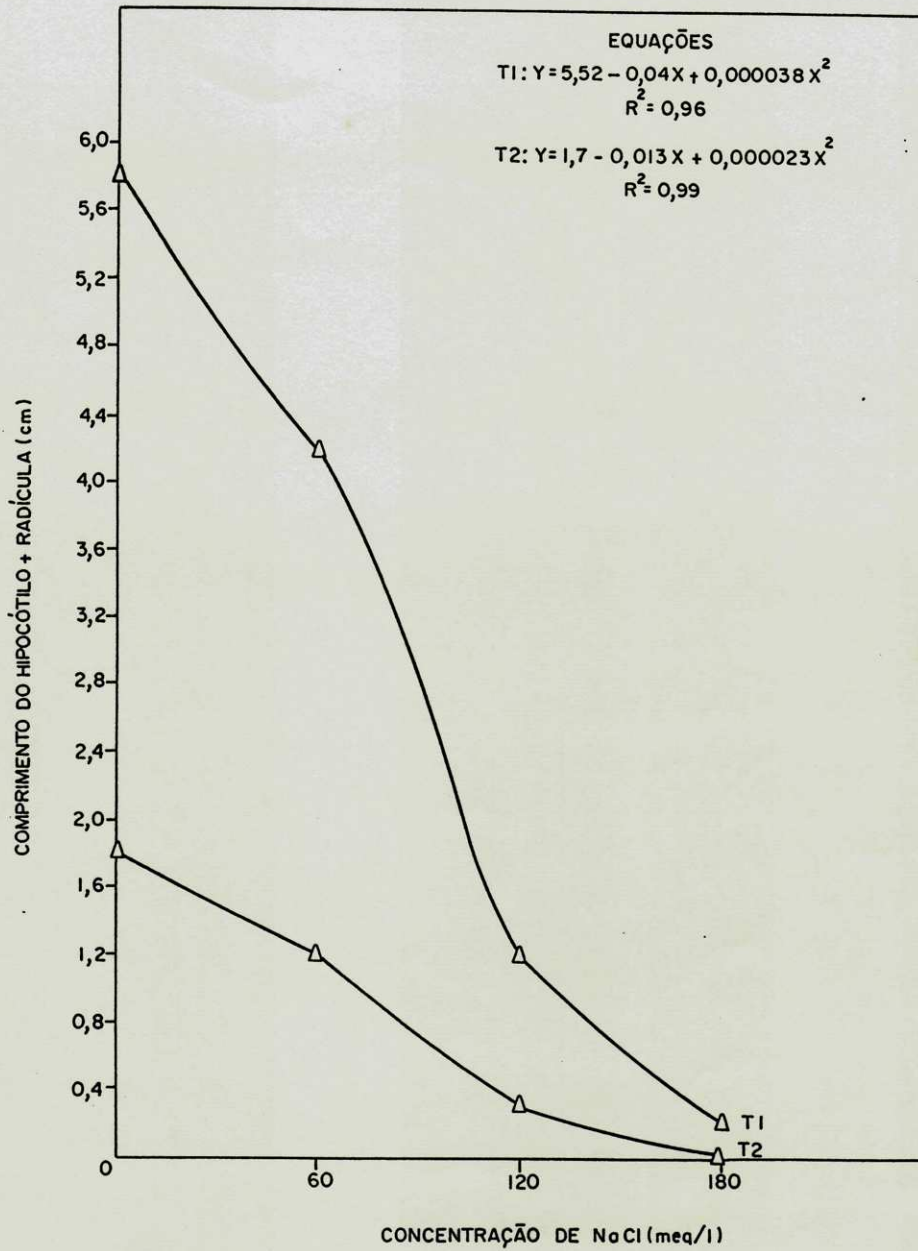


FIG. 16 - Efeito do NaCl no comprimento do hipocótilo + radícula de cultivares de gergelim nas temperaturas T1=30°C e T2=25°C.

## CAPITULO V

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitem enumerar as seguintes conclusões:

- 1) Para as condições controladas de temperatura e umidade relativa, a porcentagem de germinação e o índice de vigor das cultivares estudadas decresceram significativamente ao nível de 0,01 de probabilidade em função do aumento das concentrações de NaCl no substrato.
- 2) Tanto na germinação como no índice de vigor as cultivares IAPAR 322, CNA G-2 e CNPA LR-2 mostraram-se mais vigorosas em relação as demais.
- 3) O efeito das concentrações de NaCl na germinação e no índice de vigor foi representado por equações quadráticas e significativas ao nível de 0,01 de probabilidade.
- 4) O fator temperatura de 30°C superou a de 25°C, como ficou evidenciado para os valores de 176 e



130 meq/l, das quais seriam as ideais para que não ocorresse uma redução abaixo de 50% para a germinação, para as respectivas temperaturas.

5) Durante a germinação todas as cultivares, exceto as IAPAR 322 e CNPA INAMAR, apresentaram resultados superiores a testemunha para o nível de 60 meq/l, enquanto que no índice de vigor foi apenas as CNPA 55 e CNPA 86-128.

6) A análise de regressão mostrou que os níveis de 47,3 e 26,9 meq/l seriam as concentrações ideais para se obter a máxima germinação, respectivamente para 30 e 25°C.

Recomenda-se estudar outras faixas de temperaturas x salinidade, tendo em vista que o

7) Tanto na germinação como no índice de vigor, verificou-se uma interação altamente significativa entre as temperaturas e concentrações salinas.

Recomenda-se estudar outras faixas de temperaturas x salinidade, tendo em vista que o efeito interativo sobre a germinação e vigor foi bastante expressivo.

## LITERATURA CITADA

- AHI, S. M.; POWERS, W. L. Salt tolerance of plants at various temperature. *Plant Physiol.* 13:767-789, 1938.
- AYERS, A. D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agronomy Journal*, 44:82-84, 1952.
- AYERS, A. D.; HAYWARD, H. E. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. *Soil Science Society American Proceedings*, 13:224-6, 1948.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução: H. R. Gheyi; J. F. de Medeiros, F. A. V. Damaceno. Campina Grande, UFPB/CCT, 1991. p. 218.
- AZIMOV, R. A. Effects of calcium on dehydrogenase activity in cotton seeds germinated in chloride salinity. *Voprosy solensteichivast Rastenii, Tashekent Uzbek.* 1:181-8, 1973.
- BELTRAO, N. E. de M; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. *Recomendações Técnicas para a cultura do gergelim no Nordeste brasileiro.* 2a. Edição. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1991. 33p. (EMBRAPA - CNPA. Circular Técnica, 14)

BHUMBLA, D. R.; SINGH, B.; SINGH, N. T. Effects of salt on seed germination. Indian Journal of Agricultural Research, V.13, p. 181-185, 1966.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, Divisão de sementes e mudas, 1976, 188 p.

CUNHA, M. A. P. da Germination of two cotton cultivares with various salt and temperature treatments. Arizona, univ. de Arizona, 1969. 44p. (Tese de Mestrado).

EL-SHARKAWI, H. N.; SPRINGUEL, I. Germination of some crop plant seeds under reduced water potencial. Seed Science & Technol, 5:677-688, 1977.

FRANÇOIS, L. E.; GOODIN, J. R. Interaction of temperature and salinity on sugar beet germination. Agron. Journal. 64:272-3, 1972.

GAUCH, H. G.; EATON, I. M. Effect of saline substrate on hourly levels of carbohydrates and inorganic constituents of barley plants. Plant Physiol. 17:347-365, 1942.

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. Recife, SUDENE, 1978  
20p.

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

HAYWARD, H. E., LONG, E. M. Anatomical and physiological  
responses of the tomato to varying concentration of  
sodium chloride, sodium sulphate, and nutrient solution.  
Bot. Gaz. 102:437-462, 1941.

HAYWARD, H. E.; SFUR, W. B. Effect of isomotic  
concentrations of inorganic and organic substances on  
entry of water into corn roots. Bot. Gaz. 106:131-139,  
1944.

HAYWARD, H. E.; WADLEIGH, C. H. Plant growth on saline and  
alkaline soils. Advances in Agron. 1:1-38, 1949.

HOOVER, R. M., GOODIN, J. R. High temperature studien of  
sugar-beet germination. J. Amer Soc. Sugar-beet Tech.  
14:61-6, 1966.

- KOVDA, V. A.. Arid land irrigation and soil fertility: Problems of salinity, compaction. In: Worthington, E. B. ed. Arid land irrigation in developing countries - Environmental problems and effects: Oxford: Pergamon Presss, 1977. p. 211-236.
- KRAMER, P. J. Spécies differences with respect to water absorption at low soil temperatures. Amer. J. Bot. 29:828-832, 1942.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crops salt tolerance; Current Assesment. Journal of the irrigation and drainnge, 103:15-134, 1977.
- MAFTOUN, M.; SEPASKHAH, A. R. Effects of temperature and osmotic potencial on germination of sunflower and safflower and on hormone-treaded sunflower seeds. Can. J. Plant Sci., 58:295-301, 1978.
- MAKONNEN, B. The effect of several salts on germination of safflower seed. Arizona; 1963, 47p. (Tese de Mestrado).
- MALIWAL, G. L.; PALIWAL, K. V. Salt tolerance studies on some varieties of wheat (*Triticum sativum*) and Barley (*Hordeum vulgare*) at germination stage. Indian, J. Plant Physiol. 10:526-35, 1967.

MALIWAL, G. L.; PALIWAL, K. V. Salt tolerance studies on some varicties of maize at germination stage. Science & culture, 38:446-7, 1962.

MALIWAL, G. L.; PALIWAL, K. V. Salt tolerance of crops at germination stage. Ind. Jour. Plant. 12:109-25, 1968.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. Pergamon press. 2 ed. New York, 191p., 1975.

MEHTA, B. V.; DESAI, R. S. Effect of soil salinity on germination of some seeds. J. Soil Wat. Cons, India, 6:169-76, 1957.

NAYAR, N. M. Sesamum, In: SIMMONDS, N. W., ed. Evolution of crop plants. London, 2 ed. 1976.

ODEGBARO, O. A.; SMITH, O. E. 1969. Effects of kinetin, salt concentration, and temperature on germination and early seedling growth of lactura sativa L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:167-170.

OGASA, T. Rept. Inst. Sci. Research Manchoukuo. 3:303-15, 1946.

PANIAGO, C. F. A.; ANDRADE, D. F. de; TSURUTA, J. H. et alli

- Software científico SOC. Campinas, São Paulo. EMBRAPA -  
NTIA, 1987.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 10  
ed., Piracicaba, Nobel, 1982, 430p.
- PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos  
salinos. Madrid, Ed. Agricola Espanhola, 1978, 521p.
- PRISCO, J. T. Efeitos da salinidade na germinação de  
sementes e no crescimento das plantas. Fortaleza, Reunião  
sobre a salinidade em áreas irrigadas. Universidade  
Federal do Ceará, Fortaleza, 1978. 67p.
- PRISCO, J. T.; O'LEARY, J. W. Osmotic an toxic effects of  
salinity on germination of Phaseolus vulgares. L.) seeds.  
Turrialba, 20(2):177-184, 1970.
- PRISCO, J. T.; BARBOSA, L.; FERREIRA, L. G. R. Efeitos da  
salinidade na germinação e vigor de plântulas de Sorghum  
Bicolor (L) MOENCH. Ciênc. Agron.; 5(1-2) 13-17. Dezembro  
de 1975 - Fortaleza - Ceará.
- PURIZAGA, C. A., Ensayo sobre el efecto de la salinidad  
causada por el cloruro de sodio ej el nitrato de sodio en  
la germinacion del algodouero, cebada y maiz. Lima:

- Universidade Agrária, 1961 (Tese de Graduação).
- RATHORE, A. K., SHARMA, R. K., LAL, P. **Relative salt tolerance of different varieties of Barley (*Hordeum vulgare* L.) at germination and seedling stage.** *Annals of Arid zone* - 16(1),53-60, 1977.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** (U.S.D.A. Handbook Nº 60) Washington, D. C., U. S. Depto. Agri. 1954, p.160.
- RICHARDS, S. J., HAGAN, R. M. McCalla, T. M. **Soil temperature and plant growth. In soil physical conditions and plant growth.** *Agronomy* 2:203-481, 1952.
- SANTOS, J. A. S. **Efeito da temperatura, pré-embebição e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.)** Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1981. 91p. (Tese de Mestrado).
- SANTOS, V. L. M. dos; CALIL, A. C.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, E. M.; SANTOS, C. M dos. **Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja.** *Rw. bras. Sementes*, Vol 14-2, 1992.
- SEPASKHAH, A. R., BOERSMA, L. **Crescimento aéreo e radicular de plântulas de trigo expostas a níveis severos de**



potencial osmótico induzido por NaCl e do potencial de água do solo. Agron. J., 71:746-752, 1979.

SHANNON, M. C., FRANÇOIS, L. E. Influence of seed pretreatments on salt tolerance of cotton during germination. Agron. J., 69:619-22, 1977.

SILVA, M. S., Efeitos de diferentes pré-tratamentos de sementes na germinação, desenvolvimento e produção do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em meio salino. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1981. 84p (Tese de Mestrado)

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. Statistical Methods. Ames, Iowa State College, 1974, 593p.

STONE, J. E., MARX, D. B., DOBRENZ, A. K. Interaction of sodium chloride and temperature on germination on two alfafa cultivars. Agron. J., 71:425-7, 1979.

STROGONOV, B. P. Physiological bases of salt tolerance of plants. Jerusalem. Israelç. Prog. Scient. transl. 1964. 277p.

SUDENE. Relatório anual, Recife, 1977. 22p.

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

UHVITS, R. Effect of osmotic pressure on water absorption and germination of alfafa seeds. Amer. J. Bot, 33:278-285, 1946.

YOUSIF, H. Y. Effect of salinity, boron, and exchangeable sodium of Sesame (*Sesamum indicum* L.). University of California, Riverside, 1972. (Tese de Doutorado).

**APENDICE**

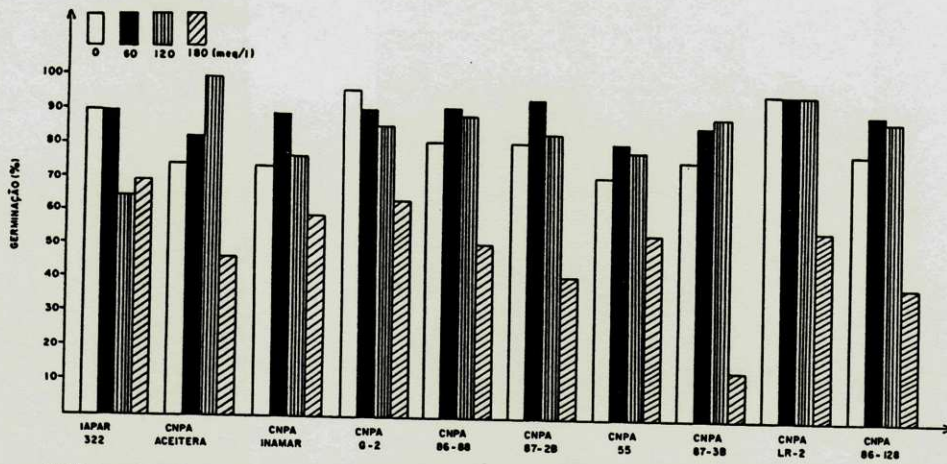


FIG. 1A.- Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das diversas concentrações de NaCl à temperatura de 30°C.

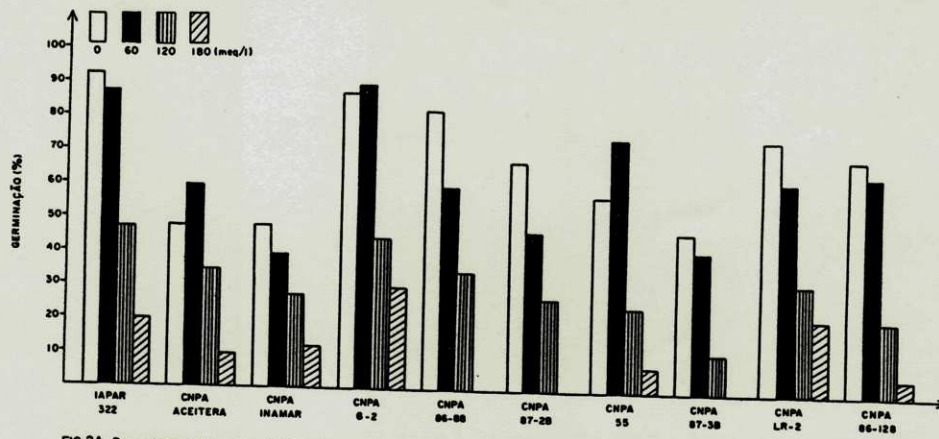


FIG. 2A.- Porcentagem de germinação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função das diversas concentrações de NaCl à temperatura de 25°C.

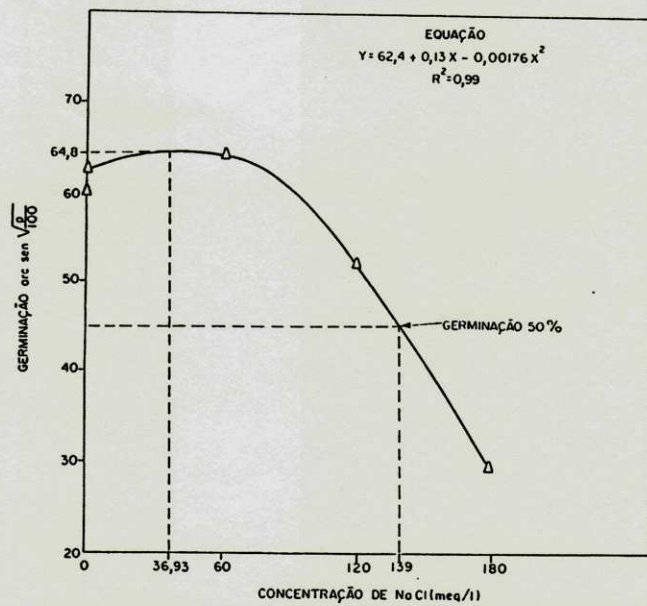


FIG. 3A - Efeito do NaCl na germinação no teste de vigor de cultivares de gergelim.

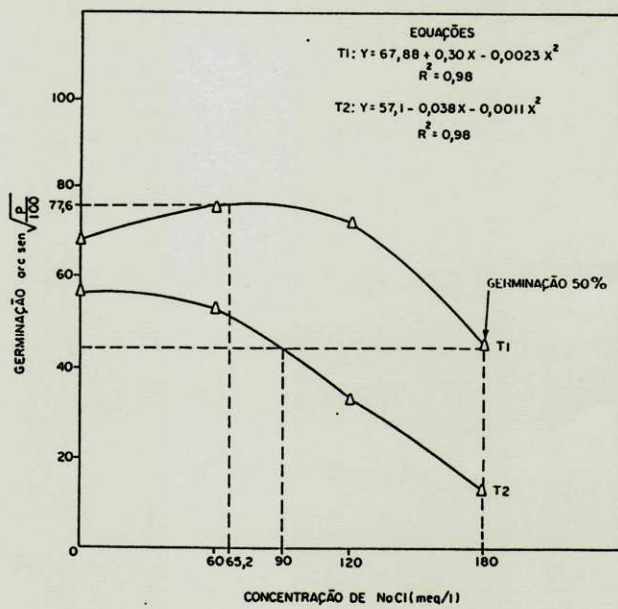


FIG. 4A - Efeito do NaCl na germinação no teste de vigor de cultivares de gergelim nas temperaturas T1 = 30°C e T2 = 25°C.

TABELA 1 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl na germinação de diferentes cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	35,00	11,67	0,69	NS
Cultivares (C)	9	6582,61	731,40	43,36	**
Temperatura (T)	1	14229,99	14229,99	843,71	**
Concentração(S)	3	47439,22	15813,07	937,90	**
Equação linear	1	36953,37	36953,37	2191,77	**
Equação quadrática	1	10483,45	10483,45	621,79	**
Equação cúbica	1	2,28	2,28	0,13	NS
CxT	9	570,39	63,37	3,75	**
TxS	3	789,41	263,13	15,60	**
CxS	27	2339,93	86,66	5,1	**
CxTxS	27	2630,41	97,42	5,77	**
Resíduo	237	3997,19	16,86		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>78614,20</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 2 - Análise de variância para a germinação com desdobramento da interação C x S. II

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	35,00	11,69	0,69	NS
Cultivares (C)	9	6582,61	731,40	43,36	**
Temperatura (T)	1	14229,99	14229,99	843,71	**
S/C <sub>1</sub>	3	4150,89	1383,63	81,06	**
S/C <sub>2</sub>	3	5003,72	1667,90	98,92	**
S/C <sub>3</sub>	3	3107,48	1035,82	61,43	**
S/C <sub>4</sub>	3	4141,09	1380,36	81,87	**
S/C <sub>5</sub>	3	3124,00	1041,33	61,76	**
S/C <sub>6</sub>	3	7854,16	2618,05	155,28	**
S/C <sub>7</sub>	3	3684,82	1228,28	72,85	**
S/C <sub>8</sub>	3	4119,90	1373,30	81,45	**
S/C <sub>9</sub>	3	5175,21	1725,07	102,31	**
S/C <sub>10</sub>	3	9417,83	3139,27	186,19	**
* Concentração (S)	3	47439,22	15813,07	937,58	**
C/S <sub>1</sub>	9	2215,26	246,14	14,59	**
C/S <sub>2</sub>	9	1518,44	168,71	10,00	**
C/S <sub>3</sub>	9	1546,76	171,86	10,19	**
C/S <sub>4</sub>	9	3642,22	404,69	24,00	**
CxT	9	570,39	63,37	3,75	**
TxS	3	789,41	263,13	15,60	**
CxTxS	27	2630,41	97,42	5,77	**
Resíduo	237	3997,19	16,86		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>78614,20</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 3 - Análise de variância para a germinação com desdobramento da interação C x T.

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	35,00	11,66	0,69	NS
Cultivares (C)	9	6582,61	731,40	43,36	**
Concentração(S)	3	47439,22	15813,07	937,90	**
T/C <sub>1</sub>	1	1117,99	1117,99	66,31	**
T/C <sub>2</sub>	1	1068,77	1068,77	63,39	**
T/C <sub>3</sub>	1	2702,68	2702,68	160,30	**
T/C <sub>4</sub>	1	1015,16	1015,16	60,21	**
T/C <sub>5</sub>	1	826,32	826,32	50,79	**
T/C <sub>6</sub>	1	1230,16	1230,16	72,96	**
T/C <sub>7</sub>	1	2041,86	2041,16	121,06	**
T/C <sub>8</sub>	1	2105,64	2105,64	124,88	**
T/C <sub>9</sub>	1	1786,49	1786,49	105,96	**
T/C <sub>10</sub>	1	904,32	904,32	53,63	**
* C/T <sub>1</sub>	9	3366,77	374,08	22,18	**
C/T <sub>2</sub>	9	3786,45	420,71	24,95	**
CxS	27	2339,93	86,66	5,1	**
TxS	3	789,41	236,13	15,6	**
CxTxS	27	2630,41	97,42	5,7	**
Resíduo	237	3997,19	16,86		
TOTAL	319	78614,20			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.



TABELA 4 - Análise de variância para a germinação com desdobramento da interação T x S. IV

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	35,00	11,66	0,69	NS
Cultivares (C)	9	6582,61	731,40	43,36	**
Temperatura (T)	1	14229,99	14229,99	843,71	**
S/T <sub>1</sub>	3	24448,31	8149,43	483,35	**
Equação linear	1	17068,31	17068,31	1012,35	**
Equação quadrática	1	7198,75	7198,75	426,97	**
Equação cúbica	1	181,20	181,20	10,74	**
S/T <sub>2</sub>	3	23780,61	7926,87	470,15	**
Equação linear	1	19940,94	19940,94	1182,73	**
Equação quadrática	1	3594,34	3594,34	213,18	**
Equação cúbica	1	244,94	244,94	14,52	**
* Concentração (S)	3	47439,22	15813,07	937,58	**
T/S <sub>1</sub>	1	2543,63	2543,63	134,86	**
T/S <sub>2</sub>	1	2805,38	2805,38	116,39	**
T/S <sub>3</sub>	1	7043,49	7043,49	417,76	**
T/S <sub>4</sub>	1	2626,88	2626,88	155,80	**
CxT	9	570,39	63,37	3,75	**
CxS	27	2339,93	86,66	5,13	**
CxTxS	27	2630,41	97,42	5,77	**
Resíduo	237	3997,19	16,86		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>78614,20</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 5 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl no comprimento do hipocótilo de diferentes cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	0,039	0,013	0,17	NS
Cultivares (C)	9	5,76	0,64	8,64	**
Temperatura (T)	1	37,22	37,22	502,97	**
Concentração (S)	3	106,61	35,53	480,13	**
Equação linear	1	103,54	103,54	1399,18	**
Equação quadrática	1	2,49	2,49	33,64	**
Equação cúbica	1	0,57	0,57	7,70	**
CxT	9	1,09	0,12	1,63	NS
TxS	3	52,83	17,61	237,97	**
CxS	27	5,58	0,20	2,79	**
CxTxS	27	4,38	0,16	2,19	**
Resíduo	237	17,55	0,074		
TOTAL	319	231,10			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 6 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo com desdobramento da interação C x S.

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	0,039	0,013	0,17	NS
Cultivares (C)	9	5,76	0,64	8,64	**
Temperatura (T)	1	37,22	37,22	502,97	**
S/C <sub>1</sub>	3	21,57	7,19	97,16	**
S/C <sub>2</sub>	3	5,94	1,98	26,75	**
S/C <sub>3</sub>	3	10,48	3,49	47,20	**
S/C <sub>4</sub>	3	14,29	4,76	64,36	**
S/C <sub>5</sub>	3	11,22	3,74	50,54	**
S/C <sub>6</sub>	3	11,12	3,70	50,09	**
S/C <sub>7</sub>	3	9,07	3,02	40,85	**
S/C <sub>8</sub>	3	8,24	2,74	37,11	**
S/C <sub>9</sub>	3	13,87	4,62	62,47	**
S/C <sub>10</sub>	3	6,35	2,11	28,60	**
* Concentração(S)	3	106,61	35,53	480,22	**
C/S <sub>1</sub>	9	6,99	0,77	10,49	**
C/S <sub>2</sub>	9	3,81	0,42	5,72	**
C/S <sub>3</sub>	9	0,29	0,03	0,43	NS
C/S <sub>4</sub>	9	0,25	0,02	0,37	NS
CxT	9	1,09	0,12	1,63	NS
TxS	3	52,83	17,61	237,97	**
CxTxS	27	4,38	0,16	2,19	**
Resíduo	237	17,55	0,074		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>231,10</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 7 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo com desdobramento da interação T x S.

F.V	GL	SB	QM	F	
Bloco	3	0,039	0,013	0,17	NS
Cultivares (C)	9	5,76	0,64	8,64	**
Concentração (S)	3	106,61	35,53	480,22	**
T/S <sub>1</sub>	1	86,81	86,81	1173,10	**
T/S <sub>2</sub>	1	0,60	0,60	8,10	**
T/S <sub>3</sub>	1	2,28	2,28	30,81	**
T/S <sub>4</sub>	1	0,35	0,35	4,72	**
* Temperatura (T)	1	37,22	37,22	502,97	**
S/T <sub>1</sub>	3	141,78	47,26	638,64	**
Equação linear	1	125,82	125,82	1700,27	**
Equação quadrática	1	14,53	14,53	196,35	**
Equação cúbica	1	1,41	1,41	19,05	**
S/T <sub>2</sub>	3	17,66	5,88	79,54	**
Equação linear	1	10,06	10,06	135,94	**
Equação quadrática	1	2,48	2,48	33,51	**
Equação cúbica	1	5,11	5,11	69,05	**
CxT	9	1,09	0,12	1,63	NS
CxS	27	5,58	0,20	2,79	**
CxTxS	27	4,38	0,16	2,19	**
Resíduo	237	17,55	0,074		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>231,10</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 8 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl no comprimento da radícula de diferentes cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	0,14	0,046	0,24	NS
Cultivares (C)	9	18,29	2,03	10,69	**
Temperatura (T)	1	158,06	158,06	831,89	**
Concentração(S)	3	250,89	83,63	440,15	**
Equação linear	1	239,42	239,42	1260,10	**
Equação quadrática	1	0,20	0,20	1,05	NS
Equação cúbica	1	11,25	11,25	59,21	**
CxT	9	3,65	0,40	0,59	NS
TxS	3	115,97	38,65	203,45	**
CxS	27	45,71	1,69	8,72	**
CxTxS	27	21,82	0,80	4,25	**
Resíduo	237	45,98	0,19		
TOTAL	319	660,56			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

IX

TABELA 9 - Análise de variância para o comprimento da radícula com desdobramento da interação C x S.

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	0,14	0,046	0,24	NS
Cultivares (C)	9	18,29	2,03	10,69	**
Temperatura (T)	1	158,06	158,06	831,89	**
S/C <sub>1</sub>	3	79,18	26,39	138,91	**
S/C <sub>2</sub>	3	13,40	4,46	23,50	**
S/C <sub>3</sub>	3	19,90	6,63	34,91	**
S/C <sub>4</sub>	3	37,16	12,38	65,19	**
S/C <sub>5</sub>	3	27,88	9,29	48,91	**
S/C <sub>6</sub>	3	24,34	8,11	42,70	**
S/C <sub>7</sub>	3	23,43	7,81	41,10	**
S/C <sub>8</sub>	3	10,43	3,47	18,29	**
S/C <sub>9</sub>	3	37,36	12,45	65,54	**
S/C <sub>10</sub>	3	23,48	7,82	41,19	**
* Concentração(S)	3	250,89	83,63	440,15	**
C/S <sub>1</sub>	9	46,60	5,17	27,25	**
C/S <sub>2</sub>	9	16,10	1,78	9,41	**
C/S <sub>3</sub>	9	1,29	0,14	0,75	NS
C/S <sub>4</sub>	9	0,014	0,001	0,008	NS
CxT	9	3,65	0,40	2,09	NS
TxS	3	115,97	38,65	203,45	**
CxTxS	27	21,82	0,80	4,25	**
Resíduo	237	45,98	0,19		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>660,56</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 10 - Análise de variância para o comprimento da radícula com desdobramento da interação T x S.

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	0,14	0,04	0,24	NS
Cultivares (C)	9	18,29	2,03	10,69	**
Concentração (S)	3	250,89	83,63	440,15	**
T/S <sub>1</sub>	1	82,41	82,41	433,73	**
T/S <sub>2</sub>	1	186,56	186,56	981,89	**
T/S <sub>3</sub>	1	5,02	5,02	26,42	**
T/S <sub>4</sub>	1	0,02	0,02	0,10	ns
* Temperatura (T)	1	158,06	158,06	831,89	**
S/T <sub>1</sub>	3	332,96	110,98	584,14	**
Equação linear	1	288,13	288,13	1516,47	**
Equação quadrática	1	4,37	4,37	23,00	**
Equação cúbica	1	40,44	40,44	212,84	**
S/T <sub>2</sub>	3	33,90	11,3	59,47	**
Equação linear	1	24,09	24,09	126,78	**
Equação quadrática	1	7,14	7,14	37,57	**
Equação cúbica	1	2,66	2,66	14,00	**
CxT	9	3,65	0,40	0,59	NS
CxS	27	45,71	1,69	8,72	**
CxTxS	27	21,82	0,80	4,25	**
Resíduo	237	45,98	0,19		
TOTAL	319	660,56			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 11 - Resumo da análise de variância do efeito das concentrações de NaCl no comprimento do hipocótilo + radícula de diferentes cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

F.V	GL	SB	QM	F	
Bloco	3	0,171	0,057	0,15	NS
Cultivares (C)	9	41,85	4,65	12,56	**
Temperatura (T)	1	354,58	354,58	958,32	**
Concentração(S)	3	672,22	224,07	605,60	**
Equação linear	1	651,89	651,89	1761,66	**
Equação quadrática	1	4,138	4,13	11,16	**
Equação cúbica	1	16,19	16,19	43,75	**
CxT	9	5,24	0,58	1,55	NS
TxS	3	216,84	72,28	195,35	**
CxS	27	72,52	2,68	7,24	**
CxTxS	27	35,17	1,30	3,52	**
Resíduo	237	88,95	0,37		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>1487,59</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.



XII

TABELA 12 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo + radícula com desdobramento da interação C x S.

F.V	GL	SB	QM	F	
Bloco	3	0,171	0,057	0,15	NS
Cultivares (C)	9	41,85	4,65	12,56	**
Temperatura (T)	1	356,58	354,58	958,32	**
S/C <sub>1</sub>	3	183,23	61,07	165,07	**
S/C <sub>2</sub>	3	32,75	10,91	29,50	**
S/C <sub>3</sub>	3	59,08	19,69	53,22	**
S/C <sub>4</sub>	3	97,17	32,39	87,54	**
S/C <sub>5</sub>	3	68,59	22,86	61,79	**
S/C <sub>6</sub>	3	63,28	21,09	57,00	**
S/C <sub>7</sub>	3	57,14	19,04	51,47	**
S/C <sub>8</sub>	3	34,91	11,63	31,45	**
S/C <sub>9</sub>	3	94,58	31,52	85,20	**
S/C <sub>10</sub>	3	53,98	17,99	48,63	**
* Concentração(S)	3	672,22	224,07	605,60	**
C/S <sub>1</sub>	9	87,11	9,67	26,15	**
C/S <sub>2</sub>	9	24,73	2,74	7,42	**
C/S <sub>3</sub>	9	2,20	0,24	0,66	NS
C/S <sub>4</sub>	9	0,32	0,03	0,09	NS
CxT	9	5,24	0,58	1,55	NS
TxS	3	216,84	72,28	195,35	**
CxTxS	27	35,17	1,30	3,52	**
Resíduo	237	88,95	0,37		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>1487,59</b>			

.cwl2

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 13 - Análise de variância para o comprimento do hipocótilo + radícula com desdobramento da interação T x S.

F.V	GL	SQ	QM	F	
Bloco	3	0,171	0,057	0,15	NS
Cultivares (C)	9	41,85	4,65	12,56	**
Concentração (S)	3	672,22	224,07	605,60	**
T/S <sub>1</sub>	1	343,53	343,53	928,45	**
T/S <sub>2</sub>	1	213,30	213,30	576,48	**
T/S <sub>3</sub>	1	13,98	13,98	37,78	**
T/S <sub>4</sub>	1	0,610	0,610	1,64	NS
* Temperatura (T)	1	354,58	354,58	958,32	**
S/T <sub>1</sub>	3	824,98	274,99	743,21	**
Equação linear	1	794,84	794,84	2148,21	**
Equação quadrática	1	3,17	3,17	8,56	**
Equação cúbica	1	26,95	26,95	72,83	**
S/T <sub>2</sub>	3	64,09	21,36	57,72	**
Equação linear	1	62,64	62,64	169,29	**
Equação quadrática	1	1,19	1,19	3,21	NS
Equação cúbica	1	0,24	0,24	0,64	NS
CxT	9	5,24	0,58	1,55	NS
CxS	27	72,52	2,68	7,15	**
CxTxS	27	35,17	1,30	3,52	**
Resíduo	237	88,95	0,37		
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>1487,59</b>			

NS - Não significativo

\*\* - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.