

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.)  
SUBMETIDOS A ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE GERMINAÇÃO.

82-00-76 2085

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOSÉ RODRIGUES PEREIRA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
1997

**GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.)  
SUBMETIDOS A ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE GERMINAÇÃO.**

**José Rodrigues Pereira**

**GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.)  
SUBMETIDOS A ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE GERMINAÇÃO.**

Dissertação apresentada ao Curso 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 Engenharia Agrícola (M.Sc.).

Área de concentração : Engenharia de Irrigação e Drenagem.

**Pedro Dantas Fernandes - Doutor**  
- Orientador -  
UFPB/CCT/DEAg

**Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão - Doutor**  
- Orientador -  
EMBRAPA - Algodão

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
NOVEMBRO - 1997



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
COPEAG - PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

## JOSÉ RODRIGUES PEREIRA

TÍTULO: "GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.) SUBMETIDOS A ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE GERMINAÇÃO".

COMISSÃO EXAMINADORA

PARECER

Dr. Pedro Dantas Fernandes-Orientador

Dr. Napoleão Esberard de M. Beltrão-Co-Orientador

Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida-Examinador

Campina Grande, 20 de novembro de 1997

À meus pais Francisco Rodrigues dos Santos e Arlete Pereira dos Santos, OFEREÇO. Com muito amor, à minha esposa Maria Irany Paulo Rodrigues e aos filhos Francielle Marie P. Rodrigues e Jesus P. Rodrigues, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, através do nome de Jesus Cristo e à toda nossa família, pelo auxílio discreto e confortador em todas as etapas, do Curso de Mestrado e de nossas vidas;

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, através do Chefe Geral e Pesquisador (Dr. Napoleão E. de M. Beltrão), pelo empenho na cessão de minha licença empregaticia, por dispor o laboratório de sementes à realização deste trabalho e pela orientação na confecção da dissertação;

Aos pesquisadores Aurelir Nobre Barreto e José Renato Cortez Bezerra, do EMBRAPA - Algodão, pelo incentivo dado a minha vontade de se fazer Pós-graduação em Irrigação e Drenagem;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo;

À Coordenação de Pós-graduação em Engenharia Agrícola - COPEAg, do Centro de Ciências e Tecnologia - CCT, da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, na pessoa do Coordenador Prof. Pedro Dantas Fernandes, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa;

Ao professor Pedro Dantas Fernandes, pelas orientações durante a elaboração da dissertação, revisão do texto e pelos ensinamentos ministrados;

Ao pesquisador do EMBRAPA - Algodão, Joaquim Nunes da Costa, pela doação e identificação das sementes utilizadas no experimento;

Aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFPB (Adilson, Wilson, Doutor e, especialmente a José Maria), pelos serviços prestados;

Ao técnico especializado Isaiás e ao mestre laboratorista Mário Brito do Nascimento e auxiliares (Afonso, Paiva, José Carlos, José Airton e Normando José), pela contribuição na instalação e condução do experimento;

Ao professor Francisco de Assis Cardoso Almeida (UFPB/DEAg) e ao Pesquisador Vicente de Paula Queiroga (EMBRAPA - SPSB) pelas sugestões apresentadas;

Aos docentes do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela transmissão de conhecimentos;

Às secretárias Ruth Morais e Rivanilda Diniz, da Coordenação de Mestrado em Engenharia Agrícola, pela dedicação;

Às bibliotecárias do CNPA (Elizabete, Luzimar, Cleide, Graça e Nívea) pela colaboração;

À João Jácome, Robson, Everaldo, Barreto, Lázaro, João Rodrigues, Fábio Agra, Ivanoska, Hosaneide, Ana Goldfarb, Eva, Albanise, Joaquim, Jaqueline, Gilvanise, Ênio, Francisco Júnior, Nildo e José Roberto pela convivência amigável;

Aos funcionários dos Campos Experimentais de Patos e Sousa, do EMBRAPA - Algodão (Dra. Nair Castro, Arnaldo Rocha, Ivonaldo Targino, José Nilson, Elenilson, Antonio Rocha, Mário César, Indalécio Araújo, José Gomes, Maria do Carmo, Everaldo Patrício, José Belarmino, Francisco Oliveira e Saulo) pela amizade e espírito de equipe;

E aos demais que, de alguma forma, contribuíram na elaboração desta dissertação.

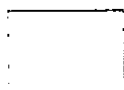
## LISTA DE TABELAS

Tabela	Título	Página
01	Valores médios dos testes preliminares (0,0 MPa) de germinação e vigor, realizados com treze genótipos de algodoeiro herbáceo.....	56
02	Quadrado médio das percentagens de plântulas normais e anormais e do índice de velocidade de emergência do teste de germinação de dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	58
03	Percentuais médios de germinação (1ª contagem, no 4 <sup>o</sup> dia após semeadura) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol 6000.....	60
04	Redução relativa da porcentagem de vigor (1ª contagem do teste de germinação), em relação à testemunha (N <sub>1</sub> ), dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de PEG – 6000.....	65
05	Porcentagem média de germinação, na 2ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo estudados em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	67



## LISTA DE TABELAS

Tabela	Título	Página
06	Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha (N <sub>1</sub> ), na 2 <sup>a</sup> contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de PEG – 6000.....	72
07	Percentual médio de germinação, na 3 <sup>a</sup> contagem (20 <sup>o</sup> dia), dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	74
08	Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha (N <sub>1</sub> ), no vigésimo dia, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis PEG – 6000.....	77
09	Índice de velocidade de emergência dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	80
10	Porcentagem média de plântulas anormais ( 2 <sup>a</sup> contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de PEG - 6000.....	85



## LISTA DE TABELAS

Tabela	Título	Página
11	Valores médios de plântulas anormais, no vigésimo dia (3ª contagem), nos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	89
12	Quadrado médio dos dados de sementes deterioradas e de sementes duras, em percentagem, de dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	94
13	Percentual de sementes deterioradas ( 3ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	96
14	Percentagem média de sementes duras, na 3ª contagem do teste de germinação. Dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	101
15	Comprimento médio (cm) da parte aérea de plântulas de dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	106

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Titulo	Página
16	Comprimento médio (cm) de radícula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	110
17	Valores médios da relação radícula/parte aérea nos dez genótipos de algodoeiro herbáceo, segundo os tratamentos estudados.....	115
18	Médias dos valores de peso (g) da matéria fresca da plântula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	119

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Titulo	Página
01	Percentuais médios de vigor (1ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000 (curvas e quações).....	61
02	Percentuais médios de vigor (1ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	62
03	Redução relativa da porcentagem de vigor (1ª contagem da germinação), em relação à testemunha ( $N_1$ ), dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de Polietileno glicol – 6000.....	65
04	Porcentagem média de germinação, na 2ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000 (curvas e equações).....	68
05	Porcentagem média de germinação, na 2ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	69

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
06	Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha ( $N_1$ ), na 2 <sup>a</sup> contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	72
07	Percentual médio de germinação(3 <sup>a</sup> contagem) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	75
08	Percentual médio de germinação, na 3 <sup>a</sup> contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol 6000.....	76
09	Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha ( $N_1$ ), no vigésimo dia, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	77
10	Índice de velocidade de emergência (IVE) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000 (curvas e equações).....	81

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
11	Índice de velocidade de emergência (IVE) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol 6000.....	82
12	Percentagem média de plântulas anormais ( 2ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000 (curvas e equações).....	86
13	Percentagem média de plântulas anormais ( 2ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	87
14	Valores médios de plântulas anormais, na terceira contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000 (curvas e equações).....	90
15	Valores médios de plântulas anormais, na terceira contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	91

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
16	Percentual de sementes deterioradas ( 3ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000 (curvas e equações).....	97
17	Percentual de sementes deterioradas ( 3ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	98
18	Percentagem média de sementes duras, na 3ª contagem do teste de germinação, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000 (curvas e equações).....	102
19	Percentagem média de sementes duras, na 3ª contagem do teste de germinação, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.....	103
20	Comprimento médio da parte aérea dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000 (curvas e equações).....	107

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Titulo	Página
21	Comprimento médio da parte aérea dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	108
22	Comprimento médio de radícula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000 (curvas e equações).....	111
23	Comprimento médio de radícula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	112
24	Valores médios da relação radícula/parte aérea dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol – 6000.....	116
25	Peso fresco médio de plântula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000 (curvas e equações).....	120
26	Médias dos valores de peso da matéria fresca de plântula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	121



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	
2.1 - GERMINAÇÃO E VIGOR.....	26
2.2 - ESTUDOS DE TOLERÂNCIA AO DÉFICIT HÍDRICO E PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NA SUA SIMULAÇÃO.....	31
2.3 - POLIETILENO GLICOL (CARBOWAX) E SEU EFEITO NA GERMINAÇÃO E NO VIGOR DE SEMENTES DE DIFERENTES CULTURAS.....	41
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	
3.1 - LOCAL.....	47
3.2 - GENÓTIPOS.....	47
3.3. – CONCENTRAÇÕES DE POLIETILENO GLICOL - 6000 ( PEG - 6000 ).....	48
3.4 - SUBSTRATO.....	48
3.5 - GERMINADOR.....	49
3.6 - TESTE DE GERMINAÇÃO.....	49
3.7 - TESTES DE VIGOR DAS PLÂNTULAS.....	51
3.8 - TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	53

3.9 - ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	53
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	
4.1 - TESTES PRELIMINARES.....	55
4.2 - GERMINAÇÃO E VIGOR.....	57
4.2.1. Vigor – primeira contagem do teste de germinação.....	59
4.2.2. Segunda contagem do teste de germinação.....	66
4.2.3. Terceira contagem do teste de germinação.....	73
4.2.4. Vigor – Índice de velocidade de emergência (IVE).....	78
4.2.5. Avaliação de plântulas anormais na segunda e terceira contagem do teste de germinação.....	84
4.2.6 – Sementes deterioradas na terceira contagem do teste de germinação....	93
4.2.7 – Sementes duras na terceira contagem do teste de germinação.....	100
4.3 - VIGOR DAS PLÂNTULAS.....	105
4.3.1. Comprimento médio da parte aérea (hipocótilo + epicótilo).....	105
4.3.2. Comprimento médio de radícula.....	109
4.3.3. Relação radícula/ parte aérea.....	114
4.3.4. Média de peso de materia fresca total da plântula (radícula + parte aérea).....	118
<b>5. CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>123</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>134</b>

## RESUMO

Objetivando estudar o efeito de seis níveis de pressão osmótica (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa), simuladas por polietileno glicol 6000, na germinação de sementes e no crescimento das plântulas de dez genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H), conduziu-se um experimento, em condições controladas de laboratório, utilizando como substrato papel Germitest, num delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10 x 6, com 4 repetições, cada uma contendo 50 sementes para o teste de germinação e dez para o de vigor. Houve influência do déficit hídrico, induzido por PEG-6000, sobre a germinação de sementes e vigor das plântulas. O efeito do estresse hídrico sobre a germinação e o vigor das plântulas, foi severo a partir de -0,8 MPa. As cultivares CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1, foram as menos sensíveis aos baixos potenciais osmóticos (-0,6 e -0,8 MPa), tanto em termos de germinação, como de vigor, enquanto que LG ROGERS e CNPA 7H, podem ser classificadas como medianamente sensíveis. No teste de vigor das plântulas, a cultivar CNPA Precoce 2 foi a mais vigorosa em baixos potenciais osmóticos (-0,4 e -0,6 MPa), e as cultivares LG ROGERS, CNPA 7H e CNPA Precoce 1, medianamente sensíveis. A linhagem CNPA 86-1195-1, foi a mais afetada nos testes de germinação e vigor. O percentual de sementes deterioradas diminuiu, mas a percentagem de sementes duras aumentou, nos níveis de maior concentração de PEG. Em condições de estresse hídrico, as radículas tendem a se alongar mais que a parte aérea, na fase inicial de germinação.

## ABSTRACT

With the objective to study the effect of the six levels of the osmotic pressure (0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa), induced by polyethylene glycol 6000, on the germination of the seeds and seedlings' growth of ten cultivars and lineages of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L. race *latifolium* H.), was carried out a trial, under controlled conditions laboratory, making use of the Germitest paper as a substract, in a experimental design completely randomized, in a 10 x 6 factorial scheme, with four replications, each consisting of 50 seeds for germination and 10 seeds for vigour test. There was effect of water stress, simulated by PEG-6000, on the seeds' germination and on seedlings' vigour. The effect of water stress over the germination and seedlings' vigour, was severe at -0.8 MPa. The cultivars CNPA Precoce 2 and CNPA Precoce 1 were found to be less sensitive on reduced osmotic potentials (-0.6 and -0.8 MPa), both in terms of germination (first, second and "third" counting) and vigour (first counting and rate velocity index of germination test), while LG ROGERS e CNPA 7H were classified as more or less sensitive ones. In the seedlings' vigour test, the cultivar CNPA Precoce 2 was found to be the most vigourous under reduced osmotic potentials (-0.4 and -0.8 MPa), in terms of lenght of aerial portion (epycotyl + hypocotyl) and of radicle, well as radicle/aerial portion quocient and free material weight, while the cultivars LG ROGERS, CNPA 7H and CNPA Precoce 1 were more or less sensitive. The lineage CNPA 86-1195-1 was found to be the most sensitive, in the germination and vigour tests. The percentage of deteriored seeds declined, but the percentage of seeds not swelled was increased in the major PEG-6000 concentration levels. In water stress conditions, radicles tended to be longer than the aerial portion, in the initial phase of the germination of the seeds.

## 1. INTRODUÇÃO

A fibra do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. ), ainda hoje é responsável pelo vestuário de mais de 45% da humanidade, apesar do grande desenvolvimento das fibras sintéticas e artificiais, derivadas do petróleo e outros produtos, como a celulose, oriunda do linter do próprio algodão, respectivamente (Beltrão, 1996a).

No Nordeste, esta cultura destaca-se por ser de reconhecida importância, social, econômica e absorvedora de mão de obra (Carvalho, 1990), como fonte de matéria-prima da manufatura de tecidos e como o único produto diretamente comercializável, numa agricultura típica de subsistência (Pereira, 1994).

O Brasil como um todo, já foi um dos grandes produtores e exportadores de algodão, ocupando a posição de 5<sup>o</sup> produtor mundial, nas décadas de 1960 e 1970, e de 5<sup>o</sup> exportador de pluma. Neste período, quase metade da população direta e indiretamente vivia do algodão e seus subprodutos (Beltrão, 1996a).

Atualmente, o Brasil passou para o 2<sup>o</sup> importador de algodão do planeta, com grande redução da área plantada, passando de 3.8 milhões de hectares, em 1973, para apenas 897.120 ha na safra de 1996. Os fatores responsáveis por esse declínio são as adversidades climáticas, o aparecimento crescente de pragas e doenças, e principalmente o efeito da competição de mercado, pois alguns países produtores oferecem o produto a melhores preços e a longo prazo, além da falta de competitividade em custos e preços finais do produto, em comparação aos outros produtos agrícolas, sobretudo os de exportação (Carvalho et al., 1980; Santos et al., 1991; Beltrão, 1996b).

Assim, pela primeira vez, nos últimos 23 anos, a área plantada com algodão no Brasil caiu abaixo do patamar de 1,0 milhão de hectares, quando o consumo está acima de 830 mil toneladas de algodão em pluma e a produção de apenas metade. Devemos mudar esse cenário, pois, temos tradição em algodão, bom estoque tecnológico e gente que entende do produto disponível, senão o país terá, já em 1997, um saldo negativo na balança comercial de cerca de US\$ 1,15 bilhão para importar algodão em pluma, óleo, farelo e linter, além de desempregar milhares de pessoas (Beltrão, 1996c).

A cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.) é uma das principais opções para as áreas irrigadas da região Nordeste e outras regiões produtoras. Apresenta razoável rentabilidade, ocupa a área por pouco tempo (110 a 150 dias) e apresenta baixo consumo de água, cerca de 4500 a 6000 m<sup>3</sup> / ha, variando em função do ciclo da cultivar utilizada e das condições edafoclimáticas de cada região produtora (Almeida et al., 1990).

O Nordeste brasileiro apresenta uma estação chuvosa mal distribuída e concentrada em três a quatro meses, com média de 400 a 600 mm/ano na região de cultivo do algodoeiro mocó (*G. hirsutum* L. r. *marie galante* H.) e de 700 a 1000 mm/ano na de cultivo do algodoeiro herbáceo. Devido à irregularidade do regime pluvial, falta, muitas vezes, umidade no solo na fase mais crítica da cultura (Souza et al., 1985a; Freire, 1993).

A água disponível no solo é um dos fatores mais importantes na produtividade vegetal. Cultivares com elevado potencial genético são afetadas, consideravelmente, quando submetidas à deficiência hídrica. Condições ideais de umidade no solo são raras e a deficiência hídrica é, em geral, mais uma regra do que uma exceção (Nogueira & Nagai, 1988). Uma das soluções para este problema é obter, através de melhoramento, genótipos tolerantes ao déficit de umidade do solo.

Outra, seria identificar cultivares e/ou linhagens tolerantes às diferentes condições de potencial hídrico do solo, mediante o uso de soluções de produtos químicos para simulação de estresse hídrico na planta (Lawlor, 1970).

Nos trabalhos para obtenção de linhagens e cultivares tolerantes à seca com algodoeiro, no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, verifica-se o estudo de reservas de hidratos de carbono no sistema radicular (Souza, 1984b e 1984c; Souza & Barros, 1984; Souza et al., 1985b), velocidade de crescimento da raiz (Souza, 1977; Souza et al., 1983), resistência do protoplasma à seca (Souza, 1984a; Souza & Souza, 1984; Souza et al., 1985c), um programa de seleção recorrente para resistência à seca (Souza et al., 1991) e partição de assimilados (Souza & Silva, 1992).

Além de não envolverem o efeito do estresse hídrico na germinação e estabelecimento da cultura no campo, estes trabalhos foram realizados com cultivares não mais utilizadas atualmente no Brasil.

As condições de estresse hídrico no campo, podem ser simuladas em ensaios de laboratório, com uso de substâncias que induzam estresse osmótico mais severo. Entre os produtos químicos mais usados, incluem-se cloreto de sódio (Parmar & Moore, 1968; Sharma, 1973; Sharma, 1976; Lopes et al., 1989), manitol (Evans & Stickler, 1961; Parmar & Moore, 1968; Lopes et al., 1989), glicerol (Brocklehurst & Dearman, 1984), sacarose, glicose (Wiggans & Gardner, 1959; Slatyer, 1967), sulfato de sódio -  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Campos & Assunção, 1990), betaine, L-proline (Dashek & Erickson, 1981; Gray et al., 1991) e polietileno glicol (Parmar & Moore, 1968; Sharma, 1976; Hadas, 1977).

Dentre eles, destaca-se o Polietileno Glicol (PEG) ou lutrol, comercialmente conhecido como Carbowax, um polímero químico de cadeia longa, inerte, não iônico, altamente solúvel em água (Lagerwerff et al., 1961; Levitt, 1972). Com esse produto é possível se aumentar a concentração osmótica das soluções nutritivas utilizadas em experimentos com plantas, porque ele bloqueia o movimento da água pela diminuição do potencial hídrico do meio onde crescem as raízes.



## **OBJETIVOS**

Considerando-se que a percentagem de germinação, a uniformidade e a velocidade de emergência das plântulas apresentam significativos reflexos sobre a produção final (Villela et al., 1991) e que existem poucas informações, na literatura disponível, sobre o emprego do polietileno glicol-6000 e seus efeitos na germinação de sementes de algodoeiro herbáceo, este trabalho teve por objetivos:

- a) estudar o comportamento de dez genótipos de algodoeiro herbáceo, submetidos ao déficit hídrico;
- b) Identificar entre os dez genótipos de algodão herbáceo em estudo, os mais tolerantes e os mais sensíveis ao estresse hídrico simulado na fase de germinação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - GERMINAÇÃO E VIGOR

A fase de germinação é de fundamental importância no ciclo de crescimento das plantas, determinando o estabelecimento e a produtividade final da cultura (Villela et al., 1991).

Ching (1972) e Metivier (1979) entendem por germinação o reinício do crescimento do embrião, que havia sido paralisado nos estágios finais da maturação da semente ainda na planta-mãe. Alguns fisiologistas entendem germinação como o processo que se inicia com o suprimento de água à semente e termina com a saída da radícula (Metivier, 1979; Carvalho & Nakagawa, 1980).

Existem três fases distintas durante a germinação das sementes: (I) a fase de embebição, quando grande atividade é concentrada para reativação das organelas e macromoléculas pré-existentes; (II) a fase de fixação do conteúdo de água e respiração, quando todos os sistemas preexistentes estão trabalhando a uma capacidade total para a síntese de substrato e (III) a fase de divisão celular e crescimento, caracterizada por um aumento contínuo do peso fresco e respiração (Ching, 1972; Popinigis, 1977; Carvalho & Nakagawa, 1980).

Esta seqüência de estágios é governada pela absorção de água do substrato externo, normalmente o solo ou uma solução (Levitt, 1972; Carvalho & Nakagawa, 1980; Bewley & Black, 1985).

Para Bewley & Black (1985), a água é o fator que exerce maior influência sobre o processo de germinação. Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos, com aumento da

intensidade de respiração e de todas as atividades metabólicas, havendo fornecimento de energia e de nutrientes requeridos pelo eixo embrionário. Segundo Carvalho & Nakagawa (1980), a quantidade de água necessária para a reidratação não é muito alta, situando-se em torno de duas a três vezes o peso da semente seca, para a maioria das espécies. Entretanto, em fases subsequentes, é preciso uma quantidade maior e um suprimento contínuo, para que haja condições do desenvolvimento do eixo embrionário em plântula independente.

O processo de germinação só se inicia em condições de umidade satisfatórias, e a limitação da disponibilidade de água do solo durante esse período freqüentemente determina o insucesso da implantação da cultura, com grandes prejuízos para a produtividade (Parmar & Moore, 1968; Magalhães & Carelli, 1972).

Segundo Delouche citado por Popinigis (1977), a semente de algodão precisa de um teor mínimo de umidade de 50 a 55% para iniciar o processo germinativo. A 20 ° C atinge essa umidade após aproximadamente 48 horas de embebição; à 30 ° C, após 96 horas.

O método mais utilizado para medir a qualidade das sementes é o teste de germinação, com a vantagem de ser altamente padronizado, permitindo a obtenção de resultados reproduzíveis quando executado sobre um mesmo lote, por diferentes laboratórios, o que o tornou de uso generalizado na avaliação da qualidade fisiológica da semente (Popinigis, 1977). O teste de germinação deve ter uma duração que permita ao analista avaliar se as partes essenciais de uma plântula são capazes de produzir uma planta normal. As Regras para Análises de Sementes, adotadas em cada país, prescrevem para cada espécie, tipos de substratos e faixas de temperatura mais adequadas e o período de duração do teste (Figueredo & Popinigis, 1980). Também descrevem os critérios para classificação de plântulas normais e anormais, bem como as

deficiências ou irregularidades que a plântula possa ter e ainda ser considerada normal (Krzyzanowki et al., 1991).

Todavia, o teste de germinação tem três importantes limitações como método de avaliação do potencial de produção de plântulas de lotes de sementes: a) o teste é destinado a alcançar a mais alta percentagem de plântulas normais; b) a classificação das plântulas no teste em normais e anormais é baseada sempre num critério unicamente morfológico, isto é, presença ou ausência de vários órgãos, lesões e outros danos, sem nenhuma preocupação com os procedimentos de avaliação e classificação quanto a diferenças fisiológicas, tais como velocidade de emergência e de crescimento da plântula, uniformidade de germinação, etc.; c) no teste, a perda da capacidade de germinar e produzir uma plântula normal é o estágio final da deterioração da semente, quando se sabe, que antes desse estágio ser alcançado, muitas outras variações, que reduzem o desempenho da semente no campo ou no armazenamento, já podem ter ocorrido (Delouche, 1981).

Para o autor, embora as limitações do teste padrão de germinação devam ser reconhecidas, não deve-se levar a conclusões de que o teste não é de nenhum valor e deva ser descartado. Muitos estudos demonstram que há alta correlação entre percentagem de germinação, emergência e estabelecimento das culturas em campo quando os lotes selecionados para estudo diferem substancialmente na percentagem de germinação.

Os resultados do teste de germinação são de grande valia para a comparação de lotes de sementes para fins de comercialização e para o cálculo da densidade de semeadura, acrescenta Popinigis (1977).

Dutra et al.(1995), objetivando verificar o efeito de diferentes quantidades de água no substrato, submeteu sementes de algodão herbáceo, cultivar CNPA Precoce 2, ao teste de

germinação em rolos de papel toalha. Os melhores valores para o teste de germinação foram obtidos quando se utilizou 3,0 a 3,5 vezes a quantidade de água em relação ao peso do substrato, com e sem proteção do saco plástico. A não utilização do saco plástico, envolvendo o substrato, aumentou a frequência de plântulas anormais. A maior quantidade de sementes infeccionadas foi favorecida pela menor quantidade de água testada, juntamente com a ausência do saco plástico envolvendo o substrato.

Krzyzanowski et al. (1991) recomendam para a primeira contagem do teste de germinação do algodão, soja, amendoim e feijão, que o peso do papel toalha úmido deve ser 2,25 vezes o seu peso seco e a umidade deve ser mantida num nível ótimo durante o período do teste e que todos os procedimentos devem ser conduzidos de acordo com as especificações das Regras para Análises de Sementes.

Vigor é uma característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa a capacidade de uma semente de produzir rapidamente uma plântula no solo, e o limite ao qual a semente tolera uma gama de fatores ambientais (Perry, 1972). Esta definição de vigor, entre muitas, é a que mais se distingue com o estudo em pauta.

Em relação ao termo vigor, convém diferenciar dois aspectos, o genético e o fisiológico. O vigor genético é aquele observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, enquanto o fisiológico é observado entre lotes de uma mesma linhagem genética, cultivar, ou espécie (Carvalho & Nakagawa, 1980).

Referindo-se ao nível de vigor, relativo às variações de origem genética, algumas cultivares (ou genótipos) são mais sensíveis que outras, a condições ambientais adversas, e com menor capacidade de crescer rapidamente. A maior resistência dos híbridos e plantas poliplóides a

condições adversas, em relação às normais, é provavelmente devido à sua capacidade de crescimento rápido, que pode ser, em parte, resultante da elevada eficiência de seus mecanismos metabólicos, principalmente das atividades dos mitocôndrios (Popinigis, 1977; Carvalho & Nakagawa, 1980).

O vigor da plântula está diretamente relacionado com a produtividade da cultura. Sementes de alto vigor devem formar melhores estandes e apresentar melhor rendimento. As companhias de sementes devem usar o vigor como um fator preponderante na competição comercial (Filgueiras, 1981). O autor, ainda acrescenta que o vigor da semente, resulta de componentes genéticos e ambientais, ou seja, o componente genético representa a performance máxima de uma variedade (resultado da hibridização, seleção e desenvolvimento varietal) e o componente ambiental é representado pelas práticas de fertilização, tempo, danos mecânicos, condições de armazenamento, etc.

O vigor da semente detecta as modificações deletérias mais sutis resultantes do avanço da deterioração, não reveladas pelo teste de germinação. A falta de uma estreita relação entre a germinação obtida no laboratório e a emergência no campo, foi responsável pelo desenvolvimento do conceito de vigor. Embora o conceito de vigor tenha sido estabelecido há alguns anos, nenhuma definição até hoje proposta foi universalmente aceita (Popinigis, 1977; Carvalho & Nakagawa, 1980).

Durães et al. (1995) avaliaram o efeito do vigor de sementes na emergência, no crescimento e no rendimento de três cultivares de milho. O vigor afetou a emergência em campo e a capacidade das plântulas em acumular matéria seca nos estádios iniciais do crescimento. O efeito do vigor das sementes sobre o crescimento vegetativo foi consistente, entretanto, esse efeito não

foi verificado quando houve associação de índices de vigor com rendimento de grãos, sendo este mais influenciado pela densidade de plantas.

Uma descrição ampla e pormenorizada dos diferentes testes de vigor, pode ser encontrada em Popinigis (1977) e Nakagawa (1994).

## 2.2 - ESTUDOS DE TOLERÂNCIA AO DÉFICIT HÍDRICO E PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NA SUA SIMULAÇÃO.

A disponibilidade de água é de extrema importância na germinação de sementes e emergência de plântulas de todas as culturas. O grau de umidade no momento da semeadura regula a quantidade de água a ser absorvida pela semente até a mesma atingir a umidade necessária para a germinação. Cada fator deve ser considerado para que não haja prejuízo à população desejada de plantas e para que as sementes não sejam injuriadas durante a fase de embebição, e possam gerar plântulas normais e vigorosas que garantam o estabelecimento da cultura (Nóbrega & Rodrigues, 1995).

A composição do solvente é também importante, particularmente em condições naturais em que as sementes raramente encontram água pura. Quando a concentração do soluto aumenta, a taxa de embebição diminui, devido a efeitos osmóticos; assim, se a disponibilidade de água é limitada, a taxa de embebição cai com o tempo, por ficarem os solutos na água fora da semente, mais concentrados (Metivier, 1979).

A germinação em geral, é reduzida com o decréscimo do potencial de água externo e os estudos mostram que em níveis altamente adversos a germinação não ocorre, afetando desta forma

a produção das culturas (Hunter & Erickson, 1952; Evans & Stickler, 1961; Singh & Singh, 1983 a). Sobre o tema, Prisco (1978) afirma ser a absorção de água pelas plantas (ou pelas sementes) função do gradiente de potencial hídrico no sistema solo-planta (ou solo-semente).

Vários autores relatam o retardamento de crescimento de plântulas de *Zea mays* L. , *Triticum aestivum* L. , *Sesbania exaltata* L. e *Raphanus sativus* L. em relação ao comprimento da parte aérea e do sistema radicular a diferentes potenciais de água das soluções osmóticas (Parmar & Moore, 1966; Fernandez & Johnston, 1978; Johnston et al., 1979; Singh & Singh, 1983b).

A germinação não ocorre a potenciais de água inferiores a determinado ponto crítico, e este varia com a espécie (Popinigis, 1977; Carvalho & Nakagawa, 1980) e mesmo dentro de uma espécie, algumas variedades respondem diferentemente (Evans & Stickler, 1961; Jensen, 1971).

Hunter & Erickson (1952) observaram que milho, arroz, feijão e beterraba açucareira não germinariam sob estresse crítico de água no solo de - 12.5, - 7.9, - 6.6 e - 3.5 atm, respectivamente.

Jensen (1971), estudando o efeito da tensão de água no solo sobre a germinação de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), concluiu que a percentagem de germinação não foi afetada por tensões de - 0.33 a - 3.00 bars, porém, decresceu progressivamente à medida que as tensões aumentaram a partir de - 4.0 bars; o número de plântulas emergidas diminuiu, mas moderadamente, à medida que as tensões aumentaram de - 4.0 a - 7.5 bars, sendo observada uma redução significativa à tensão de - 8.0 bar e nenhuma emergência à tensões superiores a - 12.0 bars. A velocidade de emergência decresceu progressivamente com o aumento da tensão de água.

Diferentes pesquisadores, estudando diversas culturas (Sharma, 1976; Machado et al., 1976; Nogueira & Nagai, 1988; Lopes et al., 1989) encontraram que a deficiência hídrica pode



levar a planta a uma diminuição considerável na produção, mesmo em cultivares de excelente potencial genético.

A tolerância à seca pode ser conceituada de várias maneiras, sendo sua natureza muito complexa, envolvendo interações com o ambiente, além de processos fisiológicos inerentes ao efeito provocado no metabolismo da planta (Machado et al., 1976).

A tolerância ao déficit hídrico é uma característica muito importante em qualquer cultivo para tornar possível a produção em extensas áreas, não só na América Latina, mas, também, em muitas partes do mundo. Urge, portanto, identificar genótipos tolerantes ou resistentes ao déficit hídrico no solo e às condições adversas do meio ambiente, que resultam em altas demandas evaporativas (Fiegenbaum et al., 1991).

O melhoramento de cultivares, realizado principalmente com base na resposta fotoperiódica e na disponibilidade de nutrientes (fertilidade do solo), tem concorrido para um aumento real na produtividade. Aumentos adicionais poderão ocorrer através do conhecimento do efeito dos fatores climáticos na fisiologia da planta (Nogueira & Nagai, 1988).

Uma das características de tolerância dos vegetais à seca consiste em preservar a integridade da membrana protoplasmática quando a planta é submetida ao déficit hídrico. Essa capacidade varia não só em função das espécies vegetais como entre cultivares de uma mesma espécie (Souza et al., 1984a; Souza et al., 1985c; Pinho et al., 1993).

A sensibilidade diferencial de sementes de diversas espécies ao estresse hídrico tem sido destacada na literatura, embora as informações sobre o assunto sejam escassas (Marcos Filho citado por Nóbrega & Rodrigues, 1995).

Souza et al.(1983) realizaram estudo em casa de vegetação e laboratório, objetivando verificar o efeito da seleção para maior velocidade de crescimento da raiz em algodoeiro herbáceo (cultivares Acala del Cerro, Allen 333/57 e SU-0450/8909) e sua aplicação como parâmetro a ser usado pelo melhoramento genético, como um dos critérios de seleção de plantas resistentes à seca. A cv. SU-0450/8909 apresentou, consistentemente, uma herdabilidade elevada para o caráter “velocidade de crescimento da raiz” e um grande ganho genético. Ficou assim evidenciado que os indivíduos selecionados, mesmo na fase de plântulas, para maior velocidade de crescimento do sistema radicular, conservaram uma raiz maior na fase de planta adulta.

Pereira (1995) estudou a sensibilidade a baixos níveis de água disponível no solo de duas cultivares de algodoeiro herbáceo, CNPA Precoce 1 e CNPA 7H, até a fase de frutificação, quanto ao crescimento e desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular. Dos resultados, pode-se deduzir que ambas as cultivares são pouco exigentes em umidade do solo, na fase inicial de seu ciclo. A cultivar CNPA 7H é mais eficiente no uso de água e sua utilização em partes vegetativas, enquanto a CNPA Precoce 1 apresenta maior eficiência em relação ao seu aproveitamento em florescimento e frutificação. A cultivar CNPA Precoce 1 tem uma tendência a ser mais resistente ao estresse hídrico. Nos baixos níveis de umidade disponível, as plantas desenvolvem maior relação raiz/parte aérea, destacando-se a cultivar CNPA 7H sobre a CNPA Precoce 1.

Souza (1977) verificou haver uma menor relação entre raiz/parte aérea no algodão mocó (*Gossypium hirsutum* raça *marie galante*), resistente à seca, em comparação com o herbáceo, mais susceptível, tanto em plantas irrigadas como submetidas à escassez de água.

Linhas monossômicas, cada uma para um cromossomo diferente adicionado ao *Gossypium hirsutum* a partir de espécies diplóides selvagens, foram estudadas por Souza et al. (1991) nos aspectos fisiológicos relacionados à resistência à seca. Quatorze linhas com bom vigor e características fisiológicas excepcionais foram identificadas num conjunto de trinta e separadas em dois grupos, segundo apresentavam alto ou baixo potencial hídrico após um tratamento de seca. Estes dois grupos estão sendo usados em um programa de seleção recorrente para resistência à seca, visando facilitar a transferência de genes das espécies diplóides selvagens para o *G. hirsutum* cultivado.

Segundo Parmar & Moore (1966), estudos relacionados ao efeito do déficit hídrico na germinação de sementes, capazes de detectar diferenças na qualidade da semente, são normalmente restritos às condições de campo, portanto, não passando por um preciso controle experimental. Dai, o uso de pressões osmóticas, em condições controladas de laboratório, em sementes de diferentes níveis de vigor, parece oferecer alternativa inestimável no que diz respeito ao estudo dos efeitos da seca na germinação da semente e no crescimento da plântula.

Tratamentos químicos têm sido utilizados para aumentar a tolerância das sementes ao estresse hídrico. É notória a importância dos reguladores de crescimento como o ácido giberélico para milho e sorgo, a cinetina em tomate e algodão e o etileno em *Xanthium* (Takaki, 1993).

As condições de estresse hídrico no campo, podem ser simuladas em ensaios de laboratório, com uso de substâncias que induzam estresse osmótico mais severo. Entre os produtos químicos mais usados, incluem-se cloreto de sódio (Parmar & Moore, 1968; Sharma, 1973; Sharma, 1976; Lopes et al., 1989), manitol (Evans & Stickler, 1961; Parmar & Moore, 1968; Lopes et al., 1989), glicerol (Brocklehurst & Dearman, 1984), sacarose, glicose (Wiggans

& Gardner, 1959; Slatyer, 1967), sulfato de sódio -  $\text{Na}_2 \text{SO}_4$  (Campos & Assunção, 1990), betaine, L-proline (Dashek & Erickson, 1981; Gray et al., 1991) e polietileno glicol (Parmar & Moore, 1968; Sharma, 1976; Hadas, 1977).

O controle da hidratação da semente pelo emprego de soluções diluídas até um limite que permita a realização dos processos metabólicos pré-germinativos, sem a emergência da radícula, é denominado pré-condicionamento osmótico (Bradford, 1986).

Diversos tratamentos de pré-condicionamento para sementes tem sido sugeridos, visando a uniformização e à aceleração da germinação, ao aumento da resistência das sementes às condições de estresse e à homogeneização do desenvolvimento das plântulas (Adegbuyi et al., 1981; Delouche, 1981; Bewley & Black, 1985; Bradford, 1986; Eira & Marcos Filho, 1990; Freitas & Takaki, 1993 ; Guimarães et al., 1993; Gimenez-Sampaio et al., 1993).

Segundo Villela et al. (1991), a presença de solutos altera as propriedades da água, resultando numa pressão osmótica diferente de zero na solução. Ainda, segundo o mesmo autor, no condicionamento osmótico o soluto mais utilizado tem sido o polietileno glicol-6.000, cuja fórmula é  $\text{HOCH}_2 (\text{CH}_2 \text{OCH}_2)_n \text{CH}_2 \text{OH}$ , por ser quimicamente inerte e não apresentar toxicidade sobre as sementes.

Guimarães et al. (1993) estudaram métodos de condicionamento osmótico sobre a germinação e vigor de sementes de algodão, cultivar IAC 20, sob estresse hídrico e térmico, utilizando manitol, concluindo que o uso desta técnica em sementes de algodão é uma alternativa viável para melhorar seu desempenho em condições normais de germinação.

Santos et al. (1995), objetivando determinar o potencial osmótico mais favorável para o condicionamento osmótico de sementes de algodoeiro, oriundas de três locais de produção,

usaram como soluto o manitol. Além de comprovar a viabilidade da técnica na melhoria do desempenho das sementes em condições de campo, concluíram que todos os potenciais estudados tiveram efeito significativamente superior ao tratamento sem o condicionamento. Entretanto, no índice de velocidade de emergência, o potencial osmótico de - 3 atm, foi o que apresentou melhor resposta, independentemente da origem das sementes.

Mas, segundo Adegbuyi et al. (1981) o pré-tratamento de sementes com diferentes concentrações de PEG - 6000 pode prejudicar fisiologicamente a semente, induzindo anormalidade.

Via de regra, a simulação de deficiência hídrica, imposta pela utilização de soluções com pressões osmóticas elevadas, produz efeitos menos drásticos sobre as plantas quando comparados com uma situação correspondente de tensão de umidade no solo (Collis-George & Sands, 1962).

Para Magalhães & Carelli (1972), o estudo comparativo da germinação de sementes, de genótipos diferentes, sob condições de pressão osmótica elevada, pode propiciar uma discriminação de características intrínsecas de resistência à seca entre variedades.

Agentes osmóticos são frequentemente usados para simular níveis conhecidos de estresse hídrico em tecidos de plantas. Infelizmente, associado ao controle do potencial de água dos tecidos, meios artificiais podem resultar em respostas indesejáveis por parte da planta. Por exemplo, açúcares e sais podem ser absorvidos e utilizados pelas plantas, resultando em ajustamentos osmóticos e nutricionais, ou até mesmo, em efeitos tóxicos (Mexal et al., 1975). A utilização de sais e manitol está diminuindo em popularidade decorrente de sua potencial absorção pelas sementes em processo de germinação, causando efeitos maléficos em certas espécies, por

provocarem toxicidade (Sharma, 1973; Mexal et al., 1975; Brocklehurst & Dearman, 1984; Lopes et al., 1989).

Lopes et al. (1989) estudaram a germinação de 53 cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições de laboratório, sob efeito de duas soluções, cloreto de sódio (NaCl) e manitol, a - 8 atm de pressão osmótica, verificando que ambos os produtos não se mostraram bons agentes osmóticos, indutores de déficit hídrico, em face dos efeitos adversos por eles provocados, sendo que o NaCl promoveu maior inibição da germinação, quando comparado à solução de manitol.

O potencial de água do solo consiste principalmente de componentes osmóticos e mátricos. Por conveniência, nos estudos de germinação os potenciais mátricos são normalmente simulados por soluções aquosas de vários solutos (Sharma, 1976). Contudo, há ampla evidência a sugerir que substratos osmóticos de baixo peso molecular (cloreto de sódio, glicerol, sacarose, manitol, e polietileno glicóis de baixo peso molecular) não promovem reais efeitos de potencial mátrico (Parmar & Moore, 1968; Sharma, 1973).

Lagerwerff et al. (1961) salientam que só é possível separar os efeitos osmóticos dos meramente iônicos quando o agente osmótico utilizado não interfere nos processos metabólicos normais.

Evans & Stickler (1961) utilizaram o manitol como agente osmótico e concluíram ser adequado para limitar a absorção de água pelas plantas, sem afetar a ação metabólica das mesmas.

Machado et al. (1976) evidenciaram o efeito da desidratação osmótica, com manitol, sobre o acúmulo de prolina livre em discos de folhas primárias de vinte cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Observaram que em condições naturais de turgidez, existem diferenças significativas no teor de prolina entre as cultivares de feijão estudadas. As cultivares "Manteigão Fosco 11",

“Vermelho Rajado 1162”, “Enrica Homem” e “S - 182 - N” acumularam mais prolina quando submetidas à desidratação osmótica do que as outras cultivares.

Outros autores, porém, levantam dúvidas quanto ao uso de manitol, glicerol (Brocklehurst & Dearman, 1984), sacarose (Wiggans & Gardner, 1959; Slatyer, 1967) ou glicose (Wiggans & Gardner, 1959) como agentes osmóticos, devido à possível penetração de íons desses produtos nas células das plantas.

Sharma (1973) estudou a equivalência dos potenciais mátricos e osmóticos, com o intento de confirmar a viabilidade ou não de agentes osmóticos (PEG-20000, NaCl, manitol), para simular seca e concluiu que a habilidade da semente germinar num meio sob pressão osmótica depende, principalmente, da penetração do soluto na semente, reduzindo, assim, os efeitos osmóticos e agravando-os quando produzindo efeitos tóxicos.

Sharma (1976) fez estudo analisando os efeitos interativos da temperatura com potenciais osmótico e mátrico nas características germinativas de três espécies de região desértica, *Danthonia caespitosa* G., *Atriplex nummularia* L. e *A. vesicaria* B. Os potenciais mátricos foram simulados por soluções aquosas de polietileno glicol ( peso molecular 20000) e seus efeitos foram comparados com os do potencial osmótico criado por soluções de cloreto de sódio. A velocidade de germinação e a germinação total de todas as espécies diminuiu com o declínio do potencial de água. A velocidade de germinação aumentou com o aumento da temperatura, mas a germinação final foi mais alta nas temperaturas intermediárias ( 20 a 25 ° C). Todas as espécies germinaram melhor em baixos potenciais de água nas proximidades do ótimo de temperatura.

Campos & Assunção (1990), trabalhando com sementes de arroz (*Oriza sativa* L. cv. IAC 25), sob estresse salino provocado pelo NaCl e pelo Na<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>, bem como, os efeitos do estresse

hidrico induzido pelo polietileno glicol-6000 a potenciais osmóticos variando de 0,0 a - 1,2 MPa, observaram que a germinação e o crescimento das plântulas foram mais afetados pelo  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e os sais tiveram ação mais tóxica do que osmótica, enquanto o PEG-6000 apresentou efeito exclusivamente osmótico. Relatam, ainda, que no nível de - 0,8 MPa de NaCl ou  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  a germinação e o crescimento da cultivar IAC 25 foram reduzidos drasticamente, ao passo que com o PEG-6000 isso só ocorreu a - 1,2 MPa.

Sementes de hortaliças como *Allium cepa* L. cv. Rijusburger Robusta, *Allium porrum* cv. Winterreuzer, *Daucus carota* L. cv. Nantes 20 e *Apium graveolens* L. cv. Grand Dore AM foram postas para germinar em contato com soluções de betaine e L-proline a tensões que variavam de - 1,0 a - 1,5 MPa por periodos de 1 a 14 dias. A solução de betaine reduziu a porcentagem de germinação na cultivar Nantes 20 de 73% para 58%. Nas outras espécies a germinação não foi afetada por nenhuma das soluções (Gray et al., 1991).

Os compostos químicos betaine (glycinebetaine, N,N,N-Trimethylglycine) e L-proline, acumulam-se nos tecidos das plantas como resposta a um estresse hidrico. Tais soluções são consideradas agentes osmóticos não tóxicos às plantas (Dashek & Erickson, 1981). Porém, Gray et al. (1991) observaram que estas soluções estimulam o crescimento de microrganismos sobre as sementes.

Vários autores indicam o uso de polietileno glicol 6000 para avaliação da resistência à seca em diversas culturas (Sharma, 1973; Singh & Singh, 1983b). Segundo Lawlor (1970), o PEG simula seca, causando dissecação na planta, porque bloqueia o movimento da água pela diminuição do potencial da água do meio onde crescem as raízes.



### 2.3 - POLIETILENO GLICOL (CARBOWAX) E SEU EFEITO NA GERMINAÇÃO E NO VIGOR DE SEMENTES DE DIFERENTES CULTURAS.

O polietileno glicol ou lutrol, comercialmente conhecido como Carbowax, é um polímero químico de cadeia longa, de alto peso molecular, inerte, não iônico, altamente solúvel em água. Pode ser usado como agente osmótico, pois não interfere nos processos metabólicos dos vegetais (Lagerwerff e al., 1961).

Nos últimos anos, o polietileno glicol - 6000 tem sido indicado em pesquisas agrônômicas, em experimentos em laboratório e em casa de vegetação, onde é possível um controle mais efetivo do ambiente, por ser o soluto osmótico mais satisfatório para simulação de estresse hídrico no meio externo, solo ou solução (Mexal et al., 1975; Bradford, 1986; Nogueira & Nagai, 1988), constituindo-se numa alternativa muito importante para estudo do efeito de estresse hídrico na germinação das sementes e, subsequente, no crescimento da plântula (Lagerwerff et al., 1961).

Segundo Lawlor (1970), o PEG é um agente com capacidade de aumentar a concentração osmótica das soluções nutritivas utilizadas em experimentos com plantas; tem a capacidade de simular seca, causando dissecação na planta, porque bloqueia o movimento da água pela diminuição do potencial hídrico do meio onde crescem as raízes. Quanto menor a absorção de água pela planta mais reduzido será o potencial deste líquido nas folhas e, conseqüentemente, todo o metabolismo é alterado.

Hadas (1977) sugere o uso de soluções de PEG em testes padrão de germinação para estimativas do desempenho da germinação da semente em condições de campo.

Entretanto, vários autores (Lagerwerff et al., 1961; Lawlor, 1970; Gray et al., 1991) verificaram que o uso de PEGs de baixos pesos moleculares (abaixo de 4000) podem ser prejudiciais às culturas. Possivelmente, penetram na semente através da parede celular, interferindo no seu metabolismo. Do mesmo modo, PEGs de altos pesos moleculares foram considerados tóxicos devido a altas concentrações de ions de alumínio e magnésio requeridos na sua síntese (Ruf Júnior et al., 1963; Lagerwerff et al., 1961; Lawlor, 1970). Ruf Júnior et al. (1963) indicam o uso de PEG-1540 que é livre de alumínio.

Parmar & Moore (1966 e 1968), em pesquisas realizadas com soluções de polietileno glicol (PEG), de peso molecular igual ou superior a 4000, verificaram que tais soluções são tidas como apropriadas para induzir déficit hídrico durante a fase de germinação. Devido ao alto peso molecular, não passam através das paredes celulares das plantas (Carpita et al., 1979).

Segundo Mexal et al. (1975), embora o PEG-6000 seja inerte e não tóxico às sementes, apresenta algumas desvantagens, por exemplo, comparado com água ou soluções de sais diluídos, é altamente viscoso e restringe a transferência do oxigênio. Constataram que a solubilidade e disponibilidade do  $O_2$  nas soluções de polietileno glicol diminuem com aumento do peso molecular do soluto e com aumento da sua concentração. Consequentemente, sementes em contato com soluções de PEG podem estar sujeitas a limitações de  $O_2$ , com influências sobre a germinação. Acrescenta, porém, que a disponibilidade de  $O_2$ , para o PEG - 6000, só se torna severamente limitante (solubilidade relativa = 20%) em potencial de água de - 7,0 bars.

Outro fator a considerar é, também, a perda de vapor de água dos recipientes onde são realizados testes de germinação. Segundo Berkat & Briske (1982), a evaporação modifica significativamente o potencial de água das soluções de PEG. Observaram que, para um período de

2 dias, em recipientes selados, o potencial de água do substrato de germinação não apresentou redução, mas em recipientes não selados, foi reduzido em - 0,8 MPa. Por outro lado, no final do período de 12 dias, as reduções foram - 0,15 e - 1,85 MPa, para recipientes selados e não selados, respectivamente.

Michel & Kaufmann (1973), utilizando psicrômetro termopar e osmômetro de pressão de vapor, estudaram os efeitos da concentração de polietileno glicol 6000 (PEG 6000) e da temperatura no potencial osmótico de soluções e encontraram uma relação entre a concentração (C) de polietileno glicol, a temperatura (T) e o potencial osmótico ( $\psi_s$ ) da solução, expressa pela equação:

$$\psi_s = - (1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) C T + (8,39 \times 10^{-7}) C^2 T$$

sendo, C expresso em g de PEG 6000 por kg de água, T em ° C e  $\psi_s$  em bar. A estimativa do erro padrão para o potencial osmótico determinado pela equação é de  $\pm 0,28$  bar.

Villela et al. (1991), visando contribuir para as pesquisas nesta área, procurou através da inter-relação entre a termodinâmica e a tecnologia de sementes, caracterizar potenciais hídrico, osmótico, mático e de pressão e, a partir do trabalho de Michel & Kaufmann (1973), construiu uma tabela associando potencial osmótico, concentração de polietileno glicol - 6000 e temperatura.

Em condições de solo, Painter (1966) observou que mantendo-o em equilíbrio com a solução de PEG, a taxa de crescimento no milho foi diretamente proporcional ao estresse hídrico do solo, apresentando completa inibição a - 8 atm de tensão .

Parmar & Moore (1966), trabalhando com polietileno glicol-6000 (Carbowax) sobre sementes de milho, observaram redução da germinação e do crescimento das plântulas, com o aumento da pressão osmótica da solução e concluíram que, a germinação de sementes, sob condições de seca simulada, oferece possibilidades para revelar sementes vigorosas (teste de vigor) e indicar diferenças relativas entre lotes de sementes em condições de campo.

Parmar & Moore (1968), trabalhando com polietileno glicol-6000, manitol e NaCl sobre sementes de milho, observaram retardamento e redução da germinação e da quantidade de água absorvida, com o aumento do potencial osmótico da solução.

Em 1970, Prisco & O'leary trabalharam com Carbowax - 1540 (polietileno glicol - 1540) e solução salina de NaCl, estudando os seus efeitos sobre a germinação de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar "Red Kidney". Verificaram que, o polietileno glicol a - 0,8 MPa inibiu mais a absorção de água do que NaCl na mesma concentração, e que a taxa de germinação foi reduzida igualmente quando o potencial hídrico foi igual ou inferior a - 0,4 MPa, tanto para o substrato com NaCl como para polietileno glicol. Entretanto, os efeitos comparativos entre NaCl e o polietileno glicol só foram mais significantes quando o potencial do substrato foi de - 1,2 MPa.

Magalhães & Carelli (1972) submeteram três variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) - Carioca, Rosinha G-2 e Bico-de-Ouro, a condições de seca simulada por soluções de polietileno glicol-6.000, nas concentrações de 150, 200, 250 e 300 g/l, conferindo pressões osmóticas de - 3,5 , - 7,2 , - 11,0 e - 16,5 atm , respectivamente, durante o processo de germinação. Observaram a existência de um efeito bastante sensível da pressão osmótica sobre a velocidade de germinação das sementes, independentemente das variedades consideradas. Concluíram que à medida que se elevou a concentração osmótica, a percentagem de germinação das sementes foi reduzida.

Verificaram, também, uma drástica redução do comprimento das raízes com a elevação do déficit hídrico simulado acima de - 3,5 atm de tensão, demonstrando indiretamente a grande sensibilidade do feijoeiro à falta de água.

Trabalhando com duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) sob estresse hídrico, simulado por soluções de polietileno glicol-6000 a diferentes potenciais de água (- 3.0, - 5.0, - 7.5 e - 10.0 bars), Singh & Singh (1983b) observaram que a germinação das sementes e o crescimento das plântulas (em termos de comprimento de radícula e da parte aérea) foram reduzidos com o decréscimo do potencial de água externo para as duas cultivares. A absorção de água pelas sementes também foi restringida com a elevação das condições de déficit hídrico. Notaram ainda que, com aumento do déficit de umidade simulado, houve uma progressiva e significativa redução na parte aérea e no comprimento radicular em ambas as cultivares.

Gray et al. (1991) testaram soluções de polietileno glicol de diferentes pesos moleculares (600, 1000, 1450, 3350, 6000 e 8000), betaine e L-proline no pré-condicionamento osmótico de sementes de hortaliças (*Allium cepa* L. cv. Rijusburger Robusta, *Allium porrum* cv. Winterreuzer, *Daucus carota* L. cv. Nantes 20 e *Apium graveolens* L. cv. Grand Dore AM), a tensões variando de -1,0 a - 1,5 MPa por períodos de 7 a 14 dias. Em todas as soluções de PEGs a porcentagem de germinação das sementes foi significativamente reduzida com o tempo, quando comparada com as sementes não tratadas.

Nienow et al. (1991), estudando os efeitos de soluções de PEG (600 e 6000) na germinação das sementes e no vigor das plântulas de cultivares de *Allium porrum* L., verificaram aumento do número de plântulas anormais, com raízes curtas e retorcidas, principalmente nos níveis de concentração à - 1,0 MPa.

Nogueira et al. (1993) avaliou os efeitos do pré-condicionamento com PEG-6000 (-2,0 a -2,5 MPa), por dois e três dias a uma temperatura de  $18 \pm 12$  °C, na germinação e vigor de sementes de *Gossypium hirsutum* L. *latifolium*, cultivar IAC 20, sob condições de estresse hídrico. Após pré-condicionadas, as sementes foram postas para germinar em placas de petri, com duas folhas de papel de filtro umedecidas com água destilada (0 MPa) e solução de PEG-6000 (níveis de -0,3 e -0,6 MPa nos testes de germinação; -0,2 e -0,4 MPa, testes de vigor) a uma temperatura de  $25 \pm 12$  °C. A contagem das sementes foi realizada durante cinco dias, enquanto o comprimento da raiz e da parte aérea foram medidos após sete dias da sementeira. O pré-condicionamento por dois dias exibiu desempenho superior ao apresentado pelas sementes pré-condicionadas durante três dias.

Também utilizando PEG-6000, Queiroz (1995) submeteu sementes de dez cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a seis níveis de tensão osmótica. Pelos resultados obtidos observou haver influência do PEG-6000 sobre a germinação das sementes e vigor das plântulas. A percentagem de sementes infectadas aumentou à medida em que se elevaram os níveis de concentração de PEG-6000. Sob condições de estresse hídrico, as radículas tenderam a se alongar mais do que o hipocótilo, na fase inicial após a germinação das sementes. Observou, também, um aumento no índice de anormalidade das plântulas a partir do potencial -0,4 MPa de PEG-6000, resultando em ausência e atrofiamento da radícula e sistema radicular curto, sem raiz principal e com poucas secundárias.

Portanto, são poucos os trabalhos, envolvendo algodão e PEG, encontrados na literatura, impossibilitando, assim, maiores informações do efeito do PEG-6000 sobre a germinação de sementes e vigor de plântulas de algodoeiro.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - LOCAL

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes - LAS, do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, em Campina Grande - PB, no período de julho a dezembro de 1996.

#### 3.2 - GENÓTIPOS

Foram utilizadas sementes de dez genótipos de algodoeiro herbáceo, doadas pelo Setor de Melhoramento Genético do EMBRAPA - Algodão, escolhidos após a realização de testes preliminares de germinação e vigor, em treze genótipos, de promissora potencialidade produtiva e tecnológica, constantes do Ensaio Regional de algodoeiro herbáceo de fibras médias (denominação e origem genética no Anexo 01), para se garantir uniformização fisiológica entre eles. Estes testes foram realizados conforme Brasil (1992).

Conforme pretensão inicial de se trabalhar com dez genótipos na pesquisa, foram selecionados: G<sub>1</sub> - CNPA 7H ; G<sub>2</sub> - CNPA Precoce 1 ; G<sub>3</sub> - CNPA Precoce 2N ; G<sub>4</sub> - IAC 22 ; G<sub>5</sub> - CNPA 87-62 ; G<sub>6</sub> - CNPA 87-33 ; G<sub>7</sub> - CNPA 87-24 ; G<sub>8</sub> - LG ROGERS ; G<sub>9</sub> - CNPA 86-1195-1 e G<sub>10</sub> - CNPA 86-1190-5, entre os treze utilizados nos pré-testes (Anexo 01), conforme critérios descritos no capítulo "Resultados e Discussão".

As sementes dos genótipos utilizados no ensaio, depois de passarem por uma purificação física, foram armazenadas em câmara fria a 10 °C e a 25% de umidade relativa, de onde eram retiradas as quantidades necessárias para cada teste.

### 3.3. - CONCENTRAÇÕES DE POLIETILENO GLICOL - 6000 ( PEG - 6000 )

As soluções de PEG-6000 foram preparadas obedecendo ao esquema seguinte, com base na tabela elaborada por Villela et al. (1991):

SOLUÇÃO (N)	CONCENTRAÇÃO (g de PEG/kg de água destilada, à 27 ° C)	POTENCIAL OSMÓTICO (- MPa)
N <sub>1</sub>	000,000	0,0
N <sub>2</sub>	122,743	0,2
N <sub>3</sub>	182,157	0,4
N <sub>4</sub>	227,932	0,6
N <sub>5</sub>	266,586	0,8
N <sub>6</sub>	300,670	1,0

### 3.4 - SUBSTRATO

De acordo com as regras para análises de sementes (Brasil, 1992), foram utilizadas, como substrato, três folhas de papel Germitest para os testes de germinação e vigor e duas folhas para os testes exclusivamente de vigor, convenientemente umedecidas com as respectivas soluções. O tipo de papel utilizado foi o da marca Germilab, formato 28 x 38 cm , com pH neutro.



### 3.5 - GERMINADOR

Utilizou-se um germinador da marca National, modelo 3512-11, de prateleiras horizontais e controle automático de temperatura, com sensibilidade de  $\pm 0,5^{\circ} \text{C}$ .

Previamente, durante um período de cinco dias anteriores ao início do ensaio, houve aferição da temperatura, mantendo-a estável em  $27 \pm 1,0^{\circ} \text{C}$ , permanecendo um termômetro no interior do germinador, durante o trabalho. A umidade relativa no interior do germinador foi mantida próxima à saturação, com auxílio de recipientes com 2/3 cheios com água destilada, localizados acima, entre e abaixo da prateleira onde estavam os vasos com os cartuchos de substrato + sementes. Antes da instalação de cada teste foram tomadas todas as providências de limpeza dos equipamentos e instalações utilizadas nos ensaios.

### 3.6 - TESTE DE GERMINAÇÃO

Foram seguidos os procedimentos descritos nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992). Todas as folhas de papel Germitest, necessárias aos testes em cada nível de potencial osmótico estudado, eram simultaneamente umedecidas na respectiva solução. Na instalação dos testes, sobre duas folhas de papel Germitest, superpostas e umedecidas, foram distribuídas 50 sementes de cada genótipo por repetição em sete fileiras equidistantes, com sete sementes cada, sendo mais uma delas colocada no centro. Uma terceira folha do referido papel, bem umedecida com a respectiva solução, foi utilizada como cobertura protetora. Em seguida, o conjunto foi enrolado em forma de cartucho e amarrado com um cordão a um terço da borda superior,

anotando-se, na parte superior, o respectivo tratamento e repetição. Acomodados os cartuchos, em recipientes plásticos na posição de 45 graus em relação à vertical, cada qual contendo as quatro repetições de cada genótipo em estudo, colocou-se o conjunto no germinador, regulado à temperatura preestabelecida (27 ° C). No decorrer do experimento o conjunto foi umedecido com a respectiva solução, de PEG-6000 de modo a se manter os níveis desejados de potenciais osmóticos.

A avaliação do teste de germinação foi efetivada, com pequenas modificações, segundo as regras para análises de sementes (Krzyzanowski et al., 1991; Brasil, 1992), relativas à cultura do algodão (*Gossypium spp.*) em duas contagens, no 4<sup>o</sup> e 12<sup>o</sup> dias e uma contagem adicional, no 20<sup>o</sup> dia, por se estar trabalhando com simulação de déficits hídricos crescentes, os quais retardam a germinação das sementes. Nas contagens, foram consideradas germinadas as sementes que tinham as estruturas essenciais bem diferenciadas, sadias e desenvolvidas (plântulas normais), sobretudo um comprimento mínimo de radícula de 5 mm, devido a que nas determinações de vigor dos testes preliminares, no quarto dia pós semeadura, houve plântulas com apenas 6 mm de radícula e muitas com comprimento menor que 10 mm.

Foram consideradas como plântulas anormais, as que apresentavam qualquer uma das suas estruturas essenciais ausentes, deformadas, muito danificadas ou infectadas por patógenos da própria semente (Krzyzanowski et al., 1991; Brasil, 1992); como deterioradas, as sementes que ao final dos testes não estavam duras nem dormentes, mas com uma coloração escura intensa, anormal, parcial ou totalmente podres (Mata et al., 1985); sementes duras, foram consideradas as que permaneceram sem absorver água (não entumescidas) até o final dos testes (Almeida et al., 1985; Brasil, 1992).

### 3.7 - TESTES DE VIGOR DAS PLÂNTULAS

Os testes de vigor foram realizados e avaliados através da técnica da primeira contagem (Popinigis, 1977; Brasil, 1992; Nakagawa, 1994) e do índice de velocidade de emergência - IVE (Maguire citado por Nakagawa, 1994) do teste de germinação e através do comprimento da radícula e da parte aérea (hipocótilo + epicótilo) e peso da matéria fresca total da plântula (Popinigis, 1977; Nakagawa, 1994).

Nos testes de vigor, o número de sementes utilizadas por repetição foi dez. Em todas as repetições, as sementes foram dispostas em linha reta, no sentido longitudinal, na parte superior do papel Germitest, com o arilo voltado para baixo, seguindo metodologia de Popinigis (1977) e Nakagawa (1994). O tempo de duração dos ensaios precisou ser parcialmente modificado, nos níveis de PEG - 6000 a partir de - 0,2 MPa (N<sub>2</sub>), por se tratar de uma simulação de déficit hídrico. O período de avaliação, aumentou com a elevação dos níveis de concentração de PEG-6000, estabelecendo-se um tempo máximo de 20 dias. As medições e pesagens foram realizadas, em todos os genótipos, para cada nível de PEG-6000, no momento em que um dos dez genótipos atingia o nível médio de 70% de sementes germinadas ou tivesse decorrido um prazo de 20 dias de espera (Queiroz, 1995) e tivessem a parte aérea e a radícula diferenciados, nitidamente, esta última com comprimento mínimo de 5 mm, de forma que pudessem ser medidos. Logo, as contagens foram feitas em diferentes períodos, 04 dias para o nível N<sub>1</sub>, 12 dias para os níveis N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub>, enquanto que os níveis N<sub>4</sub>, N<sub>5</sub> e N<sub>6</sub> foram encerrados no 20<sup>o</sup> dia, por não atingirem 70% de plântulas crescidas.

A 1ª contagem do teste de germinação, realizada no 4º dia após a instalação dos diferentes níveis, foi utilizada como índice de vigor, sendo feita nas condições normais recomendadas para a cultura do algodão, conforme prescrições das Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992), exceto para o nível N<sub>6</sub> de PEG-6000, em que não se constatou germinação visível.

A partir dos dados de número de plântulas normais das três contagens efetuadas do teste de germinação, foi estabelecido o “Índice de Velocidade de Emergência – IVE”, determinado pela seguinte fórmula de Maguire citado por Nakagawa (1994), modificada para as contagens em dias não consecutivos:

$$IVE = [ ( E_1 / N_1 + E_2 / N_2 + E_3 / N_3 ) ]$$

onde,

$E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$  = número de plântulas normais emergidas, computadas na 1ª, 2ª e 3ª contagem; e

$N_1$ ,  $N_2$  e  $N_3$  = número de dias contados a partir da semeadura de cada tratamento à 1ª, 2ª e 3ª leitura.

As medidas de vigor, relativos ao crescimento (comprimento médio da parte aérea e da radícula) e ao ganho de peso (peso fresco de radícula + parte aérea), em cada repetição, foram obtidas dividindo-se o somatório dos valores encontrados para as diversas sementes germinadas pelo número de sementes utilizadas.

### 3.8 - TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram estudados dois fatores, genótipos de algodoeiro herbáceo (G), em número de 10, e, 06 níveis de potenciais osmóticos (N). Fatorialmente combinados, resultaram em 60 tratamentos:

G<sub>1</sub>N<sub>1</sub> G<sub>2</sub>N<sub>1</sub> G<sub>3</sub>N<sub>1</sub> G<sub>4</sub>N<sub>1</sub> G<sub>5</sub>N<sub>1</sub> G<sub>6</sub>N<sub>1</sub> G<sub>7</sub>N<sub>1</sub> G<sub>8</sub>N<sub>1</sub> G<sub>9</sub>N<sub>1</sub> G<sub>10</sub>N<sub>1</sub>  
 G<sub>1</sub>N<sub>2</sub> G<sub>2</sub>N<sub>2</sub> G<sub>3</sub>N<sub>2</sub> G<sub>4</sub>N<sub>2</sub> G<sub>5</sub>N<sub>2</sub> G<sub>6</sub>N<sub>2</sub> G<sub>7</sub>N<sub>2</sub> G<sub>8</sub>N<sub>2</sub> G<sub>9</sub>N<sub>2</sub> G<sub>10</sub>N<sub>2</sub>  
 G<sub>1</sub>N<sub>3</sub> G<sub>2</sub>N<sub>3</sub> G<sub>3</sub>N<sub>3</sub> G<sub>4</sub>N<sub>3</sub> G<sub>5</sub>N<sub>3</sub> G<sub>6</sub>N<sub>3</sub> G<sub>7</sub>N<sub>3</sub> G<sub>8</sub>N<sub>3</sub> G<sub>9</sub>N<sub>3</sub> G<sub>10</sub>N<sub>3</sub>  
 G<sub>1</sub>N<sub>4</sub> G<sub>2</sub>N<sub>4</sub> G<sub>3</sub>N<sub>4</sub> G<sub>4</sub>N<sub>4</sub> G<sub>5</sub>N<sub>4</sub> G<sub>6</sub>N<sub>4</sub> G<sub>7</sub>N<sub>4</sub> G<sub>8</sub>N<sub>4</sub> G<sub>9</sub>N<sub>4</sub> G<sub>10</sub>N<sub>4</sub>  
 G<sub>1</sub>N<sub>5</sub> G<sub>2</sub>N<sub>5</sub> G<sub>3</sub>N<sub>5</sub> G<sub>4</sub>N<sub>5</sub> G<sub>5</sub>N<sub>5</sub> G<sub>6</sub>N<sub>5</sub> G<sub>7</sub>N<sub>5</sub> G<sub>8</sub>N<sub>5</sub> G<sub>9</sub>N<sub>5</sub> G<sub>10</sub>N<sub>5</sub>  
 G<sub>1</sub>N<sub>6</sub> G<sub>2</sub>N<sub>6</sub> G<sub>3</sub>N<sub>6</sub> G<sub>4</sub>N<sub>6</sub> G<sub>5</sub>N<sub>6</sub> G<sub>6</sub>N<sub>6</sub> G<sub>7</sub>N<sub>6</sub> G<sub>8</sub>N<sub>6</sub> G<sub>9</sub>N<sub>6</sub> G<sub>10</sub>N<sub>6</sub>

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10 x 6, com quatro repetições. Cada repetição foi constituída de 50 sementes (primeira, segunda e terceira contagem do teste de germinação e índice de velocidade de emergência) ou 10 sementes (comprimento de radícula, parte aérea e peso de matéria fresca total da plântula).

### 3.9 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância obedeceu ao seguinte esquema básico:

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Genótipos (G)	9
Níveis (N)	5
Interação (GxN)	45
Resíduo	180
Total	239

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial e as médias dos fatores comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (Gomes, 1987; Banzatto & Kronka, 1989).

Os resultados em porcentagem foram transformados em arco seno  $(P/100)^{1/2}$  para homogeneizar as variâncias dos erros experimentais, igualmente o Índice de Velocidade de Emergência em  $(X + 0,5)^{1/2}$  por recomendação de Gomes (1987) e Banzatto & Kronka (1989).

As análises estatísticas, foram feitas através do software Assistência Estatística - ASSISTAT (Silva, 1996), e os estudos de regressão na Planilha EXCEL (Lapponi, 1995).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - TESTES PRELIMINARES

Os valores médios de germinação e de vigor dos testes preliminares (0,0 MPa), com os treze genótipos de algodoeiro herbáceo, estão organizados na Tabela 01.

A partir desses dados, foi elaborado um quadro resumo (Anexo 02) e selecionados os genótipos CNPA 7H (G<sub>1</sub>), CNPA Precoce 2 (G<sub>3</sub>), CNPA 87-62 (G<sub>6</sub>), CNPA 87-33 (G<sub>7</sub>), LG ROGERS (G<sub>10</sub>) e CNPA 86-1190-5 (G<sub>12</sub>), que não diferiram estatisticamente entre si, em todas as variáveis avaliadas, advindo depois, IAC 22 (G<sub>5</sub>), CNPA 87-24 (G<sub>9</sub>), CNPA Precoce 1 (G<sub>2</sub>) e CNPA 86-1195-1 (G<sub>11</sub>), por apresentarem diferenças estatísticas, em algumas das variáveis, basicamente, apenas em relação ao genótipo de melhor tendência de superioridade (LG ROGERS).

Ressalta-se, mais uma vez, o propósito inicial de se trabalhar com dez genótipos, fazendo com que fossem escolhidos algumas linhagens e cultivares inferiores e com menor uniformidade, em termos de germinação e vigor, garantindo-se, entretanto, para a maioria dos genótipos selecionados, percentuais médios de germinação a partir de 60% (CESM-PB, 1984; SPSB, 1993), comprimento médio de radícula acima de 4 cm, comprimento médio da parte aérea acima de 1,1 cm (em consequência, somando-se um comprimento médio da plântula superior a 5,1 cm) e peso médio da matéria fresca da plântula acima de 0,27 g.

TABELA 01 - Valores médios dos testes preliminares (0,0 MPa) de germinação e vigor, realizados com treze genótipos de algodoeiro herbáceo.

Genótipos	Teste de germinação (1)	Testes de vigor				
		1ª Contagem do teste de germinação (1)	Comprimento de radícula (cm)	Comprimento da parte aérea (cm)	Comprimento de plântula (cm)	Peso Matéria fresca (g)
1 - CNPA 7H	62.39 abc (78.52)	62.39 abc (78.52)	5.07 abc	1.19 abc	6.26 abc	0.31abcd
2 - CNPA Precoce 1	50.10 cd (58.85)	50.10 cd (58.85)	4.95 abc	1.41 abc	6.36 abc	0.36ab
3 - CNPA Precoce 2	67.74 ab (85.65)	67.34 ab (85.16)	5.19 abc	1.64 ab	6.83 abc	0.33abc
4 - IAC 20	50.13 cd (58.91)	50.12 cd (58.89)	3.18 c	0.75 c	3.93 c	0.20 d
5 - IAC 22	63.44 abc (80.00)	63.07 abc (79.49)	4.30 bc	1.14 abc	5.43 bc	0.27 bcd
6 - CNPA 87-62	66.08 ab (83.56)	64.25 abc (81.13)	5.99 ab	1.55 abc	7.55 ab	0.35ab
7 - CNPA 87-33	62.48 abc (78.65)	61.06 abc (76.59)	5.99 ab	1.62 ab	7.61 ab	0.32abcd
8 - SM <sub>3</sub>	45.31 d (50.54)	44.72 d (49.51)	3.91 bc	1.20 abc	5.11 bc	0.27 bcd
9 - CNPA 87-24	57.22 bcd (70.69)	57.22 abcd (70.69)	4.34 bc	1.15 abc	5.49 bc	0.27 bcd
10 - LG ROGERS	72.63 a (91.09)	71.11 a (89.52)	7.09 a	1.86 a	8.95 a	0.40a
11 - CNPA 86-1195-1	54.94 bcd (67.00)	54.64 bcd (66.51)	4.25 bc	1.26 abc	5.51 bc	0.20 d
12 - CNPA 86-1190-5	64.36 abc (81.28)	63.34 abc (79.87)	5.79 ab	1.44 abc	7.22 ab	0.36ab
13 - CNPA 91-37	54.77 bcd (66.72)	51.75 cd (61.67)	3.10 c	0.93 bc	4.03 c	0.21 cd
<b>Média</b>	<b>59,35</b> <b>(74,00)</b>	<b>58,55</b> <b>(72,78)</b>	<b>4,86</b>	<b>1,32</b>	<b>6,17</b>	<b>0,30</b>
<b>QM</b>	<b>255,21 **</b>	<b>242,89**</b>	<b>5,44 **</b>	<b>0,38 **</b>	<b>8,47 **</b>	<b>1,63 **</b>
<b>CV (%)</b>	<b>10,03</b>	<b>10,51</b>	<b>20,35</b>	<b>24,43</b>	<b>20,62</b>	<b>15,26</b>

(1) Dados transformados em arco seno  $(P/100)^{1/2}$  (entre parênteses, valores originais, em porcentagem).

(\*\*) Significativo a 0,01 de probabilidade (Teste F).

Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.



Carvalho citado por Nakagawa (1994), chama a atenção para o fato de não existirem valores referenciais para os testes de vigor, indicando, apenas, o vigor relativo entre lotes ou amostras de sementes.

#### 4.2 - GERMINAÇÃO E VIGOR

Analisando-se a Tabela 02, verifica-se que houve efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade para genótipos (G), níveis de potencial osmótico (N) simulados pelo PEG - 6000 e para a interação (G x N), tanto para as percentagens de plântulas normais e anormais, nas contagens consideradas, como para o índice de velocidade de emergência (IVE).

Os dez genótipos de algodoeiro herbáceo estudados diferem na capacidade de germinar e de apresentar anormalidades, quando submetidos às diferentes condições de estresse hídrico simulado (Tab. 03 a 11, Fig. 01 a 15).

As diferenças observadas entre os dez genótipos em estudo, dentro de cada nível de potencial osmótico simulado, deve-se, certamente, às variações de origem genética; pelo vigor genético têm-se explicações porque alguns genótipos são mais sensíveis que outros, a condições ambientais adversas, como o déficit hídrico, mesmo dentro de uma mesma espécie, tendo assim menor capacidade de germinar e crescer rapidamente (Evans & Stickler, 1961; Jensen, 1971; Popinigis, 1977; Carvalho & Nakagawa, 1980).

TABELA 02 - Quadrado médio das percentagens de plântulas normais e anormais e do índice de velocidade de emergência do teste de germinação de dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Fonte de Variação	Plântulas normais <sup>(1)</sup>			Plântulas anormais <sup>(1)</sup>		Índice de velocidade de emergência
	4 <sup>o</sup> dia <sup>(3)</sup>	12 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia	12 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia	IVE <sup>(2)</sup>
Genótipos (G)	269,89 **	267,74 **	279,06 **	156,19 **	347,45 **	0,44 **
Níveis (N)	23693,29*	22214,39**	22197,61**	2032,08 **	1203,36 **	39,77 **
Interação (G x N)	112,07 **	92,01**	94,23 **	55,28 **	66,96 **	0,16 **
CV (%)	15,53	13,53	13,45	36,96	35,06	8,30

<sup>(1)</sup> Dados transformados em arco seno (P/100) <sup>1/2</sup>

<sup>(2)</sup> Dados transformados em (x + 0,5) <sup>1/2</sup>

<sup>(3)</sup> 1ª contagem do teste de germinação

<sup>(\*\*)</sup> Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade (Teste F).

#### 4.2.1. Primeira contagem do teste de germinação (vigor)

Após o desdobramento da interação, os resultados referentes aos dados de vigor, estão agrupados na Tabela 03 e visualizados nas Figuras 01 e 02. Observa-se, de modo geral, que os percentuais médios de vigor dos genótipos estudados, diminuíram à medida em que se aumentou a concentração de PEG - 6000 na solução ( Tab. 03, Fig. 01).

Vários autores têm reportado à redução da germinação de sementes de diferentes culturas com o decréscimo do potencial de água (Hunter & Erickson, 1952; Evans & Stickler, 1961; Parmar & Moore, 1966; Sharma, 1976; Singh & Singh, 1983a; Queiroz, 1995), tanto utilizando o polietileno glicol como outros agentes osmóticos.

Jensen (1971), trabalhando com tensões diferentes de água no solo, chegou, também, a conclusões semelhantes, utilizando sementes deslindadas de algodão herbáceo (cv. Stoneville).

O PEG-6000, como agente osmótico, tem a capacidade de simular deficiência hídrica no meio externo, solo ou solução, sendo esse efeito, a uma dada temperatura, crescentemente proporcional à sua concentração (Villela et al., 1991). Diminui o potencial hídrico da solução, por reduzir ou até bloquear o movimento da água em direção às sementes, retardando a absorção de água (embebição) e, conseqüentemente, o desenrolar de todo o processo germinativo ( Lawlor, 1970; Metivier, 1979).

As sementes de todos os genótipos germinaram em percentuais superiores a 60% ou valor aproximado (cv. CNPA Precoce 1), no quarto dia pós instalação dos testes, no nível de potencial osmótico de 0,0 MPa (Tab. 03). Jensen (1971), em condições de solo, com sementes de algodão

TABELA 03 - Percentuais médios de germinação (1ª contagem, no 4º dia após semeadura) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> <sup>1</sup> -1,0	
1.CNPA 7H	62.05Aabc (78.03)	44.95Bbc (49.91)	43.84Bab (47.98)	29.49Cabc (24.23)	10.19Dbc (03.13)	00.00E (00.00)	31,75bc (27,69)
2.CNPA Precoce 1	50.13Ad (58.91)	41.21ABc (43.40)	45.86Aab (51.50)	35.02Ba (32.93)	21.81Ca (13.80)	00.00D (00.00)	32,34bc (28,62)
3.CNPA Precoce 2	67.34Aab (85.16)	54.43Bab (66.16)	52.84Ba (63.51)	32.20Cab (28.40)	16.83Dab (08.38)	00.00E (00.00)	37,27a (36,67)
4.IAC 22	63.14Aabc (79.59)	51.67Babc (61.54)	50.78Bab (60.02)	19.60Cde (11.25)	06.10Dbc (01.13)	00.00D (00.00)	31,88bc (27,89)
5.CNPA 87-62	64.32Aabc (81.22)	46.17Bbc (52.04)	43.85Bab (47.99)	14.59Cef (06.35)	10.69Cbc (03.44)	00.00D (00.00)	29,94c (24,91)
6.CNPA 87-33	61.32Aabc (76.97)	49.64Babc (58.06)	44.71Bab (49.49)	16.83Cde (08.38)	00.00Dc (00.00)	00.00D (00.00)	28,75cd (23,14)
7.CNPA 87-24	57.12Abcd (70.53)	50.78Aabc (60.02)	40.08Bb (41.46)	21.5Chode (13.47)	10.50Dbc (03.32)	00.00E (00.00)	30,00c (25,00)
8.LG ROGERS	71.11Aa (89.52)	58.44Ba (72.61)	47.31Cab (54.03)	27.5Dabcd (21.39)	02.88Ec (00.25)	00.00E (00.00)	34,55ab (32,16)
9.CNPA 86-1195-1	54.59Acd (66.43)	42.69Bc (45.97)	40.09Bb (41.47)	04.92Cf (00.74)	06.10Cbc (01.13)	00.00C (00.00)	24,73d (17,50)
10.CNPA 86-1190-5	63.34Aabc (79.87)	50.96Babc (60.33)	43.26Bab (46.96)	25.6Cabod (18.71)	06.95Dbc (01.46)	00.00D (00.00)	31,69d (27,60)
<b>Média</b>	<b>61,45A</b> (77,16)	<b>49,09 B</b> (57,11)	<b>45,26 C</b> (50,45)	<b>22,74 D</b> (14,94)	<b>09,20 E</b> (02,56)	<b>00,00 F</b> (00,00)	<b>31,29bc</b> (26,97)

d.m.s. (médias de genótipos) = 4,49

d.m.s. (médias de níveis de PEG-6000) = 3,14

d.m.s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 9,91

d.m.s. (nível de PEG-6000 dentro de cada genótipo) = 11,01

<sup>(1)</sup> Não houve germinação visível

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (percentagem de plântulas normais).

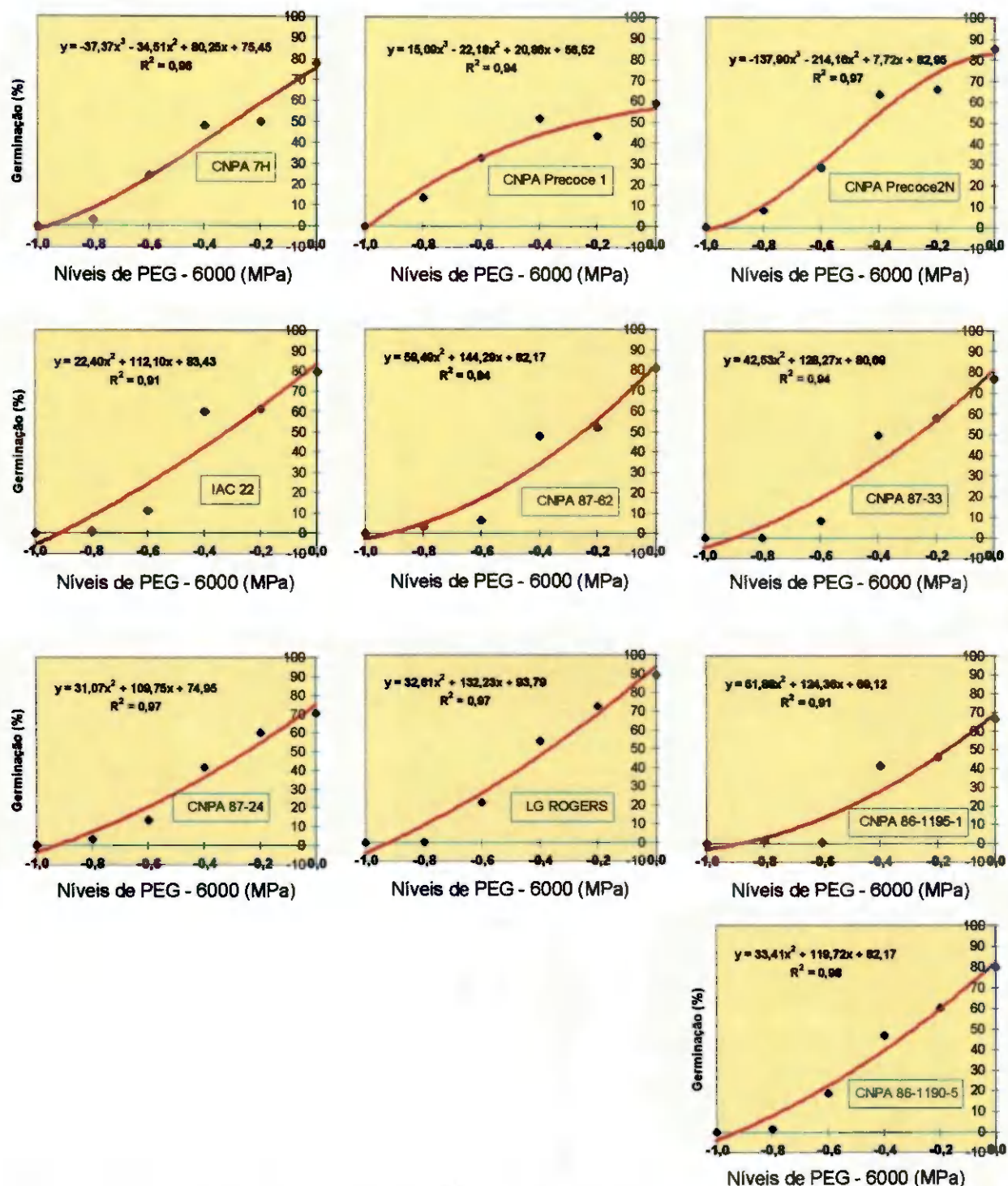


FIGURA 01 - Percentuais médios de vigor (1a. contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

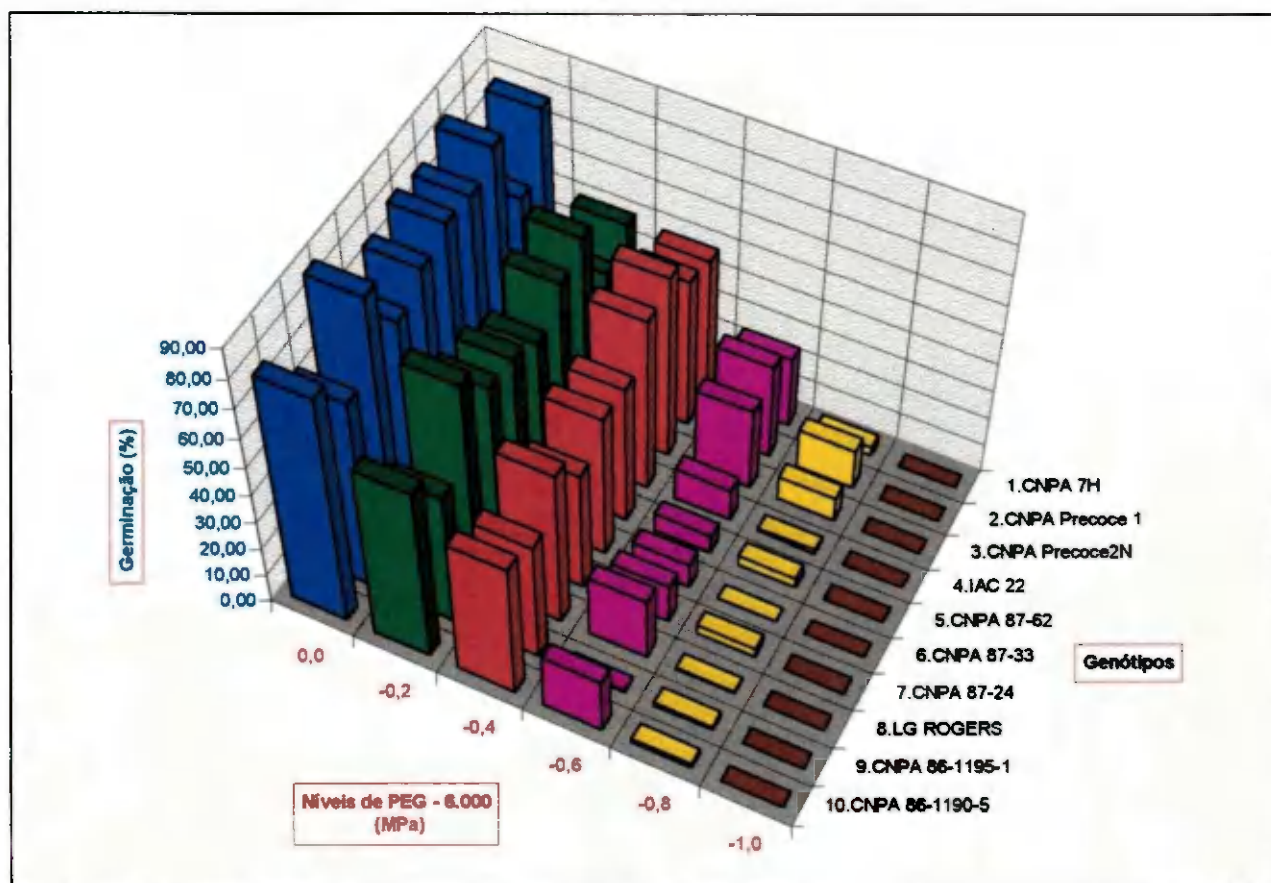


Figura 02 - Percentuais médios de vigor (1<sup>a</sup> contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

herbáceo, obteve no quarto dia, com o potencial osmótico de - 0,5 bar, percentuais médios de germinação aproximados apenas a 44%.

Dentre os genótipos que tiveram os mais altos valores de vigor no tratamento testemunha ( $N_1$ ), o LG ROGERS manteve-se entre os melhores até o nível  $N_4$  (- 0,6 MPa), enquanto o CNPA Precoce 2 e o CNPA 86-1190-5, destacaram-se em todos os níveis até o  $N_3$  (- 0,8 MPa). O CNPA Precoce 1, por outro lado, que teve o menor percentual de vigor no nível testemunha (0,0 MPa) e no  $N_2$  (- 0,2 MPa), devido às diferenças de origens dos lotes de sementes, demonstrou ampla recuperação a partir do  $N_3$  (- 0,4 MPa), superando a todos os genótipos estudados nos tratamentos  $N_4$  e  $N_5$ , indicando, também, menor sensibilidade aos mais altos níveis de estresse hídrico. O CNPA 86-1195-1, colocou-se entre os genótipos com menores percentuais de vigor em todos os níveis estudados (Tab. 03, Fig. 02).

Até a tensão de - 0,4 MPa ( $N_3$ ), em todos os genótipos a germinação foi em percentuais superiores a 41,46%, o que indica uma taxa de vigor ainda significativa, pois supera a metade da taxa média para o nível testemunha (0,0 MPa), que foi de 77,16%, inclusive alguns (cultivares CNPA Precoce 2 e IAC 22) apresentando percentuais de vigor acima de 60% (Tab. 03). Foi observada, também, maior sensibilidade ao estresse hídrico a partir do potencial - 0,6 MPa (tratamento  $N_4$ ), quando se registraram maiores diferenças entre os genótipos, destacando-se como mais tolerantes os cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA Precoce 2 (Tab. 03, Fig. 02).

O declínio do vigor em função do aumento do estresse hídrico, foi menos drástico no CNPA Precoce 1, quando comparado aos demais genótipos estudados (Fig. 01). Isto explica o fato deste genótipo, apresentar os melhores índices de vigor (germinação) nos mais baixos

potenciais osmóticos, principalmente no  $N_3$ , demonstrando assim adaptação ao estresse hídrico simulado.

No menor nível de estresse hídrico (- 0,2 MPa -  $N_2$ ), a maior redução do vigor foi provocada nos genótipos CNPA 7H e CNPA 87-62, aproximadamente 36% em relação ao tratamento testemunha, o que dá um indicativo da sensibilidade destes genótipos ao menor sinal de estresse, enquanto que o CNPA 87-24 e o LG ROGERS, apresentaram as menores reduções (15 e 19%, respectivamente). Outro genótipo também sensível ao aumento do estresse simulado, foi o CNPA 86-1195-1, que já à - 0,6 MPa ( $N_4$ ), teve percentual de vigor reduzido em 99% em relação ao nível testemunha. Nos níveis mais baixos ( $N_4$  e  $N_5$ ), destacam-se como mais tolerantes os cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA Precoce 2 e as linhagens CNPA 87-24 e CNPA 86-1190-5 (Tabela 04, Fig. 03).

Jensen (1971), estudando o efeito da tensão de água no solo sobre a velocidade de emergência de sementes de algodão, encontrou percentuais muito menores no quarto dia pós instalação dos testes, para os níveis de - 0,5 , - 2 e - 4 bars, correspondentes a 44, 13 e 1% de germinação, sendo que a partir de - 5 até - 15 bars não constatou-se emergência de plântulas. Isso é perfeitamente admissível, pois de acordo com Collis-George & Sands (1962), a simulação de déficit hídrico através de soluções com pressões osmóticas elevadas, produz efeitos menos drásticos sobre as plantas quando comparados com uma situação correspondente de tensão de umidade no solo. Assim, pode-se considerar que valores mais elevados de disponibilidade de água no solo do que os níveis de pressão osmótica simulados pelas soluções de PEG-6000 produziriam efeitos semelhantes àqueles obtidos nas condições experimentais. Por exemplo, nas condições do



TABELA 04 - Redução relativa da porcentagem de vigor (1ª contagem do teste de germinação), em relação à testemunha (N<sub>1</sub>), dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de PEG - 6000.

Genótipos	% - Redução Relativa *				
	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>
1.CNPA 7H	36	39	69	96	100
2.CNPA Precoce 1	26	13	44	77	100
3.CNPA Precoce 2	22	25	67	90	100
4.IAC 22	23	25	86	99	100
5.CNPA 87-62	36	41	92	96	100
6.CNPA 87-33	25	36	89	100	100
7.CNPA 87-24	15	41	81	95	100
8.LG ROGERS	19	40	76	100	100
9.CNPA 86 - 1195 - 1	31	38	99	99	100
10.CNPA 86 - 1190 - 5	24	41	77	98	100

\* Redução Relativa (%) =  $\{ 1 - [\% \text{ de germ. p/ um genot. em um nível de PEG-6.000} / \% \text{ de germ. do mesmo genot. na testemunha}] \} \times 100$

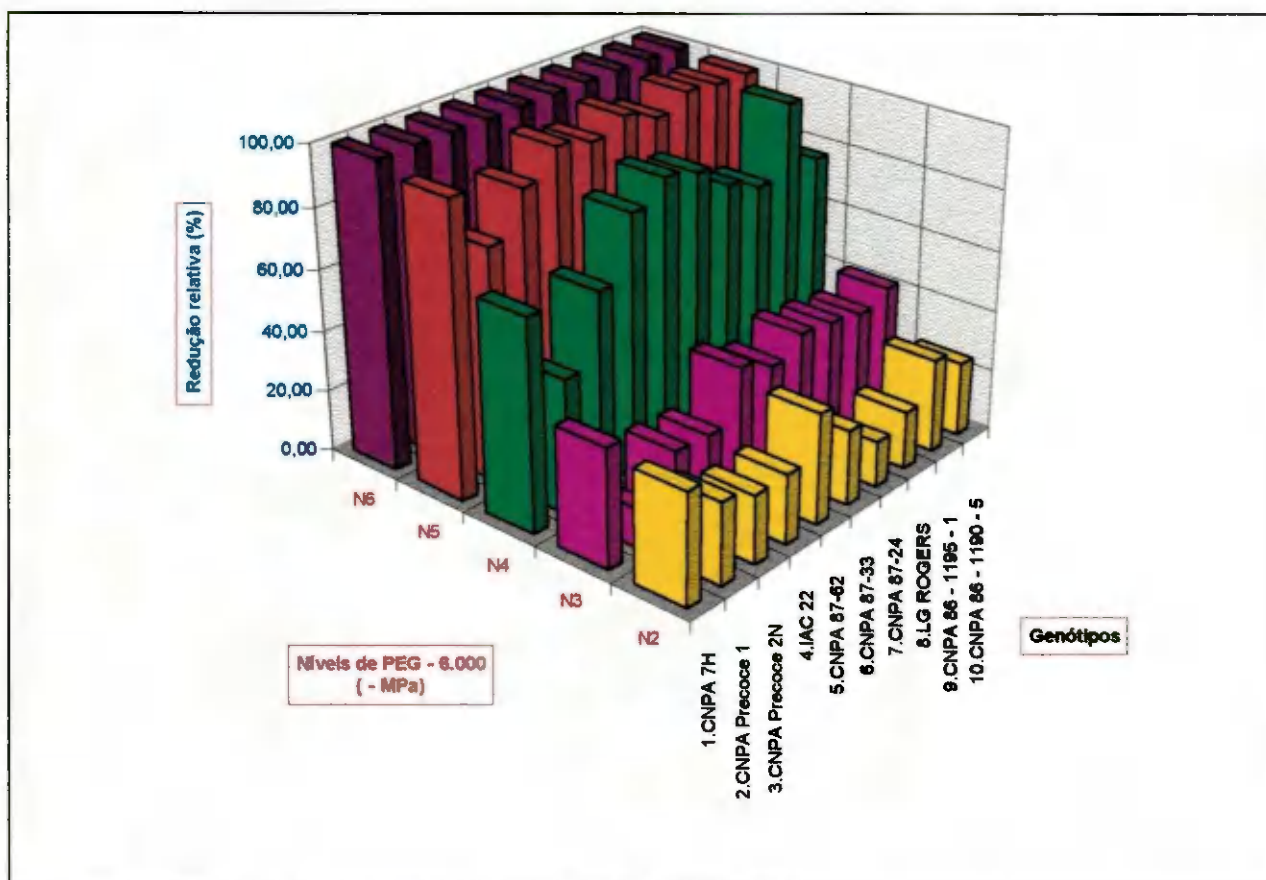


Figura 03 - Redução relativa da porcentagem de vigor (1ª contagem da germinação), em relação à testemunha (N<sub>1</sub>), dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de Polietileno glicol - 6000.

presente ensaio, as pressões osmóticas estudadas só vieram a reduzir completamente a germinação, de um genótipo à - 0,8 MPa e, de todos eles, apenas à - 1,0 MPa (Tab. 03).

Considerando-se que sementes mais vigorosas são mais resistentes à deficiência hídrica, pode-se classificar de forma relativa nesse parâmetro, os cultivares CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1, como potencialmente menos sensíveis, pois apresentaram-se mais vigorosas sobretudo nos mais altos níveis de estresse; num bloco de sensibilidade intermediária, estão os genótipos LG ROGERS, CNPA 86-1190-5, CNPA 7H e CNPA 87-24, pois, se destacaram entre os melhores índices de vigor até os níveis  $N_4$  e  $N_5$ ; e, como potencialmente mais sensíveis o CNPA 87-62, IAC 22, CNPA 87-33 e CNPA 86-1195-1, pelos menores índices de vigor na maioria dos níveis de potenciais estudados (Tab. 03, Fig. 02).

A análise de regressão aplicada aos dados da Tabela 03, possibilitou a obtenção de equações a partir dos percentuais de vigor com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas na Figura 01. Observa-se, em geral, uma bom ajuste dos pontos observados, na combinação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , permitindo-se estimar a percentagem de vigor de sementes de cada genótipo estudado em função do potencial de água do substrato.

#### 4.2.2. Segunda contagem do teste de germinação

Após desdobramento da interação, estão organizadas na Tabela 05 e plotadas nas Figuras 04 e 05, as percentagens médias, cumulativas, de germinação, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol 6000.

TABELA 05 - Percentagem média de germinação, na 2ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo estudados em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (Mpa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> <sup>(1)</sup> -1,0	
1.CNPA 7H	62.46Aabc (78.62)	46.71Bbc (52.98)	46.74Bab (53.04)	37.99Babc (37.89)	19.04Cab (10.64)	00,00D (00,00)	35,49bc (33,71)
2.CNPA Precoce 1	50.13Ad (58.91)	43.55Ac (47.47)	46.43Aab (52.49)	40.94Aa (42.94)	26.84Ba (20.39)	00,00C (00,00)	34,65c (32,33)
3.CNPA Precoce 2	67.74Aab (85.65)	56.53Bab (69.58)	54.64Ba (66.51)	42.40Ca (45.47)	26.37Da (19.73)	00,00E (00,00)	41,28a (43,53)
4.IAC 22	63.50Aabc (80.09)	53.14Babc (64.02)	56.56ABa (69.63)	30.17Cbcd (25.26)	13.13Dbc (05.16)	00,00E (00,00)	36,08bc (34,68)
5.CNPA 87-62	66.14Aab (83.64)	47.33Bbc (54.06)	46.45Bab (52.53)	27.85Ccd (21.82)	12.67Dbc (04.81)	00,00E (00,00)	33,41cd (30,32)
6.CNPA 87-33	62.71Aabc (78.98)	52.27Babc (62.55)	46.76Bab (53.07)	30.14Cbcd (25.21)	06.95Dc (01.46)	00,00D (00,00)	33,14cd (29,89)
7.CNPA 87-24	57.12Abcd (70.53)	52.53Aabc (62.99)	42.68Bb (45.96)	26.94Cd (20.53)	13.15Dbc (05.18)	00,00E (00,00)	32,07cd (28,19)
8.LG ROGERS	72.63Aa (91.09)	60.36Ba (75.54)	50.84Bab (60.12)	40.37Cab (41.95)	11.10Dbc (03.71)	00,00E (00,00)	39,22ab (39,98)
9.CNPA 86-1195-1	54.89Acd (66.92)	44.14Bc (48.50)	42.98Bb (46.48)	23.90Cd (16.41)	13.23Dbc (05.24)	00,00E (00,00)	29,85d (24,77)
10.CNPA 86-1190-5	64.36Aabc (81.28)	53.28Babc (64.25)	46.43Bab (52.49)	29.78Cbcd (24.67)	11.56Dbc (04.02)	00,00E (00,00)	34,24c (31,66)
<b>Média</b>	<b>62,17A</b> (78,21)	<b>50,99 B</b> (60,38)	<b>48,05 B</b> (55,31)	<b>33,05 C</b> (29,74)	<b>15,40 D</b> (07,05)	<b>00,00 E</b> (00,00)	<b>34,94</b> (32,80)

d.m.s. (médias de genótipos) = 4,37

d.m.s. (médias de níveis de PEG-6000) = 3,05

d.m.s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 9,65

d.m.s. (nível de PEG-6000 dentro de cada genótipo) = 10,71

<sup>(1)</sup> Não houve germinação visível

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (percentagem de plântulas normais).

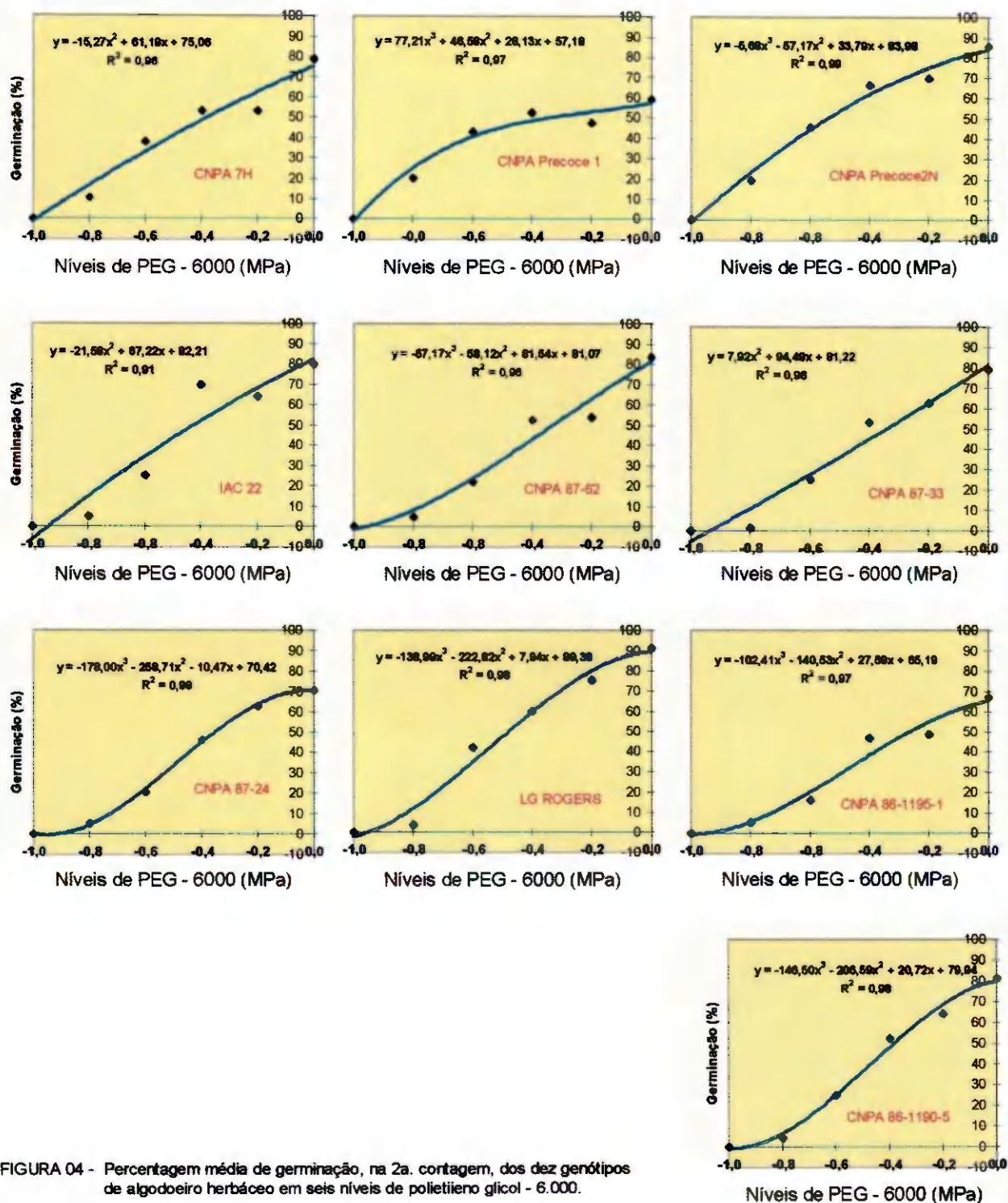


FIGURA 04 - Percentagem média de germinação, na 2a. contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

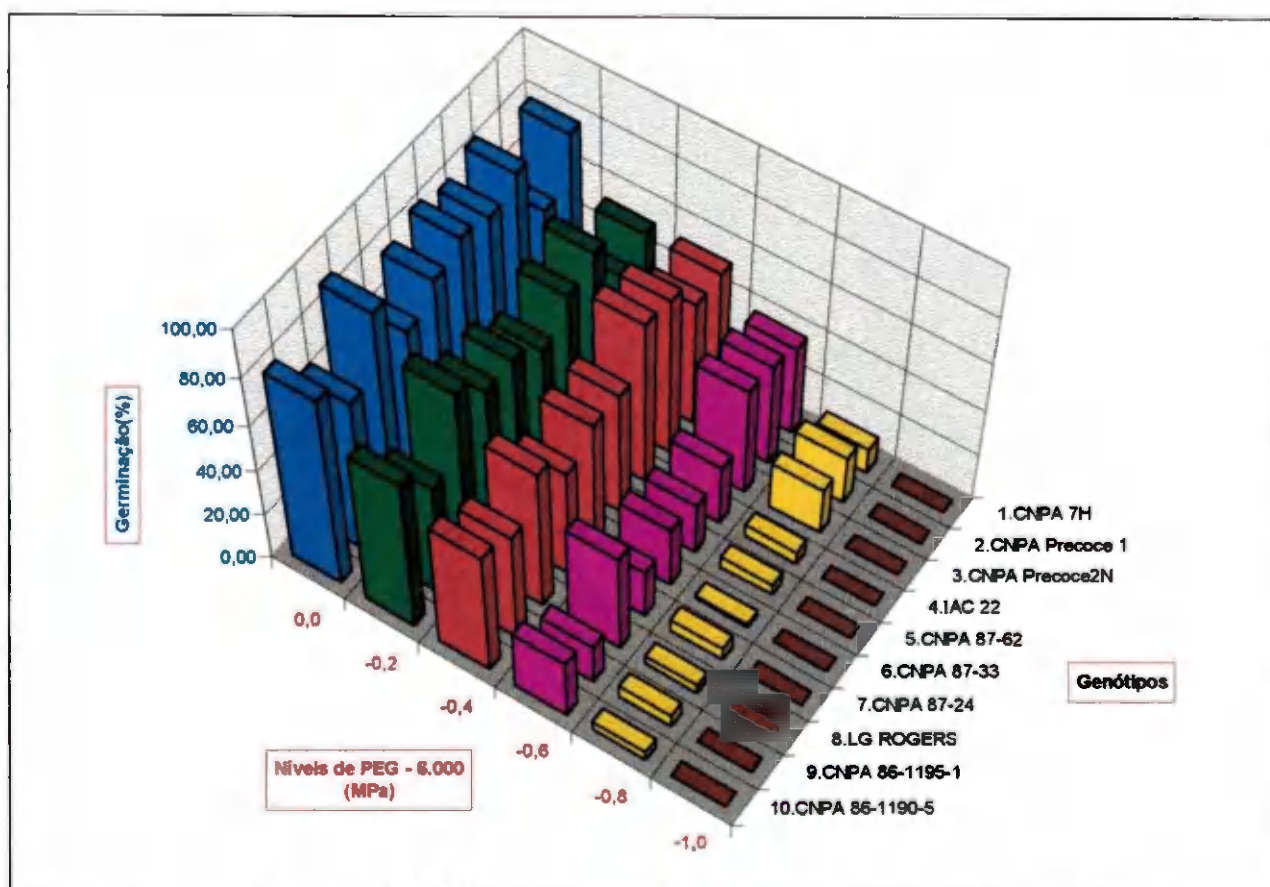


Figura 05 - Percentagem média de germinação, na 2ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

O aumento crescente da concentração de PEG-6000 na solução, reduziu a absorção de água (embebição) pelas sementes dos diferentes genótipos, diminuindo, conseqüentemente, o percentual de germinação dos vários genótipos em estudo (Tab. 05, Fig. 04 e 05), o que está de acordo com várias citações da literatura (Parmar & Moore, 1968; Lawlor, 1970; Metivier, 1979; Singh & Singh, 1983b; Villela, 1991). Os resultados obtidos assemelham-se, também, aos observados por Parmar & Moore (1966), Jensen (1971), Sharma (1976), Singh & Singh (1983a) e Queiroz (1995), dentre outros, trabalhando com sementes de milho, algodão, forrageiras, trigo e feijão, respectivamente.

Comparando-se os dados das Tabelas 03 e 05, observa-se que, as maiores diferenças entre a primeira e a segunda contagens do teste, só ocorreram nos níveis  $N_4$  e  $N_5$ . Nos níveis de menor estresse, a maior parte das sementes dos diferentes genótipos germinou até o 4º dia após instalação dos testes (primeira contagem). Em potenciais mais baixos (- 0,6 e - 0,8 MPa), as sementes demoraram a germinar, devido à menor disponibilidade de água.

O cultivar LG ROGERS esteve entre os melhores até o nível  $N_4$  (- 0,6 MPa), enquanto o cultivar CNPA Precoce 2, apresentou-se assim em todos os níveis até o  $N_5$  (- 0,8 MPa). O CNPA Precoce 1, por outro lado, que apresentou o menor percentual de germinação na testemunha ( $N_1$ ) e no  $N_2$  (- 0,2 MPa), demonstrou ampla recuperação a partir do  $N_3$  (- 0,4 MPa), mas colocando-se entre os melhores e até superando a maioria deles à - 0,6 MPa ( $N_4$ ) e - 0,8 MPa ( $N_5$ ). As sementes da linhagem CNPA 86-1195-1, foram as que germinaram em percentuais mais baixos em todos os níveis estudados (Tab. 05, Fig. 05).

Até a tensão de - 0,4 MPa, todos os genótipos tiveram percentuais de germinação acima de 45,96%. As sementes das cultivares CNPA Precoce 2, IAC 22 e LG ROGERS germinaram em

taxas superiores a 60%, portanto, atendendo ao mínimo exigido pelo CESM-PB (1984) e pelo SPSB (1993). No potencial - 0,6 MPa, os únicos genótipos com germinação acima de 40% foram os cultivares CNPA Precoce 1, CNPA Precoce 2 e LG ROGERS, taxa ainda significativa, pois supera a metade da média para o nível testemunha (0,0 MPa). Pelas médias de germinação dos níveis de potenciais osmóticos estudados, a maior redução ocorreu a partir do  $N_4$  (Tab. 05).

O declínio da germinação em função do aumento do estresse hídrico, foi mais drástico na linhagem CNPA 87-33, enquanto que as cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA Precoce 2, foram menos afetadas, indicando menor sensibilidade destas cultivares ao estresse crescente (Fig. 04).

No menor nível de estresse hídrico (- 0,2 MPa -  $N_2$ ), a maior redução da percentagem de germinação deu-se nos genótipos CNPA 7H e CNPA 87-62, respectivamente de 33 e 35% em relação ao tratamento testemunha (0,0 MPa), enquanto a linhagem CNPA 87-24 e o cultivar LG ROGERS, tiveram as menores reduções (11 e 17%, respectivamente). Os cultivares CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1, tiveram, também, a menor redução de germinação nos potenciais mais baixos ( $N_4/N_5$ ) - (Tabela 06, Fig. 06).

Comparando-se os dados do presente trabalho, com os obtidos por Jensen (1971), estudando o efeito da tensão de água no solo sobre a velocidade de percentagem de emergência de sementes de algodão, observa-se que aquele autor encontrou percentuais relativamente maiores no décimo-segundo dia pós instalação dos testes, para os níveis de - 0,5 , - 2, - 4, - 6, - 8 e - 10 bars, que foram aproximadamente 80, 74, 68, 52, 23 e 3% , respectivamente, enquanto que de - 11 a -15 bars, não ocorreu germinação. No presente trabalho, a germinação foi reduzida, completamente, já à - 1,0 MPa . Essa comparação feita com os dados de germinação ao 12<sup>o</sup>

TABELA 06 - Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha ( $N_1$ ), na 2ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de PEG - 6000.

Genótipos	% - Redução Relativa *				
	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_6$
1.CNPA 7H	33	33	52	86	100
2.CNPA Precoce 1	19	11	27	65	100
3.CNPA Precoce 2	19	22	47	77	100
4.IAC 22	20	13	68	94	100
5.CNPA 87-62	36	37	74	94	100
6.CNPA 87-33	21	33	68	98	100
7.CNPA 87-24	11	35	71	93	100
8.LG ROGERS	17	34	54	96	100
9.CNPA 86 - 1195 - 1	28	31	75	92	100
10.CNPA 86 - 1190 - 5	21	35	70	95	100

\* Redução Relativa (%) =  $\{ 1 - [\% \text{ de germ. p/ um genot. em um nível de PEG-6.000} / \% \text{ de germ. do mesmo genot. na testemunha}] \} \times 100$

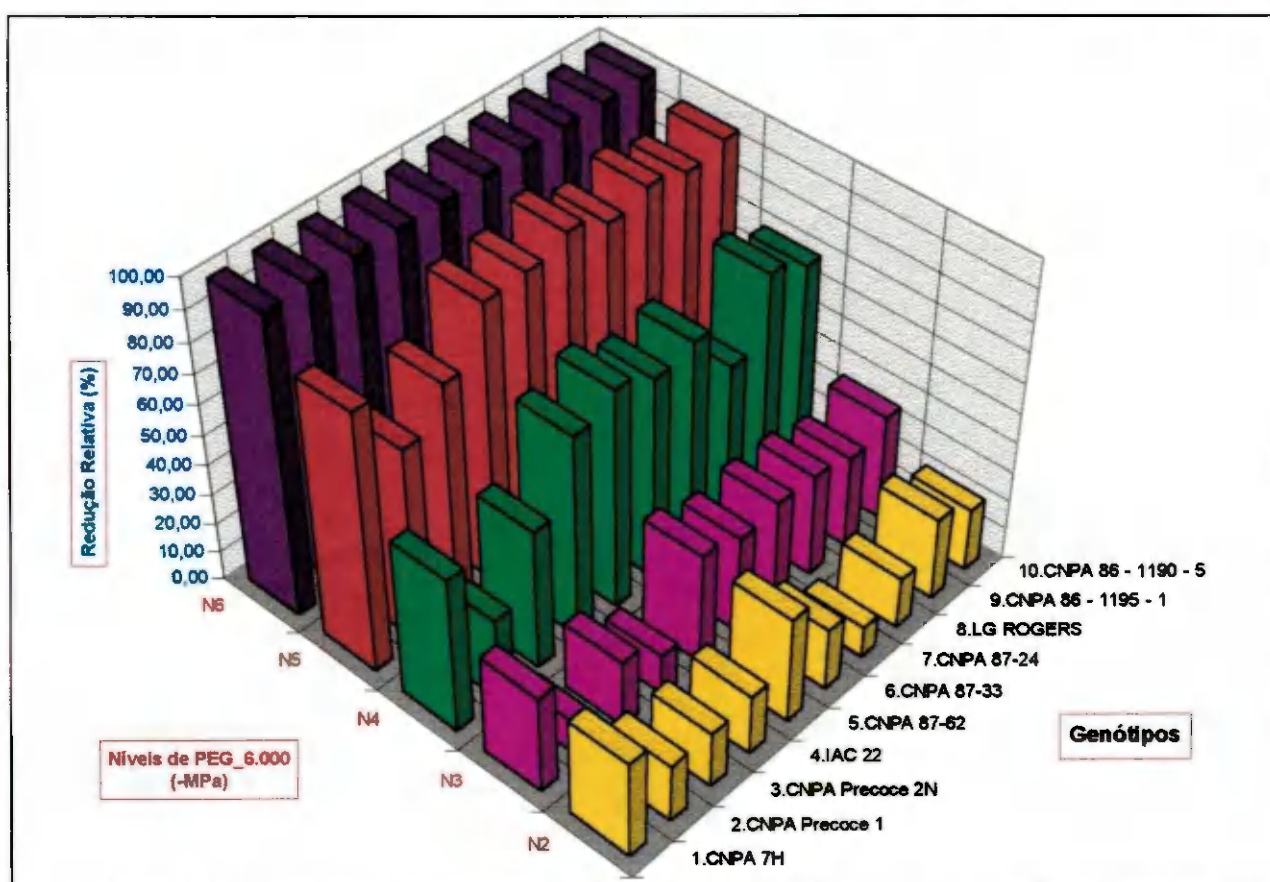


Figura 06 - Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha ( $N_1$ ), na 2ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.



dia, não está de acordo com as considerações de Collis-George & Sands (1962).

Pelos dados do teste de germinação, realizado no 12<sup>o</sup> dia, e segundo os mesmos critérios considerados para a primeira contagem, pode-se classificar os cultivares CNPA Precoce 2, CNPA 7H e CNPA Precoce 1, como relativamente menos sensíveis ao estresse hídrico, por terem percentuais maiores de germinação à - 0,6 e à - 0,8 MPa; de sensibilidade intermediária, o cv. LG ROGERS, por ter se destacado entre os genótipos com melhores percentuais de germinação até o nível N<sub>4</sub>; e, como potencialmente mais sensíveis, o IAC 22, CNPA 87-62, CNPA 87-24, CNPA 87-33, CNPA 86-1190-5 e CNPA 86-1195-1, pelos menores índices de germinação na maioria dos níveis de potenciais estudados.

A análise de regressão aplicada aos dados da Tabela 05, possibilitou a obtenção de equações polinomiais a partir de taxas de germinação com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas na Figura 04. Observa-se, em geral, uma boa combinação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, permitindo-se estimar a percentagem de germinação de sementes de cada genótipo estudado em função do potencial de água do substrato.

#### 4.2.3. Terceira contagem do teste de germinação

Após desdobramento da interação, os valores do percentual médio, bem como as taxas de redução relativa da germinação, na 3<sup>a</sup> contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol 6000, foram enumerados nas Tabelas 07 e 08, e representados nas Figuras 07, 08 e 09.

TABELA 07 - Percentual médio de germinação, na 3ª contagem (20º dia), dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> -1,0	
1.CNPA 7H	62.46Aabc (78.62)	47.90Bbc (55.05)	46.43Bab (52.49)	38.27Babc (38.36)	19.60Cab (11.25)	00.00D (00.00)	35.78bc (34.18)
2.CNPA Precoce 1	50.13Ad (58.91)	44.43Ac (49.01)	46.43Aab (52.49)	41.82Aa (44.46)	27.22Ba (20.92)	02.03C (00.13)	35.34bc (33.46)
3.CNPA Precoce 2	67.74Aab (85.65)	58.60ABab (72.85)	54.64Ba (66.51)	43.27Ca (46.98)	28.09Da (22.17)	00.00E (00.00)	42.06a (44.87)
4.IAC 22	63.50Aabc (80.09)	53.44Babc (64.52)	57.18ABa (70.62)	30.87Cbcd (26.33)	13.13Dbc (05.16)	00.00E (00.00)	36.35bc (35.14)
5.CNPA 87-62	66.14Aab (83.64)	47.33Bc (54.06)	46.74Bab (53.04)	27.85Ccd (21.82)	12.67Dbc (04.81)	00.00E (00.00)	33.45cd (30.39)
6.CNPA 87-33	62.71Aabc (78.98)	52.87Babc (63.56)	46.76Bab (53.07)	30.14Cbcd (25.21)	07.61Dc (01.75)	00.00D (00.00)	33.35cd (30.22)
7.CNPA 87-24	57.12Abcd (70.53)	52.83Aabc (63.50)	42.68Bb (45.96)	26.94Cd (20.53)	13.65Dbc (05.57)	00.00E (00.00)	32.20cd (28.40)
8.LG ROGERS	72.63Aa (91.09)	60.71Ba (76.07)	51.13Bab (60.62)	40.66Cab (42.45)	11.10Dbc (03.71)	00.00E (00.00)	39.37ab (40.24)
9.CNPA 86-1195-1	54.89Acd (66.92)	45.00Bc (50.00)	43.85Bb (47.99)	25.80Cd (18.94)	13.23Dbc (05.24)	00.00E (00.00)	30.46d (25.70)
10.CNPA 86-1190-5	64.36Aabc (81.28)	53.28Babc (64.25)	47.59Bab (54.51)	29.48Ccd (24.22)	11.56Dbc (04.02)	00.00E (00.00)	34.38cd (31.88)
<b>Média</b>	62.17A (78.21)	51.64 B (61.49)	48.34 C (55.82)	33.51 D (30.48)	15.78 E (07.40)	00.20 F (00.00)	35.27 (33.35)

d.m.s. (médias de genótipos) = 4,39

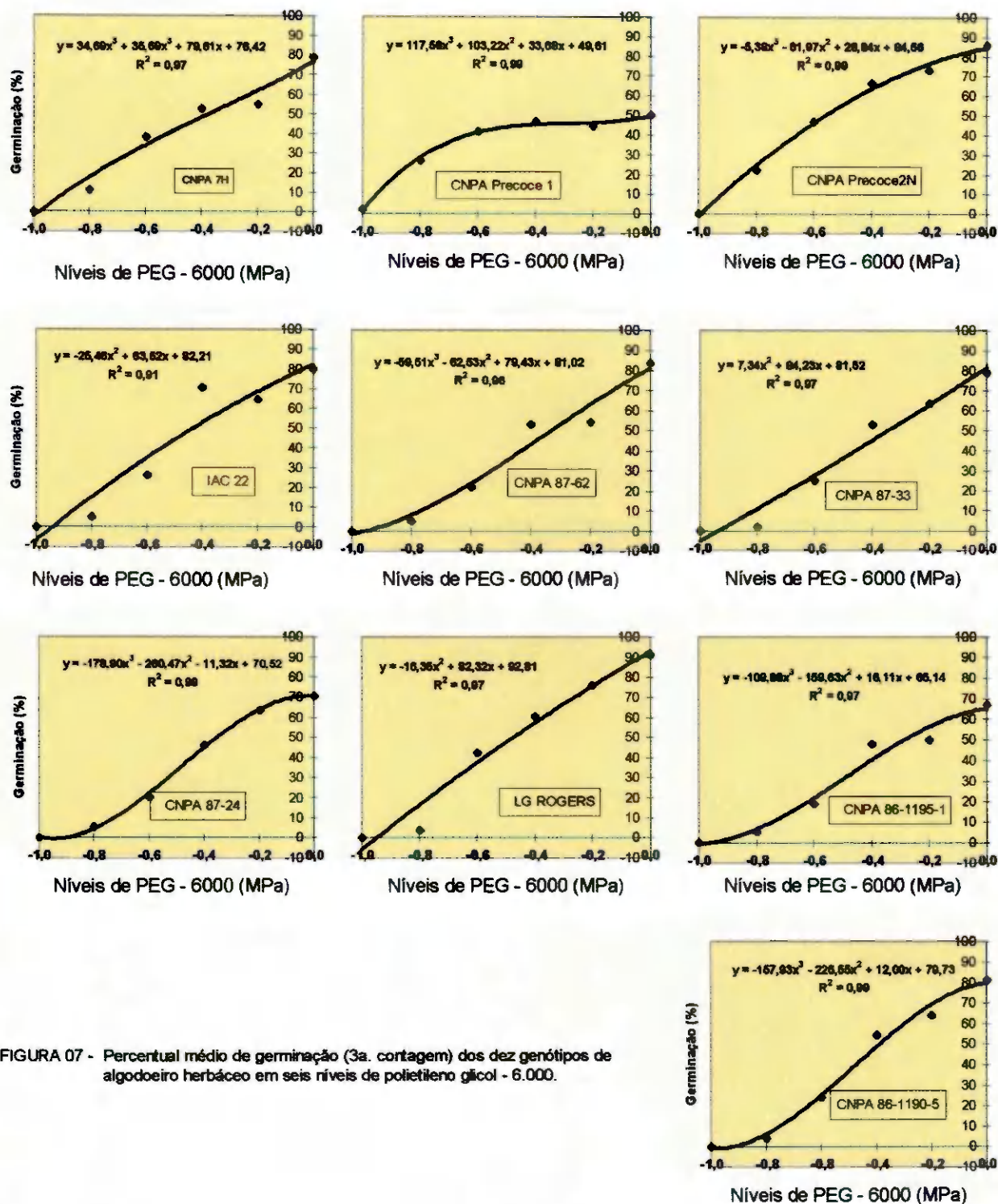
d.m.s. (médias de níveis de PEG-6000) = 3,06

d.m.s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 9,68

d.m.s. (nível de PEG-6000 dentro de cada genótipo) = 10,75

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (percentagem de plântulas normais).



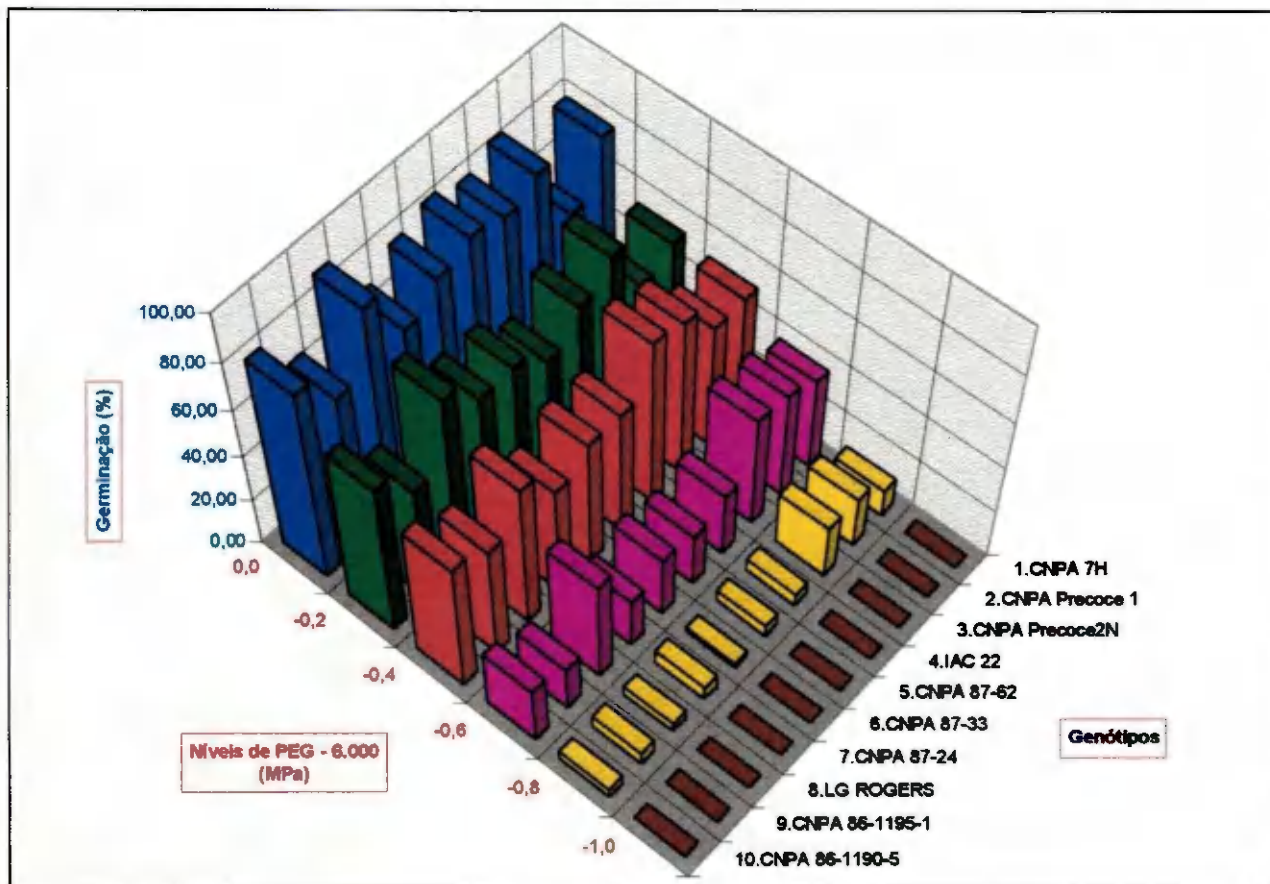


Figura 08 - Percentual médio de germinação, na 3ª contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

TABELA 08 - Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha ( $N_1$ ), no vigésimo dia, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis PEG - 6000.

Genótipos	% - Redução Relativa *				
	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_6$
1.CNPA 7H	30	33	51	86	100
2.CNPA Precoce 1	17	11	25	64	99,8
3.CNPA Precoce 2	15	22	45	74	100
4.IAC 22	19	12	67	94	100
5.CNPA 87-62	35	37	74	94	100
6.CNPA 87-33	20	33	68	98	100
7.CNPA 87-24	10	35	71	92	100
8.LG ROGERS	16	33	53	96	100
9.CNPA 86 - 1195 - 1	25	28	72	92	100
10.CNPA 86 - 1190 - 5	21	33	70	95	100

\* Redução Relativa (%) =  $\{ 1 - [ \% \text{ de germ. p/ um genot. em um nível de PEG-6.000} / \% \text{ de germ. do mesmo genot. na testemunha} ] \} \times 100$

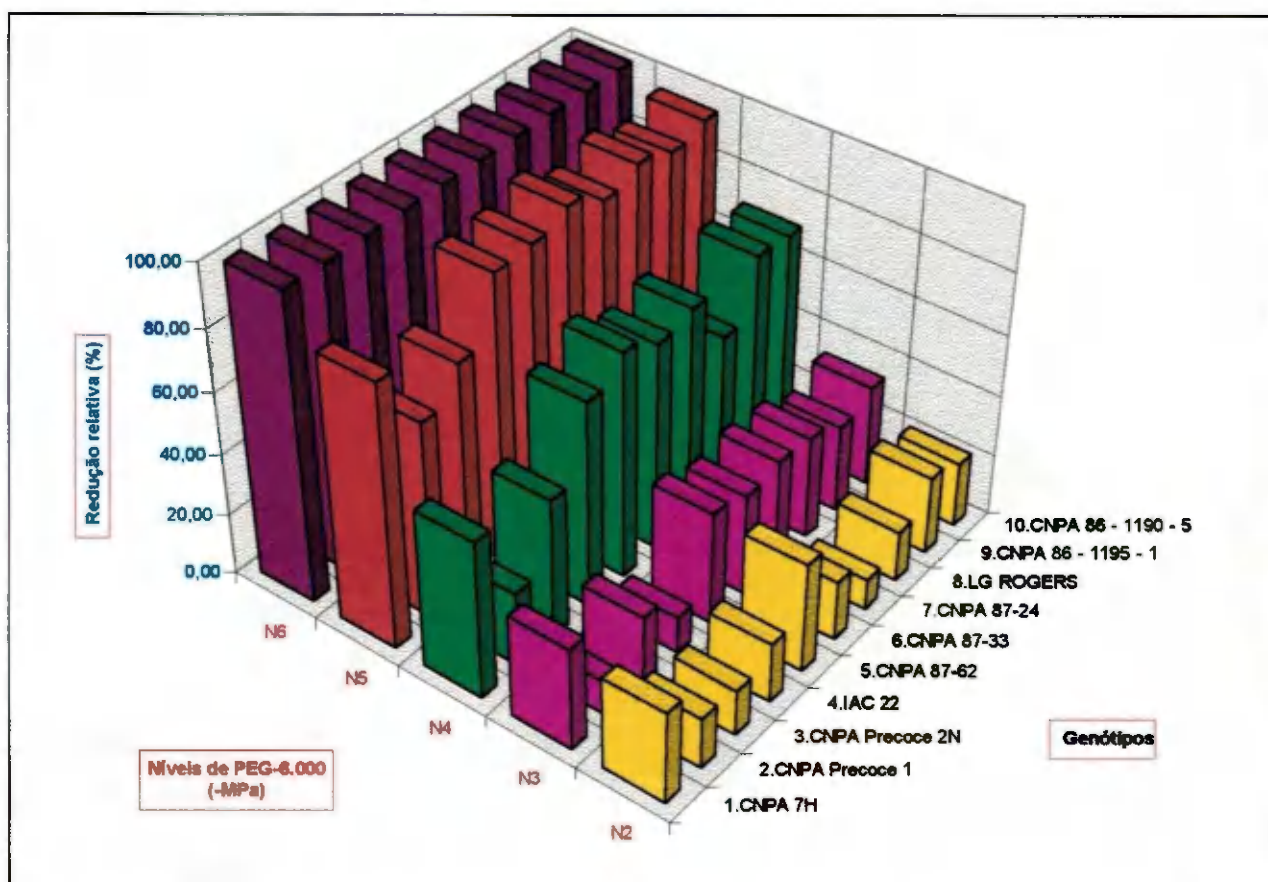


Figura 09 - Redução relativa da porcentagem de germinação, em relação à testemunha ( $N_1$ ), no vigésimo dia, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de PEG-6000.

Observa-se que, praticamente, não houve aumento da porcentagem de germinação da segunda para a terceira contagem, embora os valores sejam cumulativos (Tab. 05 e Tab. 07). Isto é uma evidência da não necessidade de se fugir das especificações das Regras de Análises de Sementes (Brasil, 1992).

Portanto, praticamente todas as observações e considerações feitas para a segunda contagem são, também, válidas para a terceira contagem, à exceção do nível de maior estresse (-1,0 MPa), em que as sementes da cv. CNPA Precoce 1 germinaram, mas não diferenciando-se dos demais genótipos estudados, o que serve de evidência do potencial dessa cultivar em situações de alto estresse hídrico.

A análise de regressão ajustada aos dados da Tabela 07, possibilitou a obtenção de equações a partir dos percentuais de germinação, da terceira contagem, apresentadas na Figura 07. Observa-se, também, uma boa combinação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , permitindo-se estimar a porcentagem de germinação de sementes de cada genótipo estudado em função do potencial de água do substrato.

#### 4.2.4. Índice de velocidade de emergência (IVE)

Pelo IVE, quanto maior o valor obtido, subtende-se maior velocidade de germinação e maior vigor, pois o índice calculado estima o número médio de plântulas normais por dia (Nakagawa, 1994).

Este índice é aplicado porque nos estudos de germinação, geralmente o vigor das sementes é expresso como uma elevada germinação e um crescimento precoce das plantas sobre uma ampla limitação das condições ambientes, incluindo situações de estresse (Popinigis, 1977).

Após o desdobramento da interação, o índice de velocidade de emergência dos dez genótipos em seis níveis de polietileno glicol 6000, obtidos a partir dos valores de germinação das três contagens efetuadas, estão distribuídos na Tabela 09 e representados nas Figuras 10 e 11. Nota-se tendência de diminuição da velocidade de germinação dos genótipos estudados, à medida que se aumenta a concentração de polietileno glicol - 6000 na solução (Tab. 09, Fig. 11). Certamente, com a diminuição do movimento e disponibilidade da água para embebição das sementes, em virtude da diminuição crescente do potencial osmótico da solução, a germinação foi progressivamente retardada.

Observações semelhantes foram referenciadas por Sharma (1976) em espécies forrageiras, por Magalhães & Carelli (1972) em três cultivares de feijão e por Jensen (1971) numa variedade de algodoeiro herbáceo, utilizando, as duas primeiras citações, simulação através de agentes osmóticos e o último autor, tensões de água no solo.

Os genótipos LG ROGERS, CNPA 86-1190-5 e CNPA 7H, com alto índice no tratamento testemunha, foram os que mais perderam em velocidade de emergência, à medida em que diminuiu o potencial de água no substrato, denotando grande sensibilidade a altos níveis de estresse hídrico. A cv. CNPA Precoce 2, destacou-se em todos os níveis até o  $N_5$  (- 0,8 MPa) e o IAC 22 até o  $N_3$  (- 0,4 MPa). O cv. CNPA Precoce 1, por outro lado, com menor índice de velocidade de emergência no tratamento testemunha ( $N_1$ ) e no nível  $N_2$  (- 0,2 MPa), teve ampla recuperação a partir do  $N_3$ , colocando-se entre os melhores e até superando a maioria dos

TABELA 09 - Índice de velocidade de emergência dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> -1,0	
1.CNPA 7H	03.18Aabc (09.61)	02.61Bcd (06.31)	02.57Bab (06.10)	02.02Ca (03.58)	01.06Db (00.62)	00.71E (00.00)	02.03bcd (03,62)
2.CNPA Precoce 1	02.79A d (07.28)	02.47ABd (05.60)	02.64Aab (06.47)	02.25Ba (04.56)	01.58Ca (02.00)	00.72D (00.02)	02.07bc (03,780)
3.CNPA Precoce2	03.32Aab (10.52)	02.99ABab (08.44)	02.92Ba (08.03)	02.19Ca (04.30)	01.49Da (01.72)	00.71E (00.00)	02.27a (04,65)
4.IAC 22	03.22Aabc (09.87)	02.88Aabc (07.79)	02.90Aa (07.91)	01.59Bb (02.03)	00.92Cb (00.35)	00.71C (00.00)	02.04bcd (03,66)
5.CNPA 87-62	03.25Aabc (10.06)	02.66Bbcd (06.58)	02.58Bab (06.16)	01.40Cbc (01.46)	01.00Db (00.50)	00.71D (00.00)	01.93cde (03,22)
6.CNPA 87-33	03.14Aabcd (09.36)	02.8ABabcd (07.45)	02.61Bab (06.31)	01.50Cbc (01.75)	00.77Db (00.09)	00.71D (00.00)	01.92cde (03,19)
7.CNPA 87-24	02.98Abcd (08.38)	02.85Aabcd (07.62)	02.42Bb (05.36)	01.58Cb (02.00)	00.97Db (00.44)	00.71D (00.00)	01.92de (03,19)
8.LG ROGERS	03.43Aa (11.26)	03.11Aa (09.17)	02.73Bab (06.95)	02.01Ca (03.54)	00.88Db (00.27)	00.71D (00.00)	02.15ab (04,12)
9.CNPA 86-1195-1	02.93Acd (08.08)	02.53Bcd (05.90)	02.43Bb (05.40)	01.17Cc (00.87)	00.92CDb (00.35)	00.71D (00.00)	01.78e (02,67)
10.CNPA 86-1190-5	03.23Aabc (09.93)	02.85Babcd (07.62)	02.58Bab (06.16)	01.58Cb (02.00)	00.91Db (00.33)	00.71D (00.00)	01.98cd (03,42)
<b>Média</b>	<b>03.15A</b> (09,42)	<b>02.78 B</b> (07,23)	<b>02.64 C</b> (06,47)	<b>01.73 D</b> (02,49)	<b>01.05 E</b> (00,60)	<b>00.71 F</b> (00,00)	<b>02.01</b> (03,54)

d.m.s. (médias de genótipos) = 0,15

d.m.s. (médias de níveis de PEG-6000) = 0,11

d.m.s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 0,34

d.m.s. (nível de PEG-6000 dentro de cada genótipo) = 0,38

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (índice de velocidade de emergência).



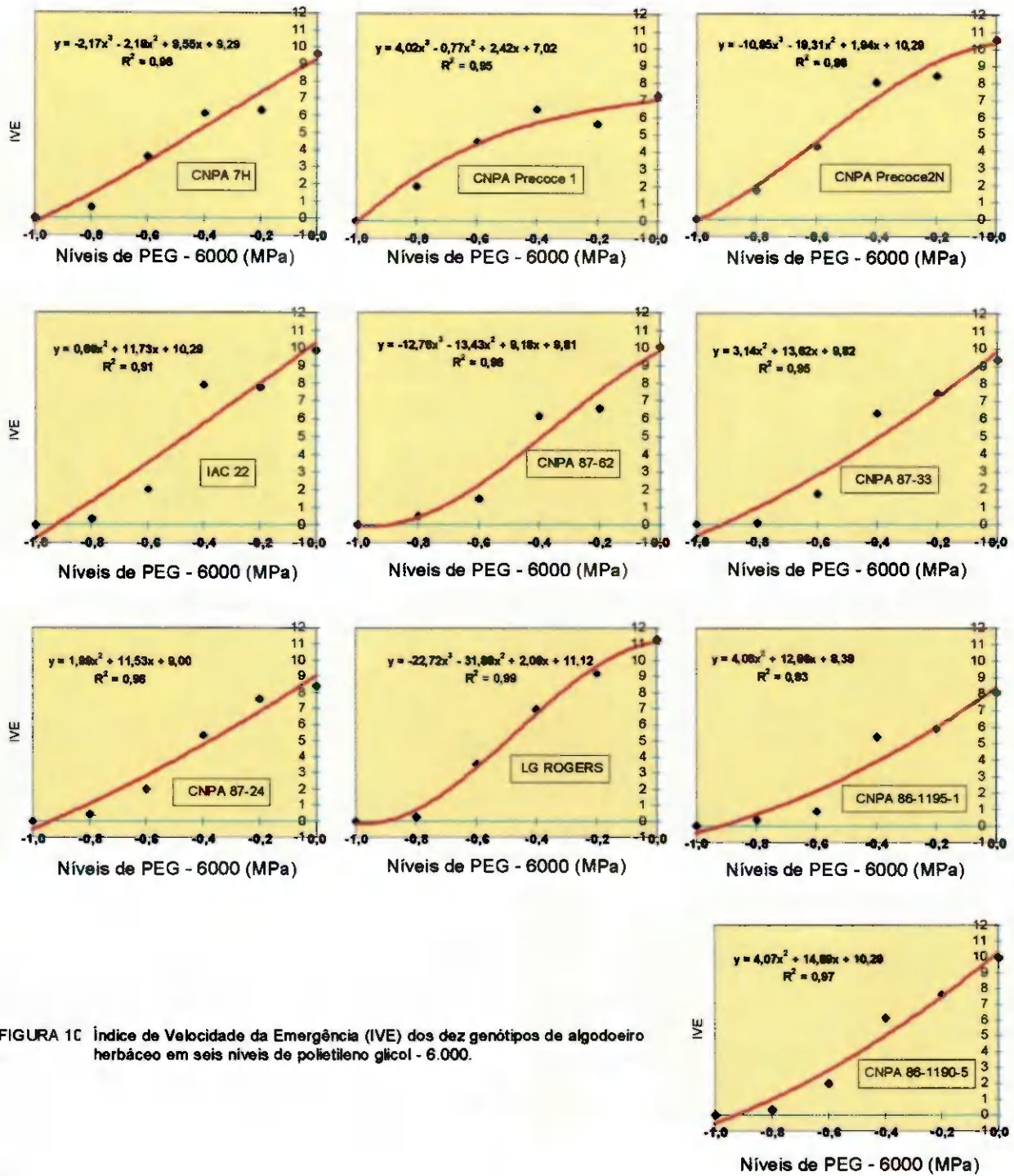


FIGURA 10 Índice de Velocidade da Emergência (IVE) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

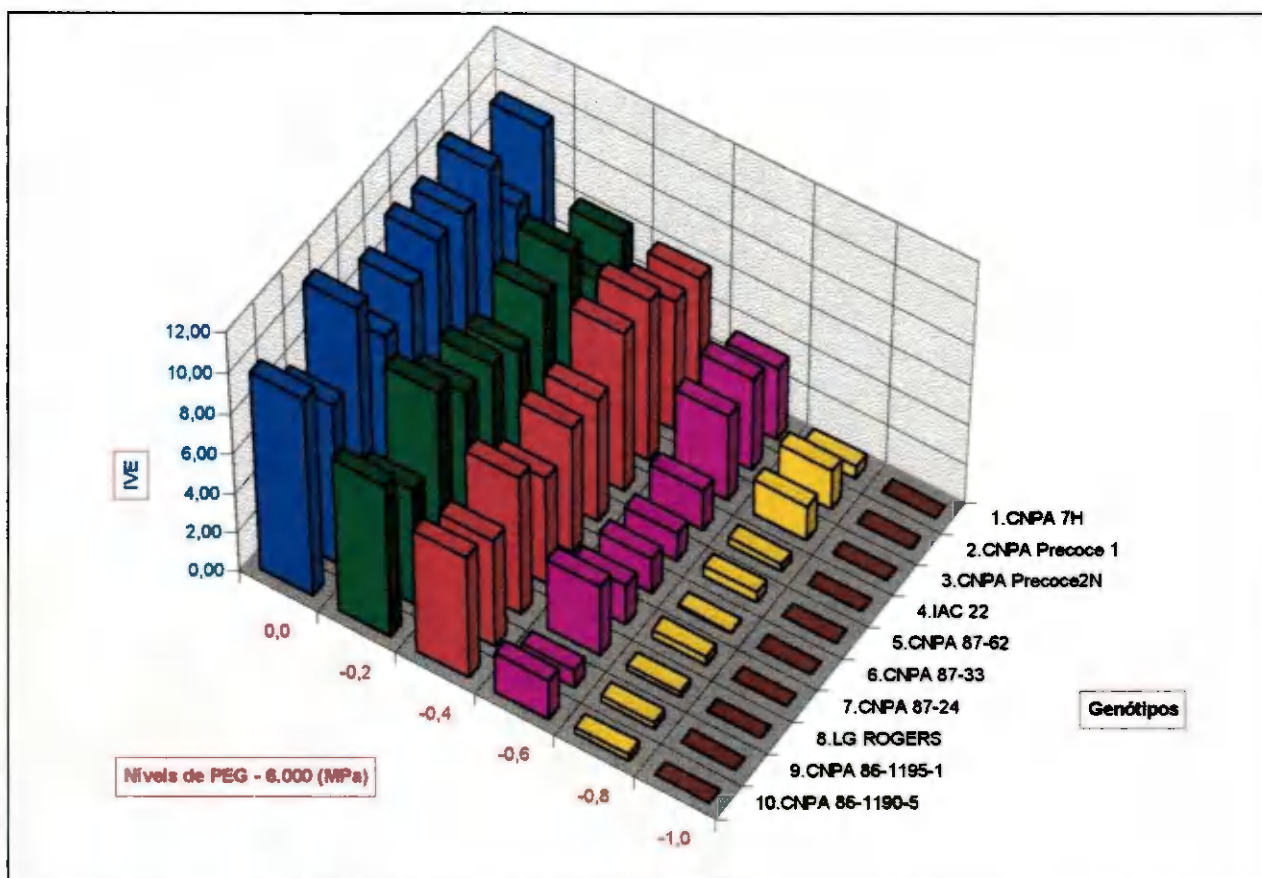


Figura 11 - Índice de velocidade de emergência (IVE) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.

genótipos à - 0,6 MPa ( $N_4$ ) e - 0,8 MPa ( $N_5$ ). A linhagem CNPA 86-1195-1, foi um dos genótipos de menores índices de velocidade de emergência em todos os níveis estudados (Tab. 09, Fig. 11).

Até à tensão de - 0,4 MPa, todos os genótipos tiveram índices de vigor superiores a 5,00, com as cultivares CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1, com valores também aproximados a estes à - 0,6 MPa. Pelas médias dos níveis estudados, vê-se que a redução mais significativa do vigor, ocorreu a partir do  $N_4$  (Tab. 09).

O declínio do vigor em função do aumento do estresse hídrico, foi mais severo nas cultivares CNPA 7H e IAC 22 e, menos drástico nas cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA Precoce 2 (Fig. 10), indicando, relativamente, menor sensibilidade destas ao estresse hídrico crescente.

Segundo a velocidade de emergência, os genótipos menos afetados pelo estresse hídrico, foram as cultivares CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1, pois apresentaram os maiores índices de velocidade de germinação, sobretudo nos mais altos níveis de estresse; os cultivares LG ROGERS e CNPA 7H são de sensibilidade intermediária, por terem se destacado entre os genótipos com melhores índices até o nível  $N_4$  (- 0,6 MPa). Os genótipos mais sensíveis ao aumento da pressão osmótica, foram o IAC 22, o CNPA 87-62, o CNPA 87-33, o CNPA 87-24, o CNPA 86-1190-5 e o CNPA 86-1195-1, que à - 0,8 MPa apresentaram índices de velocidade de emergência praticamente nulos, além de terem os menores índices na maioria dos níveis estudados (Tab. 09, Fig. 11).

As curvas de regressão ajustadas aos dados da Tabela 09, possibilitou a obtenção de equações a partir dos índices de velocidade de emergência com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas na Figura 10. Como tem acontecido nas variáveis já discutidas, observa-se, uma boa

resposta de combinação, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , permitindo-se estimar a velocidade de germinação de sementes de cada genótipo estudado em função do potencial de água do substrato.

#### 4.2.5. Avaliação de plântulas anormais na segunda e terceira contagem do teste de germinação.

Após desdobramento da interação, os dados de porcentagens de plântulas anormais, da segunda contagem do teste de germinação, estão organizados na Tabela 10 e nas Figuras 12 e 13. Nota-se, inicialmente, uma tendência de aumento da porcentagem de anormalidades, com o aumento da concentração de PEG, do nível  $N_1$  para os níveis  $N_2$  até  $N_4$ , mas, a partir do nível seguinte, os valores convergem decrescentemente (Tab. 10).

Esclarece-se que plântulas anormais são sementes germinadas, mas que, devido ao alto grau de lesões e/ou falta de estruturas essenciais na plântula resultante, não dotam-se das características imprescindíveis para desenvolver uma planta normal em campo e, por isso não entram como plântulas germinadas no boletim do teste. No presente trabalho, a quase totalidade das anormalidades consistia de infecções generalizadas pela radícula, ocasionadas, provavelmente, por patógenos.

Pode-se deduzir que, até o  $N_4$ , ainda houve disponibilidade de água para absorção pelas sementes e, conseqüentemente, para a germinação e, também, para proliferação de patógenos. Estes infectaram as sementes, resultando em lesões generalizadas por quase toda a plântula.

TABELA 10 - Percentagem média de plântulas anormais ( 2ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de PEG - 6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> <sup>(1)</sup> -1,0	
1.CNPA 7H	12.11ABb (04.40)	19.55Aabc (11.20)	18.21ABa (09.77)	17.37ABab (08.91)	09.84Babc (02.92)	00.00C (00.00)	12,85b (04,95)
2.CNPA Precoce 1	29.71Aa (24.56)	28.29Aa (22.46)	21.78ABa (13.77)	18.51Bab (10.08)	13.99Ba (05.84)	00.00C (00.00)	18,71* (10,29)
3.CNPA Precoce 2	17.39ABb (08.93)	22.69Aab (14.88)	16.10ABa (07.69)	12.49Bb (04.68)	10.49Bab (03.31)	00.00C (00.00)	13,19b (05,21)
4.IAC 22	15.27Ab (06.94)	15.15Abc (06.83)	14.95Aa (06.66)	13.42Ab (05.39)	0.00Bc (0.00)	00.00B (00.00)	09,80b (02,90)
5.CNPA 87-62	11.18ABb (03.76)	19.36Aabc (10.99)	15.25Aa (06.92)	18.16Aab (09.71)	04.92BCabc (00.74)	00.00C (00.00)	11,48b (03,96)
6.CNPA 87-33	09.16BCb (02.53)	13.92ABbc (05.79)	17.39ABa (08.93)	20.20Aab (11.92)	02.88Cbc (00.25)	00.00C (00.00)	10,59b (03,38)
7.CNPA 87-24	14.08Bb (05.92)	15.45Bbc (07.10)	14.08Ba (05.92)	24.89Aa (17.71)	07.80BCabc (01.84)	00.00C (00.00)	12,72b (04,85)
8.LG ROGERS	06.95BCDb (01.46)	12.01ABCc (04.33)	15.81ABa (07.42)	19.17Aab (10.78)	06.1CDabc (01.13)	00.00D (00.00)	10,01b (03,02)
9.CNPA 86-1195-1	16.84ABb (08.39)	21.24Aabc (13.12)	18.29ABa (09.85)	13.79ABb (05.68)	10.49Bab (03.31)	00.00C (00.00)	13,44b (05,40)
10.CNPA 86-1190-5	09.53Ab (02.74)	15.09Abc (06.78)	13.79Aa (05.68)	18.32Aab (09.88)	15.37Aa (07.03)	00.00B (00.00)	12,02b (04,34)
<b>Média</b>	<b>14.22 B</b> (06,03)	<b>18.28A</b> (09,84)	<b>16.57AB</b> (08,13)	<b>17.63A</b> (09,17)	<b>08.19 C</b> (02,03)	<b>00.00 D</b> (00,00)	<b>12.48</b> (04,67)

d.m.s. (médias de genótipos) = 4.27

d.m.s. (médias de níveis de PEG-6000) = 2,98

d.m.s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 9.41

d.m.s. (nível de PEG-6000 dentro de cada genótipo) = 10,45

<sup>(1)</sup> Não houve germinação visível

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0.05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (percentagem de plântulas infectadas).

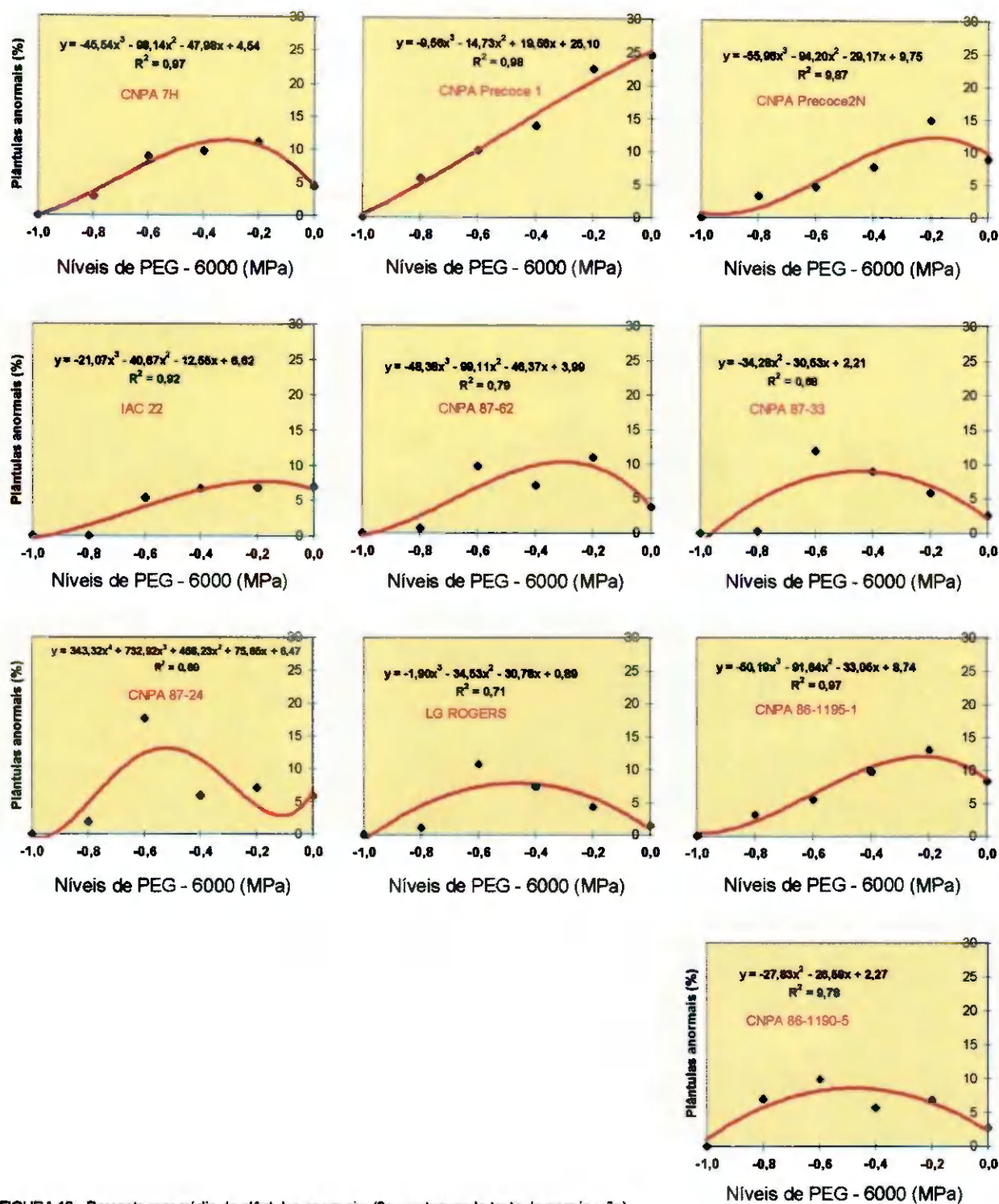


FIGURA 12 - Percentagem média de plântulas anormais (2a. contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

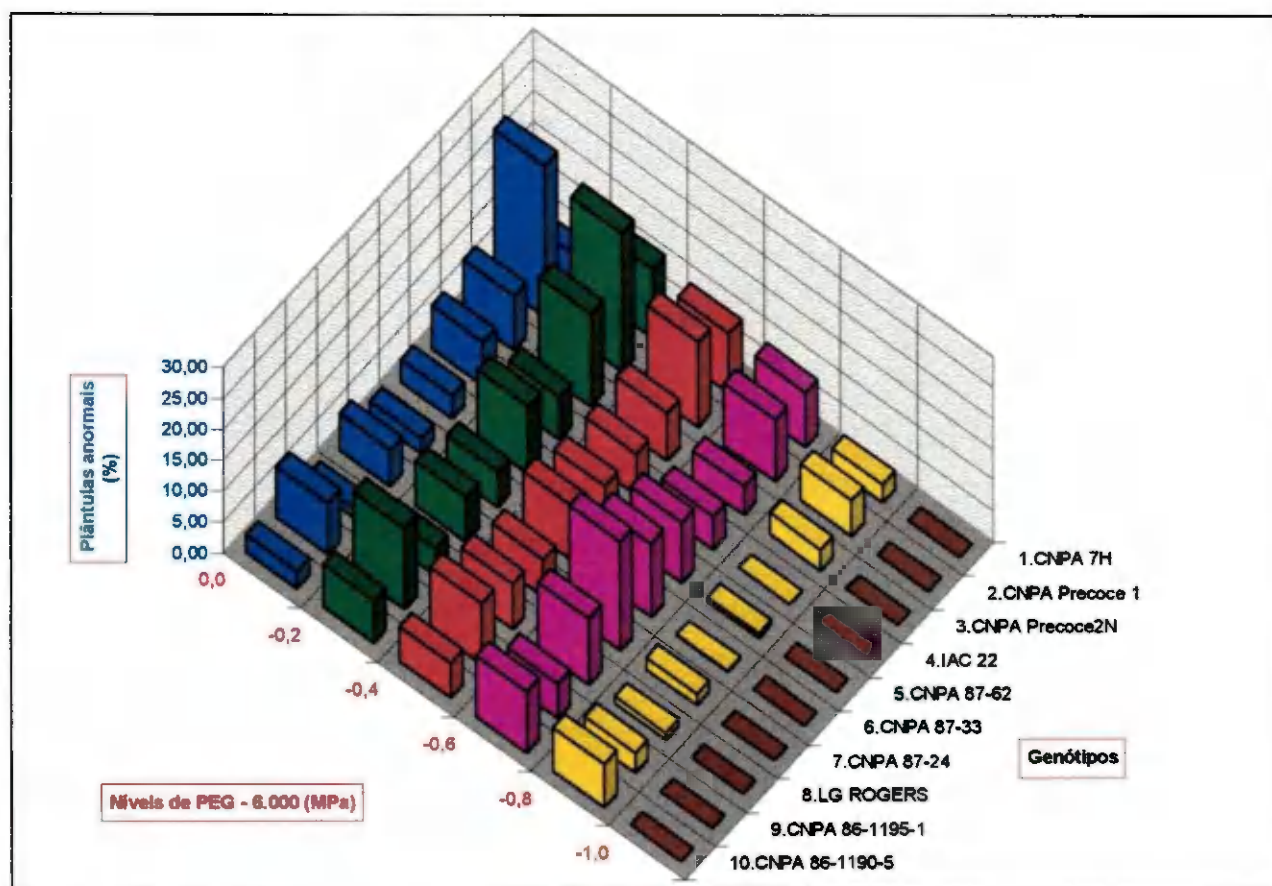


Figura 13 - Percentagem média de plântulas anormais ( 2ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Ressalta-se que, a partir do  $N_5$ , a percentagem de germinação caiu drasticamente (Tab. 05 e 07) e do mesmo modo o índice de anormalidades (Tab. 10), pela limitada disponibilidade de água para absorção pelas sementes nos mais baixos potenciais osmóticos.

Na terceira contagem do teste de germinação, realizada no 20<sup>º</sup> dia pós sementeira (Tabela 11, Figuras 14 e 15), constatou-se um aumento, embora pequeno, de anormalidades nos genótipos em análise, quando comparado à segunda contagem, com exceção que houve germinação visível no  $N_6$  (mas este não diferindo estatisticamente do  $N_5$ , na ação sobre 90% dos genótipos em estudo), a exemplo do cv. CNPA Precoce 1 (14,57%), o qual não diferiu do CNPA Precoce 2 (7,07%), mas sim de todos os demais, mesmo os que apresentaram anormalidades a essa pressão osmótica (CNPA 7H, CNPA 87-62 e CNPA 86-1190-5), embora em valores desprezíveis (Tab. 10 x Tab. 11). A ocorrência de anormalidades (plântulas infectadas), em alguns genótipos, no nível de maior estresse dessa contagem, deve-se à prolongação do teste; muito provavelmente esses genótipos já estavam contaminados por patógenos, ocorrendo o seu crescimento no tempo maior do teste, infectando as plântulas emergidas. Vale ressaltar não ter havido deslincamento das sementes de todos os genótipos, nem tratamento com fungicidas para efetivação dos testes.

A razão da pequena taxa de anormalidades no nível testemunha ( $N_1$ ), com água destilada (0 MPa), em ambas as contagens (Tab. 10 e 11), provavelmente, deve-se à que a instalação desse tratamento foi feita assim que as sementes chegaram da região de Souza-PB, onde as condições ambientes são pouco favoráveis a proliferação de patógenos, além de que a maioria das sementes dos vários genótipos ficaram bem menos tempo sob à ação de patógenos, pois germinaram até a primeira contagem (4<sup>º</sup> dia pós-semeadura).



TABELA 11 - Valores médios de plântulas anormais, no vigésimo dia (3ª contagem), nos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> -1,0	
1.CNPA 7H	12.11ABb (04,40)	19.55Aab (11,20)	18.21Aa (09,77)	18.75Aa (10,33)	10.69ABab (03,44)	04.07Bc (00,50)	13,90bcd (05,77)
2.CNPA Precoce 1	29.71Aa (24,56)	28.29ABa (22,46)	21.77ABCa (13,76)	18.51Bca (10,08)	15.61Ca (07,24)	22.44ABCa (14,57)	22,72* (14,92)
3.CNPA Precoce 2	17.39Ab (08,93)	22.69Aab (14,88)	16.76Aa (08,32)	15.42Aa (07,07)	14.08Aa (05,92)	15.42Aab (07,07)	16,96b (08,51)
4.IAC 22	15.27Ab (06,94)	15.15Ab (06,83)	14.95Aa (06,66)	15.61Aa (07,24)	00.00Bb (00,00)	00.00Bc (00,00)	10,16d (03,11)
5.CNPA 87-62	11.18ABb (03,76)	19.36Aab (10,99)	15.25Aa (06,92)	19.86Aa (11,54)	04.92Bab (00,74)	04.07Bc (00,50)	12,44cd (04,64)
6.CNPA 87-33	09.16BCb (02,53)	13.92ABb (05,79)	17.39ABa (08,93)	20.66Aa (12,45)	02.88Cb (00,25)	00.00Cc (00,00)	10,67d (03,43)
7.CNPA 87-24	14.08Bb (05,92)	15.45ABb (07,10)	14.08Ba (05,92)	24.89Aa (17,71)	08.46BCab (02,16)	00.00Cc (00,00)	12,83bcd (04,93)
8.LG ROGERS	06.95BCb (01,46)	12.01ABb (04,33)	15.81ABa (07,42)	19.60Aa (11,25)	06.95BCab (01,46)	00.00Cc (00,00)	10,22d (03,15)
9.CNPA 86-1195-1	16.84Ab (08,39)	21.24Aab (13,12)	18.29Aa (09,85)	19.70Aa (11,36)	15.21Aa (06,88)	00.00Bc (00,00)	15,21bc (06,88)
10.CNPA 86-1190-5	09.53Bb (02,74)	15.49ABb (07,13)	13.79ABa (05,68)	20.06Aa (11,77)	15.37ABa (07,03)	06.95Bbc (01,46)	13,53bcd (05,47)
<b>Média</b>	<b>14,22 B</b> (06,03)	<b>18,32 A</b> (09,88)	<b>16,63 AB</b> (08,19)	<b>19,30<sup>A</sup></b> (10,92)	<b>09,42 C</b> (02,68)	<b>05,29 D</b> (00,85)	<b>13,86</b> (05,74)

d.m.s. (médias de genótipos) = 4,49

d.m.s. (médias de níveis de PEG-6000) = 3,14

d.m.s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 9,92

d.m.s. (nível de PEG-6000 dentro de cada cultivar) = 11,01

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (percentagem de plântulas infectadas).

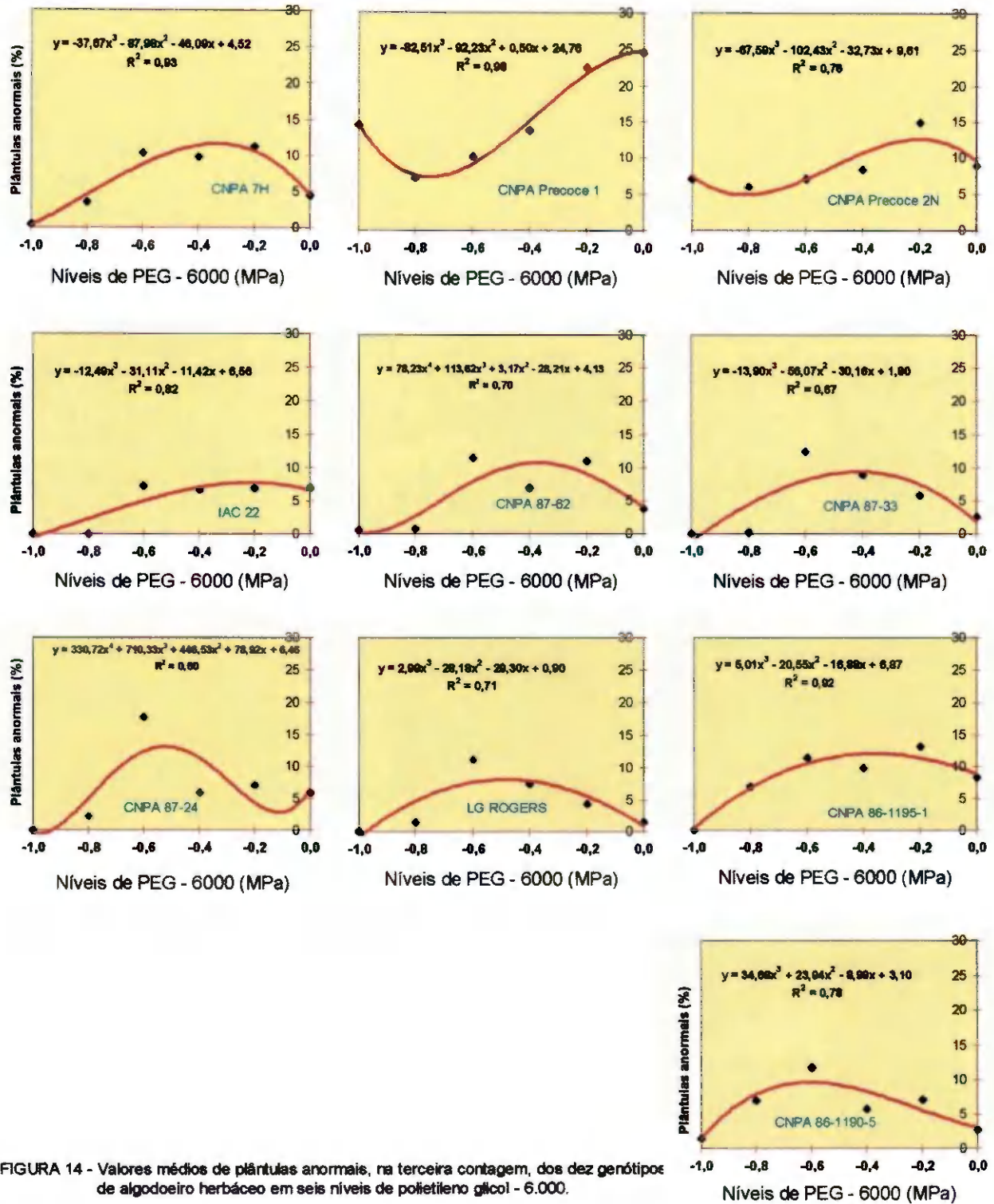


FIGURA 14 - Valores médios de plântulas anormais, na terceira contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

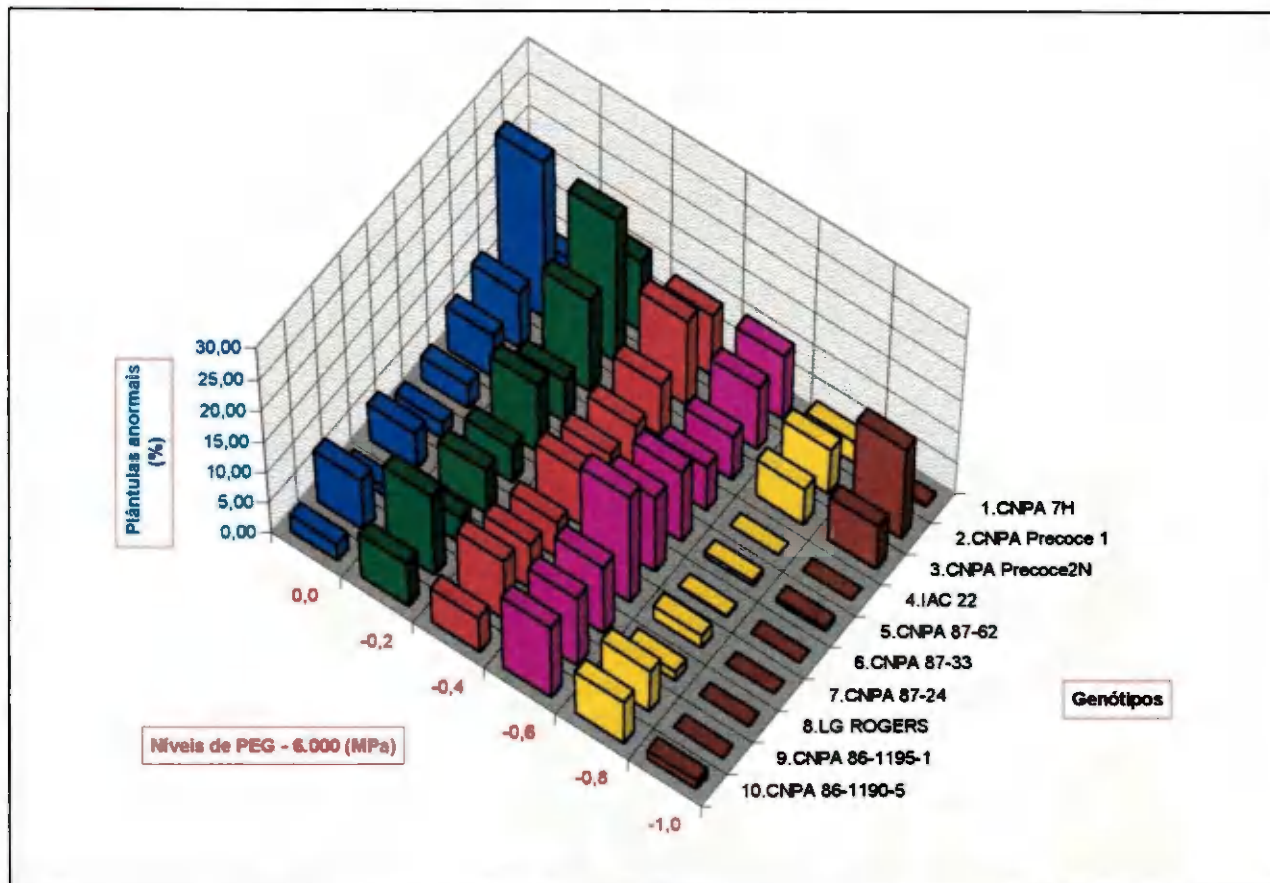


Figura 15 - Valores médios de plântulas anormais, na terceira contagem, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Nienow et al. (1991), por sua vez, estudando os efeitos de soluções de PEG (600 e 6000) na germinação de sementes e no vigor das plântulas de alho, verificaram aumento do número de plântulas anormais, principalmente no nível de concentração - 1,0 MPa.

Queiroz (1995), submetendo sementes de dez cultivares de feijão a seis níveis de tensão osmótica, observou, como o autor supracitado, que o índice de anormalidades aumentava com o nível de PEG-6000 a partir do potencial de - 0,4 MPa.

Mexal et al. (1975) também fazem referências de que a solubilidade e disponibilidade de  $O_2$  nas soluções de polietileno glicol diminuem com aumento do peso molecular e da sua concentração, o que resulta em maior percentual de anormalidades em plantas. Particularmente, no presente caso, onde as anormalidades consistiam, basicamente, de lesões resultantes da infecção das plântulas por patógenos e, o mínimo, de alterações nas estruturas essenciais das plântulas, o oxigênio não deve ter se tornado limitante, já que houve multiplicação até excessiva de patógenos nas cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA Precoce 2, no nível de maior estresse da 3ª contagem. Estes mesmos autores, citam que a disponibilidade de  $O_2$  para o PEG - 6000, só se torna severamente limitante (solubilidade relativa = 20%) em potencial de água de cerca de - 7 bars.

Considerando que nos outros genótipos, houve queda do percentual de anormalidades (plântulas germinadas, mas infectadas por patógenos), nos tratamentos  $N_5$  e  $N_6$ , conclue-se que o fator preponderante foi a absorção de água pelas sementes, fortemente restringida nos níveis mais concentrados de PEG-6000, mas não afetando tanto a germinação daqueles dois cultivares e mais três outros genótipos (CNPA 7H, CNPA 87-62 e CNPA 86-1190-5).

Observa-se que, a cv. CNPA Precoce 1 apresentou a maior taxa de anormalidades em todos os níveis estudados, indicando que, embora tenha sido o genótipo mais contaminado por

patógenos, ainda conseguiu germinar mesmo nos níveis mais altos de estresse (Tab. 10 e 11, Fig. 13 e 15). Não fosse a contaminação original, essa cultivar, certamente, teria os maiores percentuais de germinação comparados aos dos demais genótipos, inclusive nos níveis mais altos de estresse.

Considerando-se, no presente caso, que maior taxa de anormalidade, significa nível de umidade ainda suficiente para germinação, pode-se classificar, como relativamente mais sensíveis os genótipos LG ROGERS, IAC 22, CNPA 87-33, CNPA 87-24 e CNPA 86-1195-1; os cultivares CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1, como potencialmente menos sensíveis, pois foram mais sujeitos a infecções, mas devido à sua contaminação original, enquanto que CNPA 7H, CNPA 86-1190-5 e CNPA 87-62 podem ser considerados medianamente sensíveis.

A análise de regressão polinomial aplicada aos dados das Tabelas 10 e 11, possibilitou a obtenção de equações a partir dos percentuais de plântulas anormais com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas nas Figuras 12 e 14. Observa-se, em geral, um bom ajuste entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , permitindo-se estimar a percentagem de anormalidades de sementes de cada genótipo estudado em função do potencial de água do substrato.

#### 4.2.6 - Sementes deterioradas na terceira contagem do teste de germinação.

Houve efeito significativo (Tabela 12), ao nível de 0.01 de probabilidade, para genótipos (G), níveis de potenciais simulados por PEG-6000 (N) e para a interação (GxN). Verifica-se, portanto, que os dez genótipos estudados diferenciam-se na deterioração de sementes, por razões

TABELA 12 - Quadrado médio dos dados de sementes deterioradas e de sementes duras, em percentagem, de dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Fonte de Variação	Sementes deterioradas	Sementes duras
Genótipos (G)	231,31 **	301,26 **
Níveis (N)	1073,85 **	31253,96 **
Interação (G x N)	36,67 **	87,04 **
CV (%)	14,85	12,65

Dados transformados em arco seno (P/100) <sup>12</sup>

Significativo ao nível de 0,01 (\*\*) de probabilidade (Teste F)

inerentes à constituição genética de cada um, quando sujeitos aos seis níveis de potenciais osmóticos simulados por PEG - 6000. Os percentuais médios de sementes deterioradas, avaliadas na terceira contagem do teste de germinação, estão distribuídos na Tabela 13 e representados nas Figuras 16 e 17.

Feito o desdobramento da interação e aplicado o teste de Tukey, ao nível de 0,05 de probabilidade, observa-se que a percentagem de sementes deterioradas dos vários genótipos variou com os diferentes níveis de potenciais simulados, havendo tendência de aumento, até o  $N_3$ , e depois decréscimo, à medida que se aumentava a concentração de PEG - 6000 na solução (Tab. 13, Fig. 16). Isso é explicável pelo fato de que, em conteúdos de umidade, no substrato, que apenas possibilite embebição precária e demorada, ocorre rápida deterioração das sementes e, grande parte delas, não consegue germinar. No presente caso, foi o que ocorreu do  $N_2$  até o  $N_3$ , em relação ao tratamento testemunha ( $N_1$ ): no tratamento testemunha (0,0 MPa), a taxa de embebição foi plenamente satisfeita desde os primeiros dias pós-semeadura, com as sementes germinando rapidamente, não ficando sujeitas por mais tempo, à ação dos patógenos; nos mais baixos potenciais ( $N_4$  a  $N_6$ ), por sua vez, a disponibilidade de umidade para entumescimento da semente e multiplicação de patógenos, foi crescentemente restringida (Tab. 13).

Vale ressaltar que, no presente estudo, a maior quantidade de sementes deterioradas consistia de sementes podres, visualmente infectadas por fungos.

Estas considerações assemelham-se às evidenciadas por Hunter & Erickson (1952), de que as sementes que são colocadas em solo com umidade insuficiente para germinação, são sujeitas a danos (infecções de partes ou de toda a plântula) ou destruição (deterioração ou perda total da

TABELA 13 - Percentual de sementes deterioradas ( 3ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> -1,0	
1.CNPA 7H	24.09Bab (16.66)	34.07Aa (31.38)	32.86Aab (29.44)	29.23ABab (23.85)	31.58ABab (27.42)	12.86Ca (04.95)	27.45ab (21.25)
2.CNPA Precoce 1	23.49Bcabc (15.89)	28.72ABab (23.09)	31.83Aab (27.82)	29.58ABab (24.37)	32.17Aa (28.35)	20.10Ca (11.81)	27.65ab (21.54)
3.CNPA Precoce 2	13.13Bd (05.16)	19.69ABc (11.35)	25.81Ab (18.96)	26.15Aab (19.42)	23.56Abcd (15.98)	14.74Ba (06.47)	20.51dc (12.28)
4.IAC 22	20.5BCbd (12.23)	28.61Aab (22.93)	26.15ABb (19.42)	23.73ABCb (16.19)	22.9ABCcd (15.13)	17.13Ca (08.68)	23.16cd (15.47)
5.CNPA 87-62	20.73Cbcd (12.53)	32.88Aa (29.47)	30.91ABab (26.39)	24.11BCb (16.69)	22.65Ccd (14.83)	17.83Ca (09.38)	24.85bc (17.66)
6.CNPA 87-33	24.91Bab (17.74)	29.53ABab (24.29)	29.38ABab (24.07)	33.49Aa (30.45)	22.48Bcd (14.62)	12.86Ca (04.95)	25.44abc (18.45)
7.CNPA 87-24	28.14ABab (22.24)	29.56ABab (24.34)	35.01Aa (32.92)	25.81BCab (18.96)	24.7BCabd (17.40)	18.66Ca (10.24)	26.97ab (20.57)
8.LG ROGERS	15.15Ccd (06.83)	23.12ABbc (15.42)	24.95Ab (17.79)	21.95ABCb (13.97)	16.59Bcd (08.15)	14.74Ca (06.47)	19.42c (11.05)
9.CNPA 86-1195-1	29.40Aa (24.10)	35.25Aa (33.31)	32.49Aab (28.85)	28.86Aab (23.30)	30.85Aabc (26.30)	15.81Ba (07.42)	28.78a (23.18)
10.CNPA 86-1190-5	22.73Bcabc (14.93)	27.3ABabc (20.98)	31.85Aab (27.85)	28.82ABab (23.24)	28.6ABabc (22.87)	15.71Ca (07.33)	25.82abc (18.97)
<b>Média</b>	<b>22.22</b> <b>(14.30)</b>	<b>D 28.87AB</b> <b>(23.31)</b>	<b>30.12A</b> <b>(25.18)</b>	<b>27.17 BC</b> <b>(20.85)</b>	<b>25.60 C</b> <b>(18.67)</b>	<b>16.04 E</b> <b>(07.60)</b>	<b>25.00</b> <b>(17.86)</b>

d m.s. (médias de genótipos) = 3,43

d.m.s. (médias de níveis de PEG-6000) = 2,40

d.m.s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 7,57

d.m.s. (nível de PEG-6000 dentro de cada cultivar) = 8,41

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0.05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (percentagem de sementes infectadas)



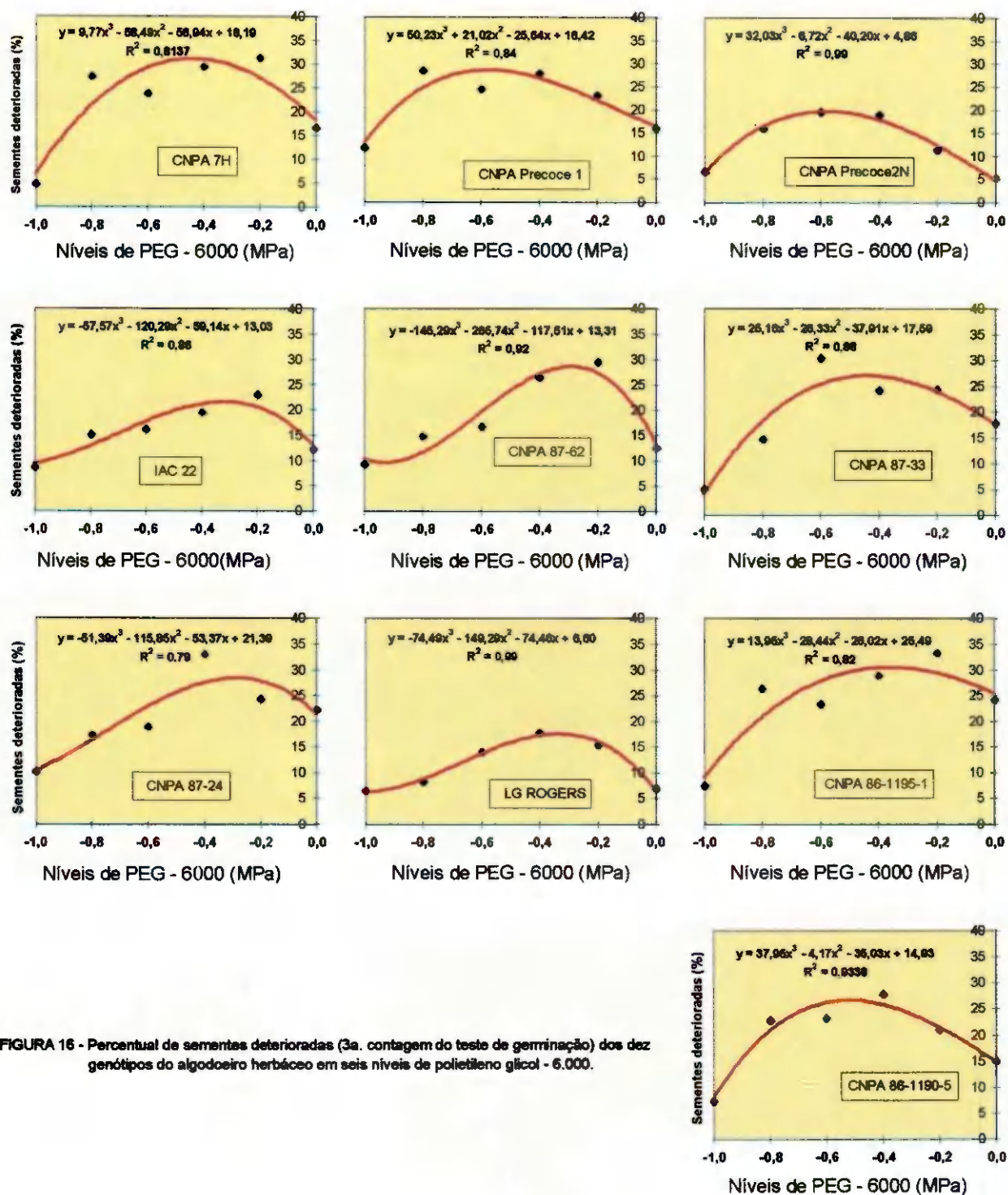


FIGURA 16 - Percentual de sementes deterioradas (3a. contagem do teste de germinação) dos dez genótipos do algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

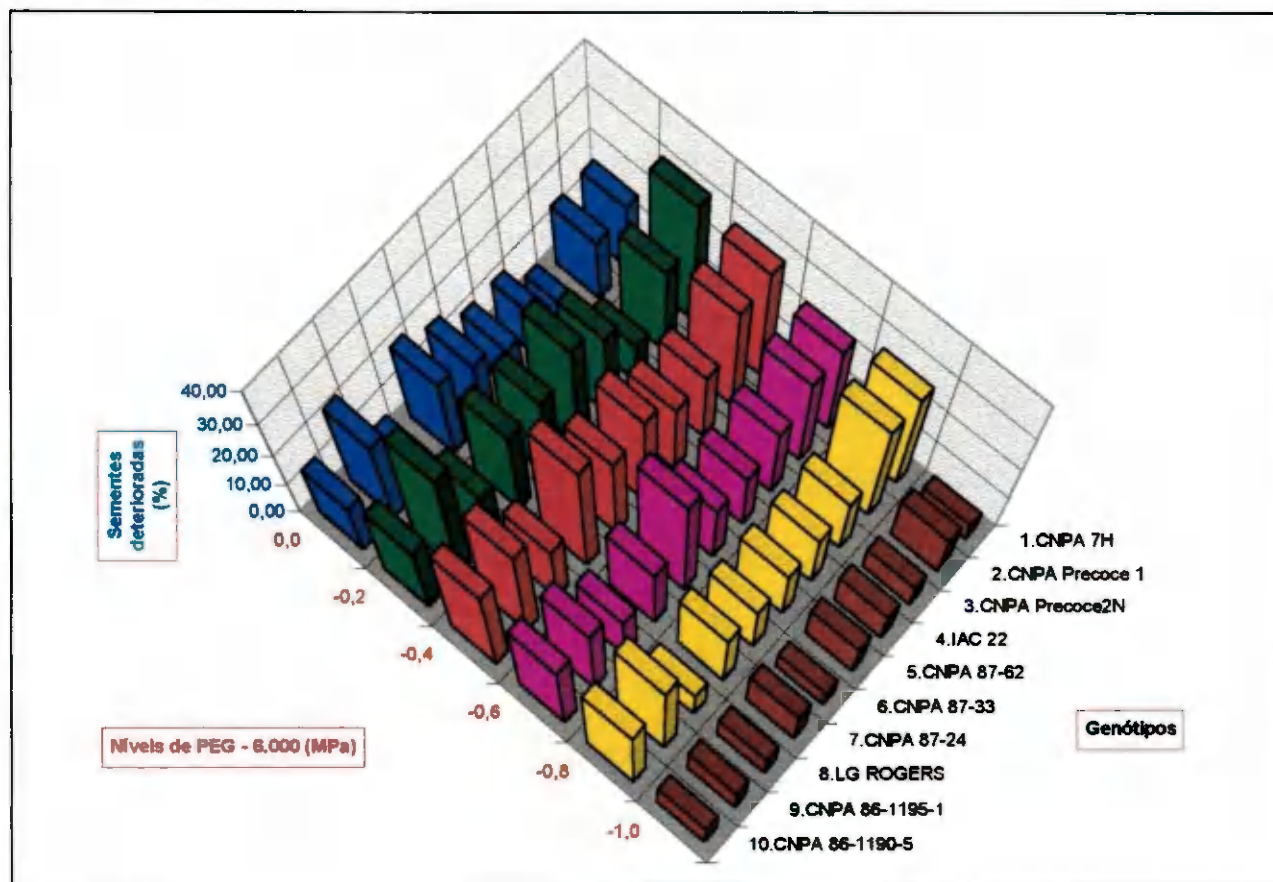


Figura 17 - Percentual de sementes deterioradas ( 3ª contagem do teste de germinação) dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

capacidade germinativa) por patógenos do solo ou da própria semente. No presente caso, a deterioração das sementes (Tabela 13) teve influência muito maior que a infecção de plântulas (Tabela 11) na capacidade germinativa das sementes dos vários genótipos estudados, inclusive nos níveis mais altos. Isso reforça a hipótese da existência de grande contaminação inicial por patógenos da própria semente.

Queiroz (1995), por outro lado, estudando o efeito de seis níveis de PEG-6000 sobre sementes de dez cultivares de feijão, observou que a percentagem de sementes infectadas aumentou progressivamente na medida em que se elevou os níveis de pressão osmótica.

No tratamento testemunha (0,0 MPa), os maiores percentuais de sementes deterioradas foram observados nos genótipos CNPA 86-1195-1 (24,10%), CNPA 87-24 (22,24%), CNPA 87-33 (17,74%), que não diferiram entre si, mas todos diferindo do CNPA Precoce 2 (5,16%) e LG ROGERS (6,83%), os quais, até o tratamento N<sub>3</sub>, em que aumentou a deterioração das sementes, foram os genótipos menos afetados, vindo depois o IAC 22 (Tab. 13, Fig. 17).

Segundo a deterioração de sementes, pode-se classificar os cultivares CNPA Precoce 2 e LG ROGERS, como potencialmente menos sensíveis, pois tiveram os menores percentuais de deterioração em todos os níveis; sendo o cv. CNPA Precoce 1, mais sensível, por apresentar os maiores índices de deterioração nos níveis de maior estresse, enquanto que o IAC 22, CNPA 86-1195-1, CNPA 7H, CNPA 87-62, CNPA 87-24, CNPA 87-33 e CNPA 86-1190-5, foram medianamente sensíveis (Fig. 17).

A partir dos dados das Tabela 13, foram realizados estudos de regressão e obtidas equações, correlacionando percentuais de sementes deterioradas com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas na Figura 16. Pelos valores do coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, verifica-

se uma bom ajuste entre essas variáveis, permitindo-se estimar a porcentagem de sementes deterioradas de cada genótipo.

#### 4.2.7 - Sementes duras na terceira contagem do teste de germinação.

Houve efeito significativo, ao nível de 0,01 de probabilidade, para genótipos (G), níveis de potenciais simulados por PEG-6.000 (N) e para a interação (GxN) (Tabela 12).

Após desdobramento da interação, são apresentados na Tabela 14, os percentuais médios de sementes duras, na terceira contagem do teste de germinação, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol 6000, sendo melhor visualizados nas Figuras 18 e 19.

A porcentagem de sementes duras dos diferentes genótipos estudados variou com os diferentes níveis de potenciais simulados, havendo tendência de aumento, à medida que se aumentou a concentração de PEG - 6000 na solução (Tabela 14, Figuras 18 e 19).

O endurecimento de sementes de algodão, caracteriza-se pela não embebição, ou inchamento das mesmas. Quanto maior a porcentagem de sementes duras, maior o efeito do nível de estresse hídrico sobre o genótipo, pois com aumento da concentração de PEG - 6.000 na solução, e conseqüentemente, diminuição crescente da quantidade de água disponível para embebição, houve, como esperado, um aumento progressivo do percentual de sementes duras. Tais sementes são ainda viáveis e provavelmente não germinaram porque não lhes foram oferecidas as condições mínimas de umidade. Estas observações concordam com afirmações contidas em Parmar & Moore (1968) e Singh & Singh (1983b), de que a absorção de água pela semente é diminuída com o aumento da pressão osmótica.

TABELA 14 - Percentagem média de sementes duras, na 3ª contagem do teste de germinação, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub> 0,0	N <sub>2</sub> - 0,2	N <sub>3</sub> -0,4	N <sub>4</sub> -0,6	N <sub>5</sub> - 0,8	N <sub>6</sub> -1,0	
1. CNPA 7H	00.00Ea (00.00)	04.92Eab (00.74)	15.77Dabcd (07.39)	30.98Ccd (26.50)	49.35Bcde (57.56)	75.92Aab (94.08)	29.49bc (24.23)
2. CNPA Precoce 1	00.00Ea (00.00)	12.22Da (04.48)	13.07Dbcd (05.11)	26.90Cd (20.47)	40.96Be (42.97)	58.51Ac (72.72)	25.28d (18.23)
3. CNPA Precoce 2	00.00Ea (00.00)	00.00Eb (00.00)	12.16Dcd (04.44)	30.31Ccd (25.47)	47.93Bde (55.10)	68.02Ab (85.99)	26.40cd (19.77)
4. IAC 22	00.00Ea (00.00)	11.76Da (04.15)	09.84Dd (02.92)	44.71Ca (49.49)	63.06Ba (79.47)	72.87Aab (91.32)	33.71a (30.80)
5. CNPA 87-62	00.00Fa (00.00)	10.75Ea (03.48)	21.06Dabc (12.91)	44.14Ca (48.50)	62.47Bab (78.64)	71.25Aab (89.67)	34.94a (32.81)
6. CNPA 87-33	00.00Ea (00.00)	13.63Da (05.55)	20.97Dabc (12.81)	34.07Cbcd (31.38)	64.87Ba (81.97)	77.14Aa (95.05)	35.11a (33.08)
7. CNPA 87-24	00.00Ea (00.00)	06.43Eab (01.25)	22.55Da (14.71)	40.36Cab (41.94)	58.11Babc (72.09)	71.35Aab (89.77)	33.13ab (29.88)
8. LG ROGERS	00.00Ea (00.00)	11.16Da (03.75)	21.73Cab (13.71)	31.24Bcd (26.90)	67.17Aa (84.95)	75.26Aab (93.53)	34.43a (31.96)
9. CNPA 86-1195-1	00.00Fa (00.00)	08.65Eab (02.26)	21.06Dabc (12.91)	42.39Cab (45.45)	51.43Bcd (61.13)	74.19Aab (92.58)	32.95ab (29.59)
10. CNPA 86-1190-5	00.00Ea (00.00)	13.26Da (05.26)	19.68Dabc (11.34)	39.23Cabc (40.00)	53.81Bbcd (65.14)	72.11Aab (90.56)	33.02ab (29.69)
<b>Média</b>	<b>00,00</b> <b>(00,00)</b>	<b>09,28</b> <b>(02,60)</b>	<b>17,79</b> <b>(09,33)</b>	<b>36,43</b> <b>(35,260)</b>	<b>55,91</b> <b>(68,58)</b>	<b>71,66</b> <b>(90,10)</b>	<b>31,85</b> <b>(27,84)</b>

d. m. s. (médias de genótipos) = 3,73

d m. s. (médias de níveis de PEG-6000) = 2,60

d m. s. (genótipo dentro de cada nível de PEG-6000) = 8,22

d m. s. (nível de PEG-6000 dentro de cada genótipo) = 9,12

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Entre parênteses, dados originais (percentagem de sementes duras).

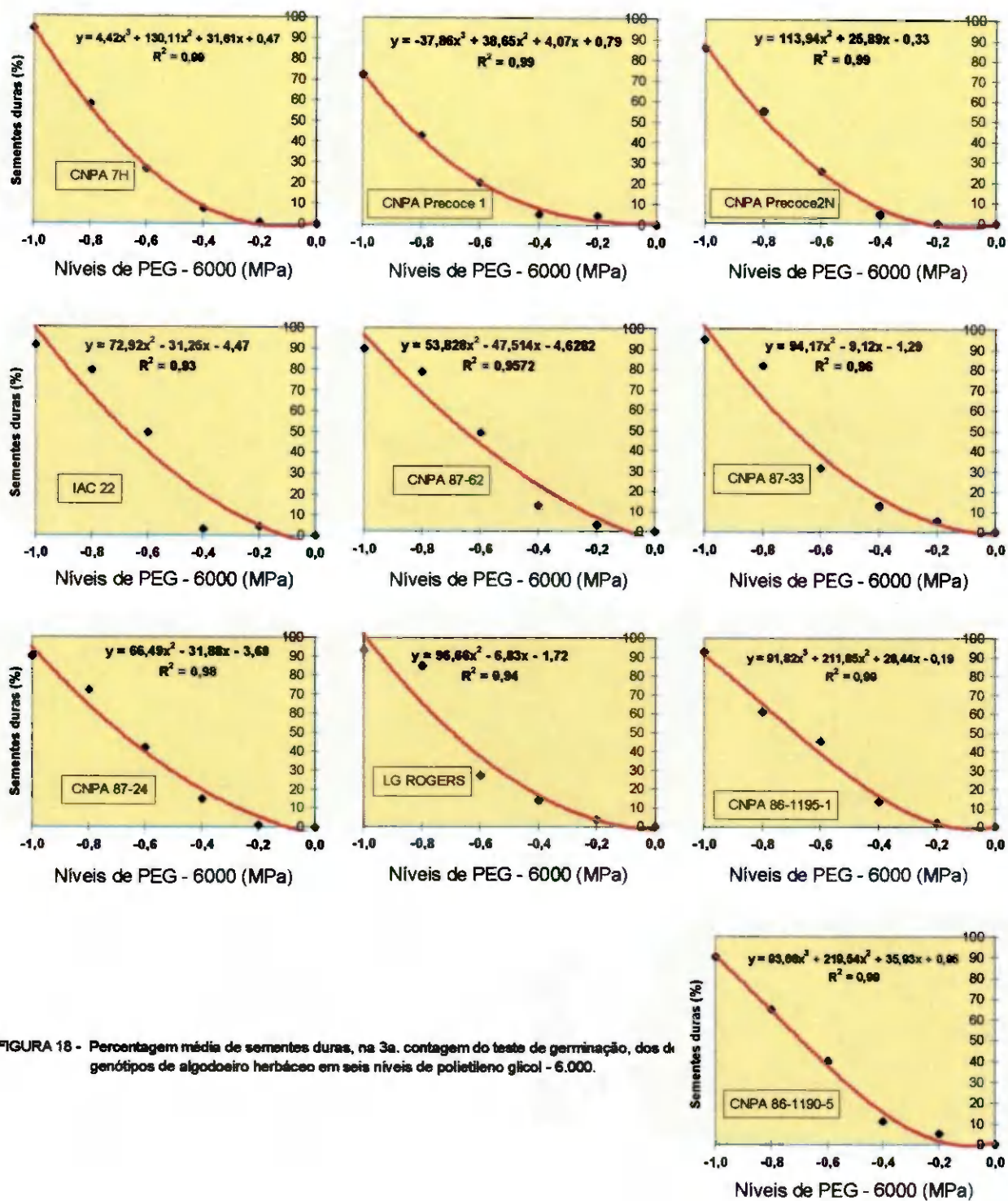


FIGURA 18 - Percentagem média de sementes duras, na 3a. contagem do teste de germinação, dos 10 genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

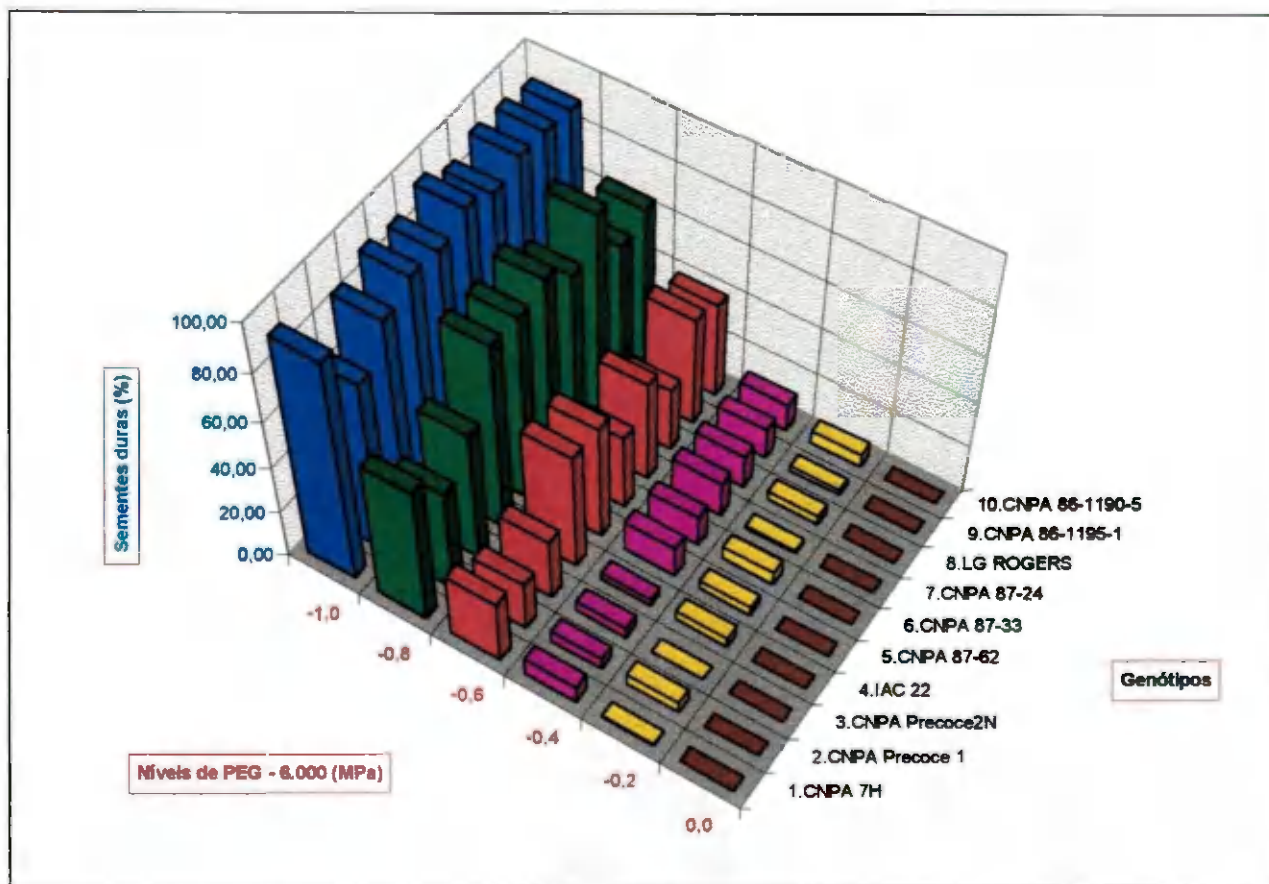


Figura 19 - Percentagem média de sementes duras, na 3ª contagem do teste de germinação, dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

No nível testemunha, não foi constatada a presença de sementes duras em nenhum dos genótipos estudados, indicando que as respectivas sementes, ou “germinaram” (plântulas normais e anormais), ou deterioraram-se (Tab. 14).

O cultivar CNPA Precoce 2, foi o genótipo com menores percentuais de sementes duras, em praticamente todos os níveis do N<sub>2</sub> (- 0,2 MPa) ao N<sub>5</sub> (- 0,8 MPa), indicando, assim, que sua capacidade germinativa foi a menos afetada pela diminuição crescente da tensão osmótica, seguido do cultivar CNPA Precoce 1, este, inclusive, destacando-se entre todos, nos níveis N<sub>4</sub> (- 0.6 MPa), N<sub>5</sub> e N<sub>6</sub>, onde sobressaiu-se, também, a cultivar CNPA 7H (Fig. 19).

Confrontando-se as Tabelas 07, 11, 13 e 14, todas com dados avaliados na terceira contagem, verifica-se que, nos mais altos níveis de estresse (N<sub>4</sub>, N<sub>5</sub> e N<sub>6</sub>), o percentual de endurecimento supera o de “germinação” (plântulas normais e anormais) e de deterioração das sementes. Esta evidência, reforça a premissa de que, a diminuição desses percentuais (de germinação, de anormalidades em plântulas e da deterioração das sementes), nos vários genótipos estudados, decorre da diminuição da absorção de água para embebição (entumescimento) das sementes, crescentemente restringida pelo aumento da concentração de PEG-6000.

Aplicando-se análise de regressão aos dados da Tabela 14, foram obtidas as equações contidas na Figura 18, correlacionando percentuais de sementes duras com níveis de potenciais osmóticos. Há uma boa combinação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, sendo possível estimar a percentagem de sementes duras de sementes de cada genótipo estudado, em função do potencial de água do substrato.



### 4.3 - VIGOR DAS PLÂNTULAS

Segundo Nakagawa (1994), os genótipos que apresentam maiores valores de comprimento ou peso médio de plântulas normais ou de uma de suas partes (hipocótilo, epicótilo, radícula) são considerados mais vigorosos. Esse mesmo autor recomenda que os dados médios de vigor, para cada parcela, devem ser obtidos dividindo-se o somatório pelo número de plântulas normais mensuradas.

No presente caso, as medidas médias foram obtidas de modo diferente, dividindo-se o somatório das medidas das plântulas normais emergidas por dez, que foi o número de sementes utilizadas nos testes de vigor.

#### 4.3.1. Comprimento médio da parte aérea (hipocótilo + epicótilo)

Os valores referentes ao comprimento médio da parte aérea das plântulas dos genótipos estudados nos seis níveis de potenciais osmóticos, estão na Tabela 15 e plotados nas Figuras 20 e 21.

Mesmo com mensuração em dias de contagens diferentes, é notável a diminuição do comprimento médio da parte aérea das plântulas, à medida em que baixaram os potenciais osmóticos da solução (Tab. 15, Fig. 20). Nos níveis de PEG-6000 de menores pressões osmóticas (- 0,8 e - 1,0 MPa), o efeito osmótico foi tão drástico que não houve germinação em praticamente todos os genótipos estudados (Tab. 15, Fig. 21). Tais resultados assemelham-se aos encontrados por Queiroz (1995), trabalhando com dez cultivares de feijão em seis níveis de PEG - 6000.

TABELA 15 - Comprimento médio (cm) da parte aérea de plântulas de dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub> <sup>(1)</sup>	
	0,0	- 0.2	-0.4	-0.6	- 0.8	-1,0	
Dia da Contagem							
	4 <sup>o</sup> dia	12 <sup>o</sup> dia	12 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia	
1.CNPA 7H	1,19	1,17	0,27	0,12	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,46
2.CNPA Precoce 1	1,41	1,05	0,51	0,04	0,09	0,00	0,52
3.CNPA Precoce 2	1,64	2,38	1,03	0,19	0,05	0,00	0,88
4.IAC 22	1,14	0,64	0,35	0,01	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,36
5.CNPA 87-62	1,55	1,67	0,28	0,00	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,58
6.CNPA 87-33	1,62	2,00	0,50	0,06	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,70
7.CNPA 87-24	1,15	0,68	1,28	0,01	0,10	0,00	0,54
8.LG ROGERS	1,86	1,83	0,27	0,05	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,67
9.CNPA 86-1195-1	1,26	0,58	0,35	0,04	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,37
10.CNPA 86-1190-5	1,43	0,73	1,38	0,06	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,60
<b>Média</b>	<b>1,43</b>	<b>1,27</b>	<b>0,62</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,57</b>

<sup>(1)</sup> Não houve germinação visível

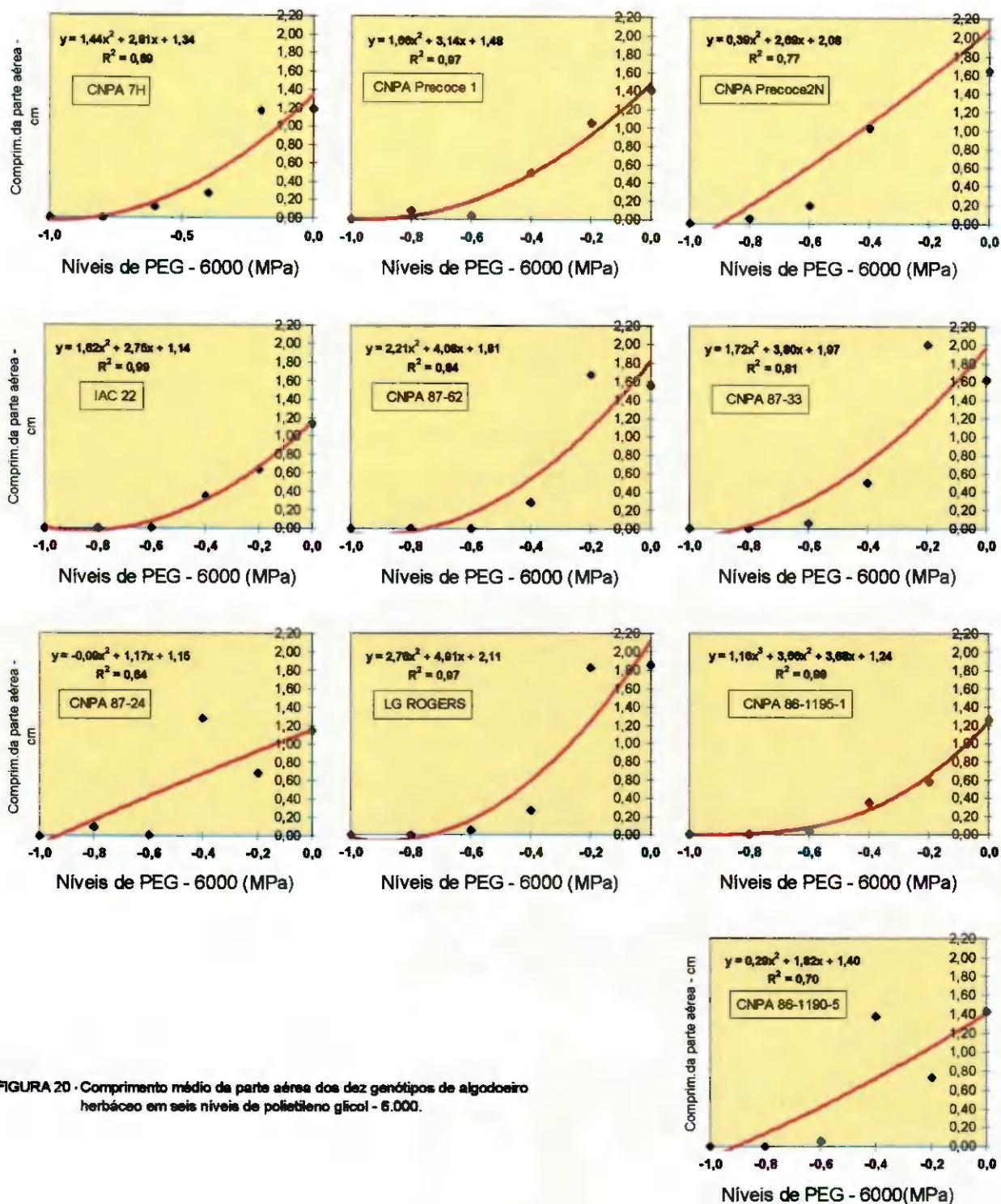


FIGURA 20 - Comprimento médio da parte aérea dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

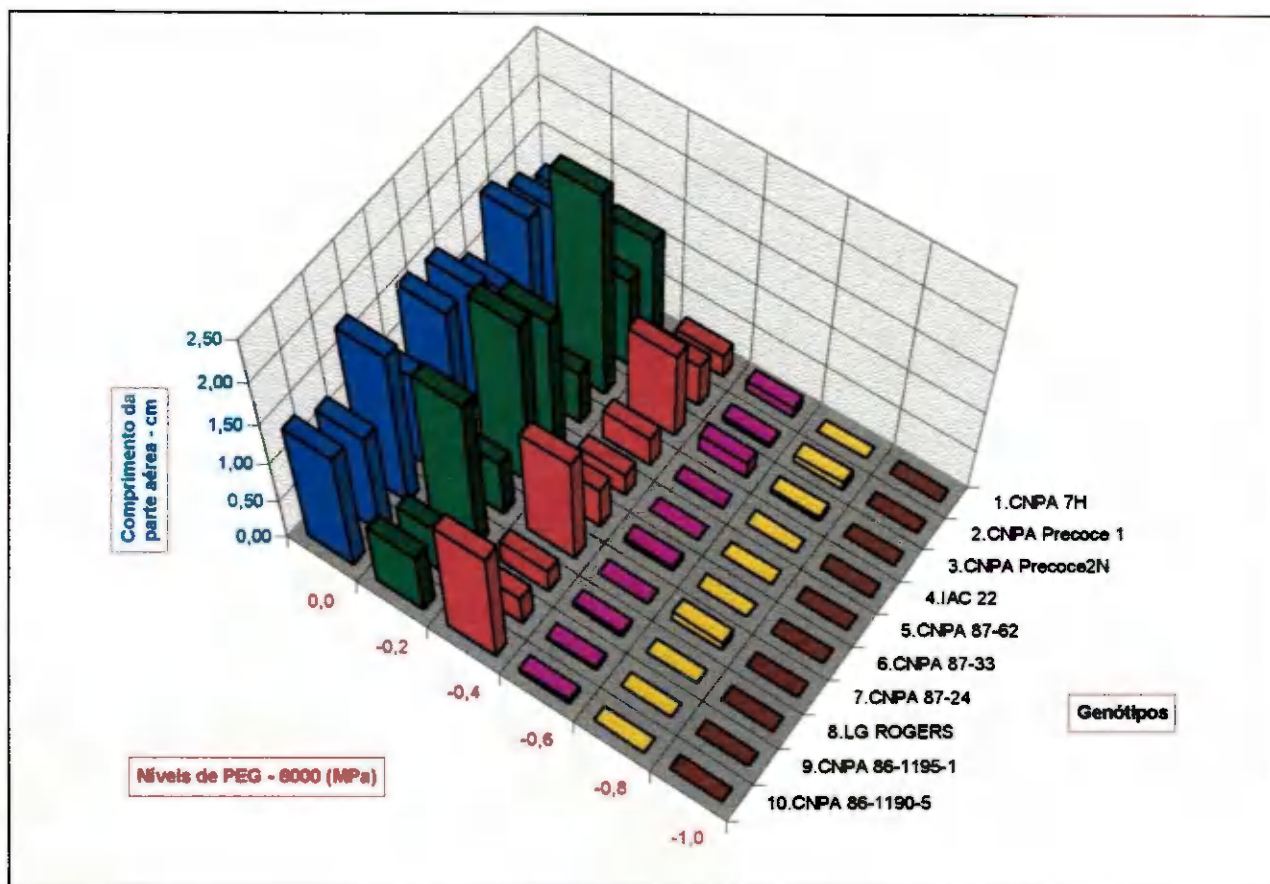


Figura 21 - Comprimento médio da parte aérea dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.

O aumento da concentração osmótica de PEG - 6000 reduziu o comprimento da parte aérea em decorrências dos efeitos osmóticos, concordando, também, com os resultados de Parmar & Moore (1966 e 1968), Prisco (1978), Fernandez et al. (1978) e Johnston et al. (1979), estudando outras culturas.

Singh & Singh (1983b), também observaram que o crescimento de plântulas (comprimento de radícula e de hipocótilo), foi reduzido com o decréscimo do potencial de água no solo, em duas cultivares de trigo.

Pelos dados obtidos, no presente trabalho, os genótipos que tiveram, regularmente, maior crescimento da parte aérea, até o potencial - 0,4 MPa ( $N_3$ ), foram o CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1; nos níveis mais altos foi muito variado o vigor, mas com destaque, também, para esses mesmos genótipos e a linhagem CNPA 87-24 (Fig. 21).

Na Figura 20 estão as equações obtidas através de estudos de regressão dos dados de comprimento médio da parte aérea das plântulas com níveis de potenciais osmóticos. Foi encontrada um bom ajuste entre as curvas dessas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , permitindo-se estimar o comprimento médio da parte aérea de plântulas de cada genótipo, em função do potencial de água do substrato.

#### 4.3.2. Comprimento médio de radícula

As medidas de comprimento médio de radícula das plântulas de dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno-glicol 6000, estão na Tabela 16 e representadas nas Figuras 22 e 23.

TABELA 16 - Comprimento médio (cm) de radícula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000 (MPa)						Média
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub> <sup>(1)</sup>	
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
	Dia da Contagem						
	4 <sup>º</sup> dia	12 <sup>º</sup> dia	12 <sup>º</sup> dia	20 <sup>º</sup> dia	20 <sup>º</sup> dia		20 <sup>º</sup> dia
1. CNPA 7H	5,07	2,87	1,79	1,81	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	1,92
2. CNPA Precoce 1	4,95	4,80	5,50	0,36	0,04	0,00	2,61
3. CNPA Precoce 2	5,18	7,30	8,02	1,58	0,01	0,00	3,68
4. IAC 22	4,30	3,26	2,26	0,14	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	1,66
5. CNPA 87-62	6,00	4,77	2,43	0,02	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	2,20
6. CNPA 87-33	5,98	7,68	4,48	0,56	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	3,12
7. CNPA 87-24	4,34	2,24	5,68	0,05	0,02	0,00	2,05
8. LG ROGERS	7,09	6,22	3,11	0,54	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	2,83
9. CNPA 86-1195-1	4,24	1,81	2,32	0,06	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	1,41
10. CNPA 86-1190-5	5,79	4,05	6,11	0,51	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	2,74
<b>Média</b>	<b>5,29</b>	<b>4,50</b>	<b>4,17</b>	<b>0,56</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>2,42</b>

<sup>(1)</sup> Não houve germinação visível

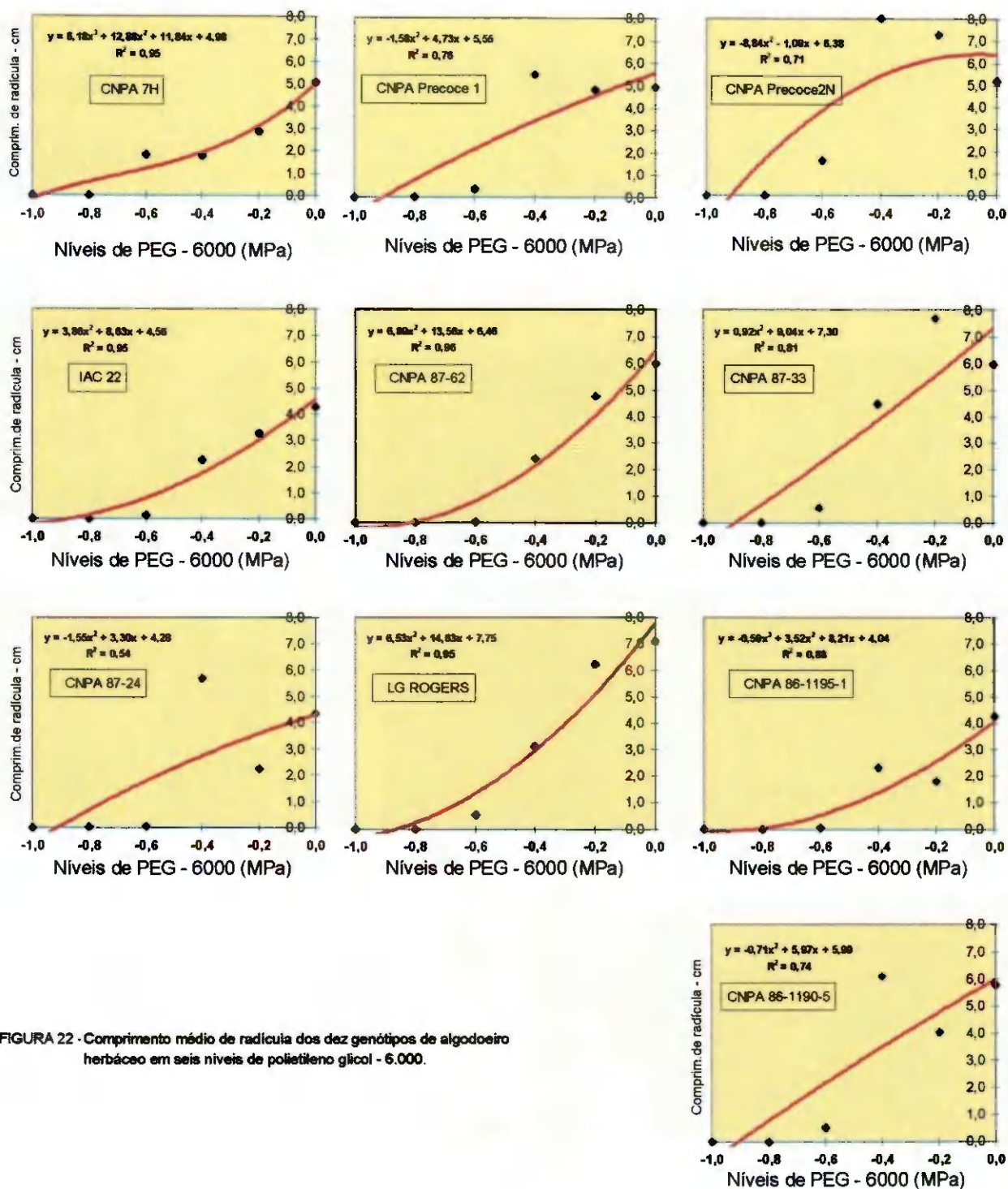


FIGURA 22 - Comprimento médio de radícula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.

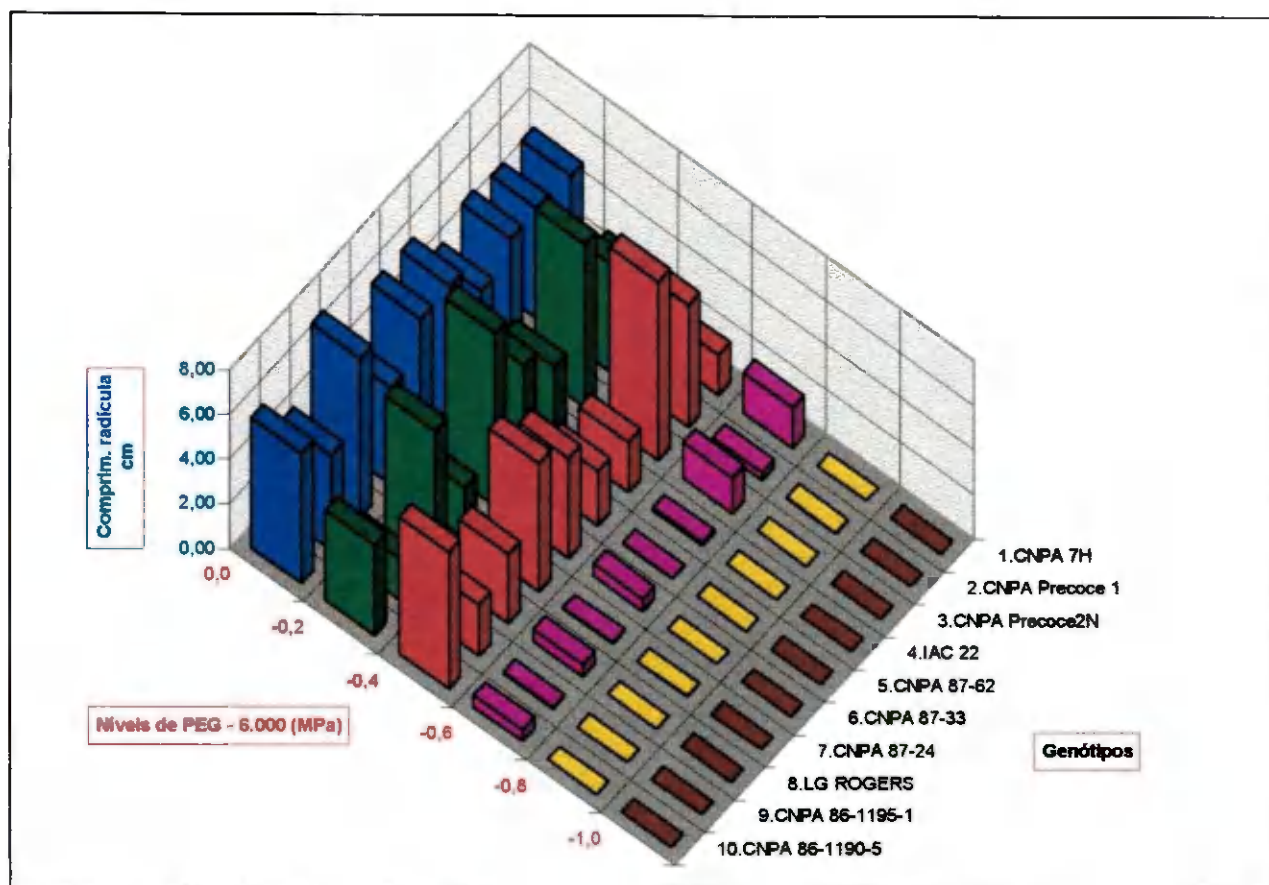


Figura 23 - Comprimento médio de radícula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.



Pela média dos diferentes níveis de potenciais osmóticos simulados pelo PEG-6000, houve diminuição progressiva dos valores médios de comprimento de radícula, mais drástica nos níveis mais altos de estresse (- 0,8 e - 1,0 MPa) - (Tab. 16, Fig. 22). Desse modo, de forma geral, os níveis decrescentes de potenciais osmóticos, diminuíram progressivamente o vigor de todos os genótipos estudados (Fig. 22). Deduz-se que, com a diminuição do potencial hídrico do substrato e da absorção de água pelas sementes, a germinação foi afetada, originando-se plântulas menores e menos vigorosas, o que comprometeria seu estabelecimento em condições de campo.

Parmar & Moore (1966), trabalhando com PEG- 6000 sobre sementes de milho, também, observou redução progressiva do crescimento da radícula das plântulas, com o aumento da pressão osmótica da solução.

Magalhães & Carelli (1972), trabalhando com três variedades de feijão (*P. vulgaris*, L.), em condições de seca simulada pelo PEG - 6000, durante a germinação, verificaram uma drástica redução do comprimento das raízes com a elevação do déficit hídrico simulado, acima de - 3,5 atm de tensão.

Resultados similares foram observados por Singh & Singh (1983b), em duas cultivares de trigo, por Campos & Assunção (1990), trabalhando com sementes de arroz, e por Queiroz (1995) em dez cultivares de feijão.

No presente trabalho, mesmo em condições de estresse, houve maior crescimento da radícula nas plântulas da cultivar CNPA Precoce 2 até o nível N<sub>4</sub> (- 0,6 MPa), seguida pelas linhagens CNPA 87-33 e CNPA 86-1190-5; a partir do tratamento - 0.8 MPa (N<sub>5</sub>), praticamente não houve emissão de radícula (Tab. 16, Fig. 23). De sensibilidade intermediária foram os

genótipos CNPA 7H e LG ROGERS; mais sensíveis foram as linhagens CNPA 87-62 e CNPA 86-1195-1 (Fig. 23).

Com o ajuste de curva aplicado aos dados da Tabela 16, foi possível obter equações de regressão polinomiais a partir do comprimento médio de radícula com níveis de potenciais osmóticos, plotadas na Figura 22, encontrando-se boa resposta de combinação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , permitindo-se estimar o comprimento médio de radícula de plântulas de cada genótipo, em função do potencial de água do substrato.

#### 4.3.3. Relação radícula/ parte aérea

Os valores médios dessa relação nos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno-glicol 6000, estão apresentados na Tabela 17 e representados na Figura 24.

Conforme Souza (1977), a proliferação de raízes resulta numa maior razão raiz/parte aérea, que é uma resposta comum das plantas em condições de deficiência hídrica.

De início, observa-se que começaram a surgir maiores diferenças entre os genótipos já no tratamento  $N_2$ , entretanto, valores mais altos da razão radícula/parte aérea das plântulas foram obtidas nos potenciais - 0,4 ( $N_3$ ) e - 0,6 ( $N_4$ ) MPa, como reação natural das plântulas ao estresse hídrico (Fig. 24).

Em todos os genótipos, os valores médios de comprimento de radícula foram sempre superiores aos valores médios de comprimento da parte aérea (Tab. 16 e Tab. 15). Isso indica, certamente, que em diferentes condições de estresse hídrico, durante a fase

TABELA 17 - Valores médios da relação radícula/parte aérea nos dez genótipos de algodoeiro herbáceo, segundo os tratamentos estudados.

Genótipos	Relação radícula/parte aérea					
	Níveis de PEG-6000 (MPa)					
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub> <sup>(1)</sup>
	0,0	- 0,2	-0,4	-0,6	- 0,8	-1,0
	Dia da Contagem					
	4 <sup>o</sup> dia	12 <sup>o</sup> dia	12 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia	20 <sup>o</sup> dia
1.CNPA 7H	4,26	2,45	06,63	15,08	00,00 <sup>(1)</sup>	00,00
2.CNPA Precoce 1	3,51	4,57	10,78	09,00	0,44	00,00
3.CNPA Precoce 2	3,16	3,07	07,79	08,32	0,20	00,00
4.IAC 22	3,77	5,09	06,46	14,00	00,00 <sup>(1)</sup>	00,00
5.CNPA 87-62	3,87	2,86	08,68	00,00 <sup>(2)</sup>	00,00 <sup>(1)</sup>	00,00
6.CNPA 87-33	3,69	<b>3,84</b>	08,96	09,33	00,00 <sup>(1)</sup>	00,00
7.CNPA 87-24	3,77	3,29	04,44	05,00	00,20	00,00
8.LG ROGERS	3,81	3,40	11,52	10,80	00,00 <sup>(1)</sup>	00,00
9.CNPA 86 - 1195 - 1	3,37	3,12	06,63	01,50	00,00 <sup>(1)</sup>	00,00
10.CNPA 86 - 1190 - 5	4,05	5,55	04,43	08,50	00,00 <sup>(1)</sup>	00,00

<sup>(1)</sup> Não houve germinação visível

<sup>(2)</sup> Só houve emissão da radícula

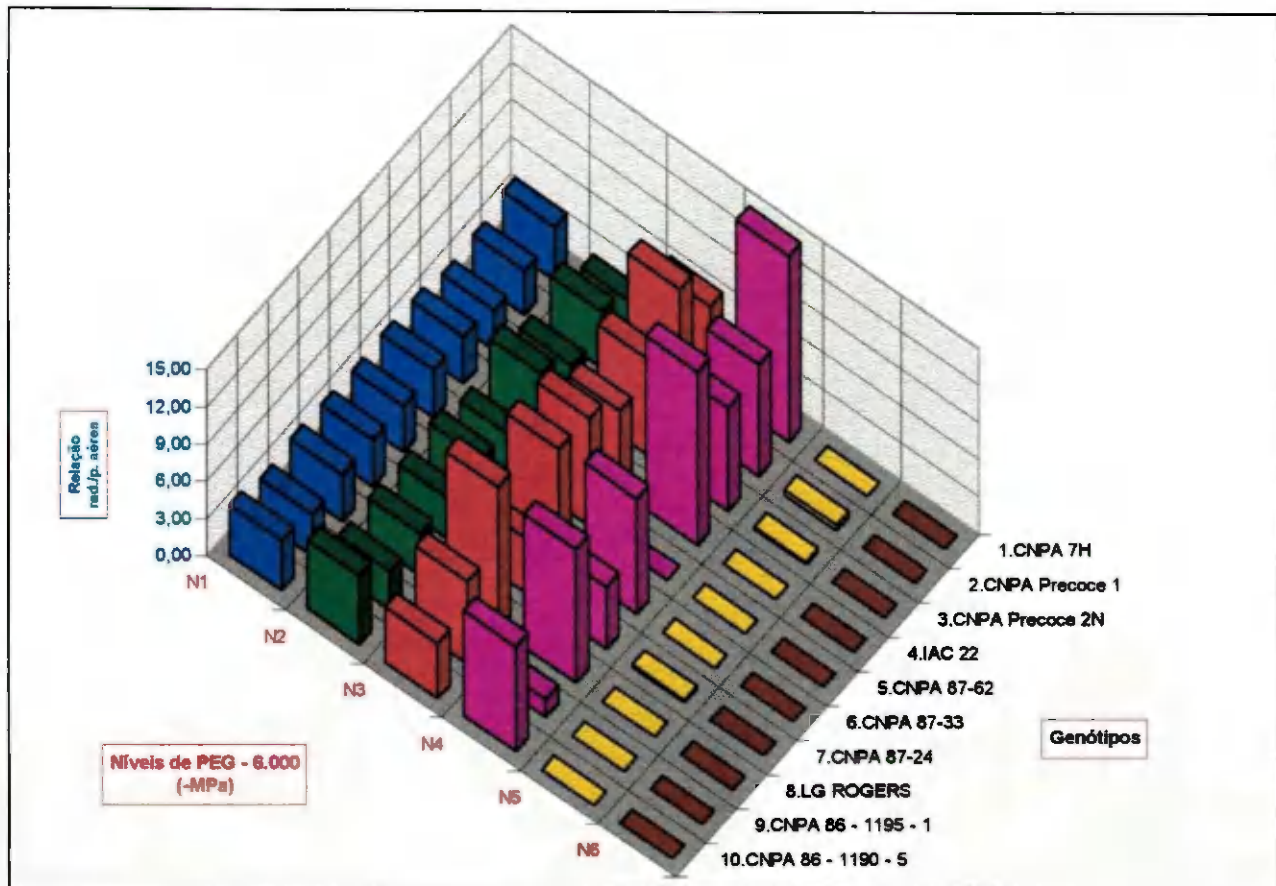


Figura 24 - Valores médios da relação radícula/parte aérea dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6000.

germinativa do algodoeiro herbáceo, as raízes tendem a se alongar mais do que a parte aérea, como forma de se aprofundar, à procura de água, para suprir as necessidades da plântula.

Parmar & Moore (1966) também verificaram que o crescimento da parte aérea é mais adversamente influenciado que o da raiz primária (radícula), principalmente em níveis mais baixos de potenciais osmóticos.

As espécies e até mesmo raças e/ou variedades de uma dada espécie não se comportam igualmente em condições de escassez de água. As mais resistentes à seca desenvolvem adaptações fisiológicas e/ou morfológicas que permitem maior aproveitamento de água do solo. Por exemplo, a razão do algodão mocó ser mais resistente à seca em comparação ao herbáceo é a capacidade dele de desenvolver o sistema radicular, mesmo em solo seco. Assim, naturalmente, o algodoeiro mocó já tem resistência à seca, não sendo, portanto, afetado pelas condições de água no solo. Esta hipótese foi evidenciada, através de pesquisa, por Souza (1977), na qual, o algodão mocó, resistente à seca, teve uma menor relação entre raiz/parte aérea, em comparação ao herbáceo, mais suscetível, tanto em plantas irrigadas como submetidas à escassez de água.

No nível  $N_3$  (- 0,4 MPa), destacaram-se os valores da razão radícula/parte aérea para os genótipos LG ROGERS e CNPA Precoce 1, enquanto que à - 0,6 MPa ( $N_4$ ) houve maior reação das plântulas de CNPA 7H, IAC 22, LG ROGERS, CNPA 87-33, CNPA Precoce 1 e de CNPA 86-1190-5. No nível  $N_5$  (- 0,8 MPa), houve germinação de apenas três genótipos (CNPA Precoce 1, CNPA Precoce 2 e CNPA 87-24), com a cultivar CNPA Precoce 1, tendo o dobro do valor da relação das outras duas cultivares, mas, todas com valores muito baixos de comprimento de radícula, por sinal muito menores que os valores de comprimento da parte aérea, indicando, certamente, falhas na mensuração das plântulas, visto que nos níveis mais baixos de potenciais

estudados, com avaliação das plântulas no 20<sup>o</sup> dia pós-semeadura dos testes, a distinção entre radícula e parte aérea foi grandemente dificultada. No N<sub>6</sub> (-1,0 MPa), o estresse hídrico foi extremamente severo para todos os genótipos em estudo (Tabela 17, Fig. 24).

Os dados obtidos para as cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA 7H, à - 0,6 MPa, desenvolvendo alta relação radícula/parte aérea, foram também verificados por Pereira (1995). Este autor, estudando a sensibilidade a baixos níveis de umidade no solo nessas duas cultivares, concluiu que a cultivar CNPA Precoce 1 tem uma tendência de ser mais resistente ao estresse hídrico e que nos baixos níveis de umidade disponível, as plantas desenvolveram maior relação raiz/parte aérea, destacando-se a cultivar CNPA 7H sobre a CNPA Precoce 1.

#### 4.3.4. Média de peso de matéria fresca total da plântula (radícula + parte aérea)

Os valores referentes às médias de peso de matéria fresca das plântulas dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno-glicol 6000, estão distribuídos na Tabela 18 e plotados nas Figuras 25 e 26.

Pelas médias de cada nível de potencial osmótico estudado, verifica-se a tendência de diminuição do peso de matéria fresca das plântulas na maioria dos genótipos de algodoeiro, à medida que se aumentou a concentração de PEG-6000 na solução (Tab. 18, Fig. 25).

Pelas mesmas razões dos demais parâmetros avaliados, de modo geral, os níveis decrescentes de potenciais osmóticos, diminuíram progressivamente o vigor de todos os genótipos estudados (Tab. 18, Fig. 25), originando plântulas cada vez menores, conseqüentemente, menos pesadas e vigorosas.

TABELA 18 - Médias dos valores de peso (g) da matéria fresca da plântula dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol-6000.

Genótipos	Níveis de PEG-6000						Média
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub> <sup>(1)</sup>	
	0,0	- 0,2	-0,4	-0,6	- 0,8	-1,0	
	Dia da Contagem						
	4 <sup>º</sup> dia	12 <sup>º</sup> dia	12 <sup>º</sup> dia	20 <sup>º</sup> dia	20 <sup>º</sup> dia		20 <sup>º</sup> dia
1.CNPA 7H	0,31	0,13	0,07	0,06	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,10
2.CNPA Precoce 1	0,36	0,12	0,10	0,01	0,01	0,00	0,10
3.CNPA Precoce2	0,33	0,16	0,14	0,03	0,00	0,00	0,11
4.IAC 22	0,27	0,11	0,09	0,00	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,08
5.CNPA 87-62	0,35	0,17	0,07	0,00	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,10
6.CNPA 87-33	0,32	0,17	0,09	0,02	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,10
7.CNPA 87-24	0,27	0,06	0,10	0,01	0,00	0,00	0,07
8.LG ROGERS	0,39	0,16	0,06	0,01	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,10
9.CNPA 86-1195-1	0,20	0,06	0,10	0,01	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,06
10.CNPA 86-1190-5	0,36	0,13	0,16	0,02	0,00 <sup>(1)</sup>	0,00	0,11
<b>Média</b>	<b>0,32</b>	<b>0,13</b>	<b>0,10</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>

<sup>(1)</sup> Não houve germinação visível

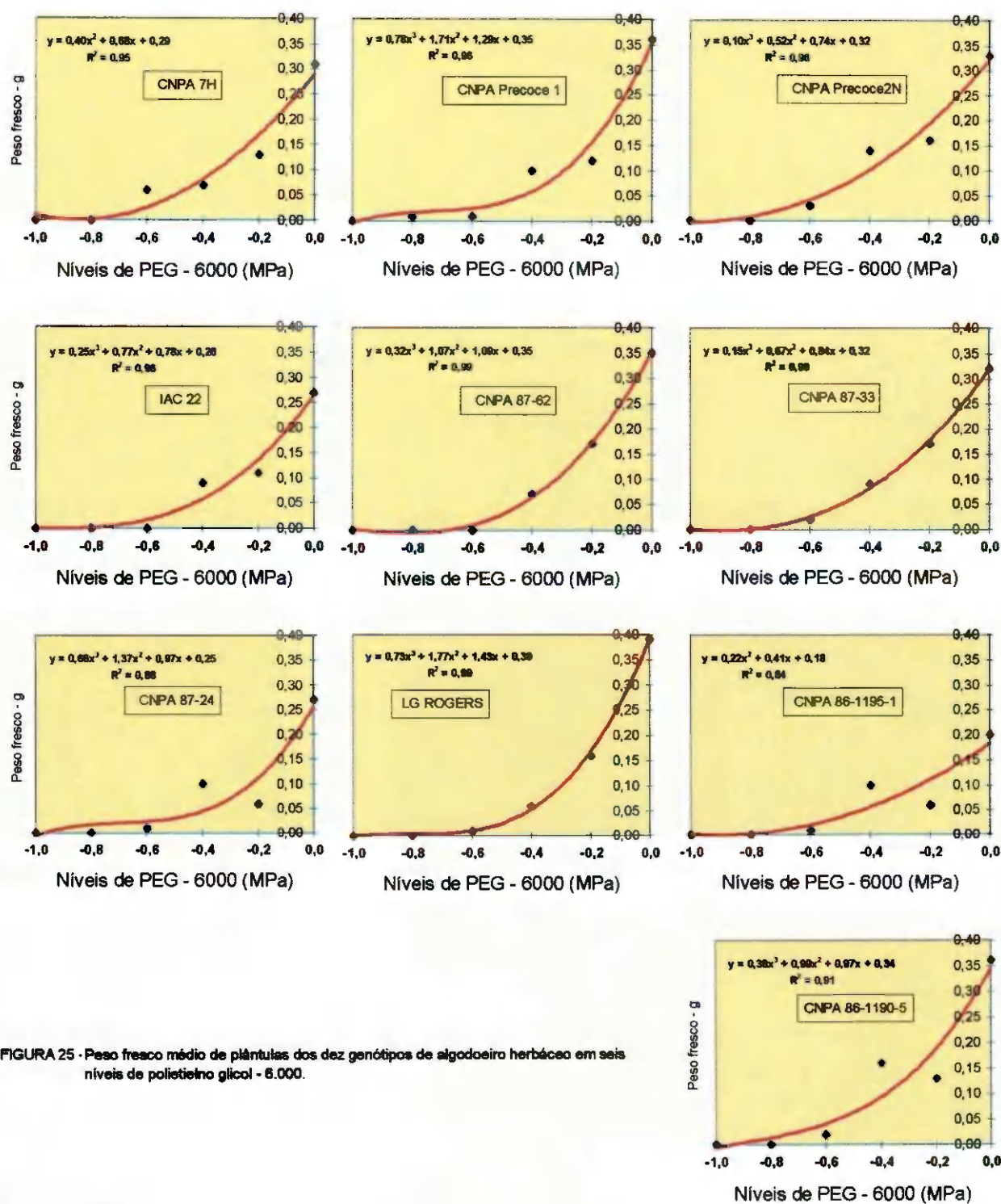


FIGURA 25 - Peso fresco médio de plântulas dos dez genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de polietileno glicol - 6.000.



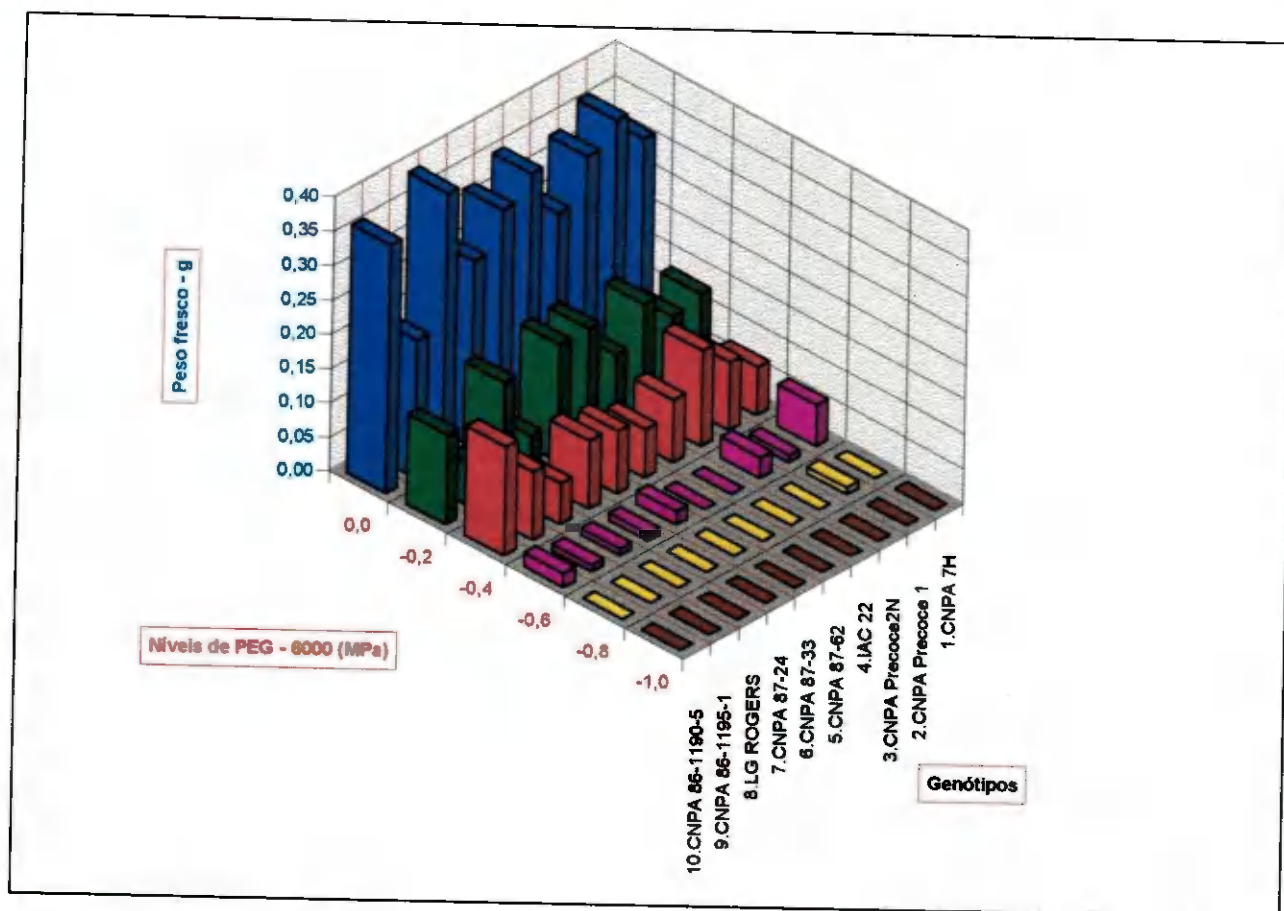


Figura 26 - Médias dos valores de peso da matéria fresca de plântulas dos dez genótipos de alface herbácea em seis níveis de polietileno glicol-6000.

No tratamento testemunha ( $N_1$ ), foram muito aproximados os dados de peso de matéria fresca das plântulas, ressaltando-se apenas o valor mais baixo para a linhagem CNPA 86-1195-1. No nível  $N_3$  (- 0,4 MPa), foi maior o peso das plântulas dos genótipos CNPA Precoce 2 e CNPA 86-1190-5 e no  $N_4$  (- 0,6 MPa), o dos genótipos CNPA 7H e CNPA Precoce 2. No  $N_5$  (-0,8 MPa), os valores de peso médio da matéria fresca foram praticamente nulos, com destaque para o CNPA Precoce 1 (Tab. 18, Fig. 26).

O estresse hídrico crescente afetou mais o peso dos genótipos LG ROGERS, IAC 22 e CNPA 87-62 (Fig. 26).

Com base nos dados de peso médio da matéria fresca das plântulas (Tabela 18), foram obtidas as equações contidas na Figura 25. Observa-se em geral uma boa correlação entre níveis de potenciais osmóticos e peso das plântulas, expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ .

## 5. CONCLUSÕES

1. Os genótipos de algodoeiro herbáceo mostraram comportamento diferenciado em relação ao desempenho germinativo para os diferentes níveis de estresse hídrico simulado pelo polietileno-glicol 6000;
2. o estresse hídrico foi mais efetivo em reduzir a germinação e o vigor a partir de - 0,6 MPa, sendo mais drástico nos níveis superiores;
3. no teste de germinação, as cultivares CNPA Precoce 2 e CNPA Precoce 1 são as menos sensíveis a baixos potenciais osmóticos (- 0,6 e - 0,8 MPa), enquanto que LG ROGERS e CNPA 7H são medianamente sensíveis;
4. no teste de vigor das plântulas, a cultivar CNPA Precoce 2 é a mais vigorosa em baixos potenciais osmóticos (- 0,4 e - 0,6 MPa) e, medianamente sensíveis, as cultivares LG ROGERS, CNPA 7H e CNPA Precoce 1;
5. o genótipo mais afetado pelos níveis crescentes de estresse hídrico foi a linhagem CNPA 86-1195-1;
6. a percentagem de sementes deterioradas diminui nos níveis de maior concentração de PEG - 6000;
7. a percentagem de sementes duras aumenta à medida em que baixa o potencial osmótico da solução;
8. em condições de estresse simulado pelas soluções de PEG-6000, a radícula tende a se desenvolver mais que a parte aérea.

## RECOMENDAÇÕES

1. Deslutar e tratar as sementes de algodão com fungicidas, antes da instalação dos testes, para se evitar a multiplicação de patógenos;
2. programar a instalação dos diferentes níveis de simulação de estresse para um só dia, reservando-se os conjuntos para se fazer contagens e medições em dias consecutivos, evitando a manipulação constante e o armazenamento por certo tempo, em vista do risco da proliferação por patógenos. Serve, também, como forma de determinar o tempo de se parar os testes, principalmente os de vigor, quando se notar crescimento demasiado das plântulas em relação ao substrato, bem como a dificuldade de se diferenciar partes delas;
3. selar com plástico o conjunto de sementes para evitar a evaporação de água e, conseqüentemente, a possível variação do potencial de água da solução de PEG;
4. averiguar, em futuros trabalhos, a influência do caráter "glandless" (ausência de glândulas de gossipol) em genótipos de algodoeiro herbáceo como fonte de resistência ao estresse hídrico na fase de germinação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). Seed Science & Technology, v. 9, p. 867-878, 1981.
- ALMEIDA, O. A. de; BELTRÃO, N. E. de M.; GUERRA, H. O. C. Efeito do encharcamento do solo no crescimento, desenvolvimento e produção de algodoeiro herbáceo. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 6., 1990. Campina Grande. Resumo dos trabalhos. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1990. p. 187.
- ALMEIDA, F. de A. C.; MATA, M.E.R.M.C.; MARTINS, J.H. Dormência das sementes de algodão sob condições controladas de armazenamento. Revista Nordestina de Armazenagem, v. 2, n. 1, p. 22-36, 1985.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. Experimentação agrícola. Jaboticabal. FUNEP, 1989. 247p.
- BELTRÃO, N. E. de M. Importância do algodão para Campina Grande, Paraíba e o Nordeste. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1996a. não paginado.
- BELTRÃO, N. E. de M. Informações atuais sobre o produto algodão no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1996b. não paginado.
- BELTRÃO, N. E. de M. Perspectivas para a cotonicultura nacional - ano 1997. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1996c. não paginado.
- BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C.; BARRETO, A. N.; LIMA, E. F.; OLIVEIRA, F. de A.; RAMALHO, F. de S.; SANTANA, J. C. F. de; COSTA, J. N. da; MEDEIROS, J. da C.; BEZERRA, J. E. S.; CARVALHO, J. M. F. C.; NÓBREGA, L. B. da; SILVA, L. C.; CARVALHO, L. P.; AMORIM NETO, M. da S.; SILVA e LUZ, M. J. da; BRAGA SOBRINHO, R.; ALMEIDA, R. P. de; CAMPOS, T. G. da S. Recomendações técnicas para o cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro e irrigado nas regiões nordeste e norte do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1993. 72p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 17).
- BERKAT, O.; BRISKE, D. D. Water potential evaluation of three germination substrates utilizing polyethylene glycol 20,000. Agronomy Journal, Madison, v. 74, n. 3, p. 518-521, 1982.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. 2ed. New York: Plenum Press, 1985. 367p.
- BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. A comparison of different chemicals for osmotic treatment of vegetable seed. Annals of Applied Biology, v. 105, p. 391-398, 1984.

- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hortscience, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudanças. Regras para análise de sementes. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 1992. 188p.
- CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Estresse salino e hídrico na germinação e vigor do arroz. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 25, n. 6, p. 857-862, 1990.
- CARPITA, N.; SABULARSE, D.; MONTEZINOS, D.; DELMER, D. P. Determination of the pore size of cell walls of living plant cells. Science, v. 205, p. 1144-1147, 1979.
- CARVALHO, O. S. Apresentação - 1990. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 6., 1990. Campina Grande. Apresentação dos Resumos dos trabalhos. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1990.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas: CARGILL, 1980. 326p.
- CARVALHO, F. C. de; NOGUEIRA JUNIOR, S.; PINTO, M. M. Participação brasileira em mercados importadores de algodão em pluma - Análise de parcelas de mercado. Agricultura em São Paulo, São Paulo, IEA, v. 27, t. 1, p. 1-11, 1980.
- CESM-PB. Normas técnicas para produção de sementes e mudas fiscalizadas. João Pessoa: CESM/DFA, p. 39, 1984.
- CHIAVEGATTO, E. J.; CIA, E.; FUZZATTO, M.; SILVA, N. M. da; CARVALHO, L. H.; SABINO, N.; KONDO, J. IAC lança nova variedade de algodão no dia 15 de maio. Campinas: IAC, 1995 (Comunicado do IAC).
- CHING, M. T. Metabolism of germinating seeds. In: KOZLOWSKI, T. T. Seed biology. New York: Academic Press, v. 11, p. 103-108, 1972.
- COLLIS-GEORGE, N.; SANDS, J. E. Comparison of the effects of the physical and chemical components of soil water energy on seed germination. Australian Journal Agric. Research, v. 13, p. 575-584, 1962.
- DASHEK, W. V.; ERICKSON, S. S. Isolation, assay, biosynthesis, metabolism, uptake and translocation, and function of proline in plant cells and tissues. The Botanical Review, v. 47, n.3, p. 349-385, 1981.
- DELOUCHE, J. C. Metodologia de pesquisa em sementes: III - Vigor, envigoramento e desempenho no campo. Revista Brasileira de Sementes, v. 3, n. 2, p. 57-64, 1981.

- DURÃES, F. O. M.; CHAMMA, H. M. C. P.; COSTA, J. D.; MAGALHÃES, P. C.; BORBA, C. da S. Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.): associação com emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos. Revista Brasileira de Sementes, v. 17, n. 1, p. 13-18, 1995.
- DUTRA, A. S.; CASTRO, J. R. de; AMARO FILHO, J. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de algodão herbáceo. Informativo ABRATES, v. 5, n. 2, p. 89, 1995.
- EIRA, M. T. S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface: I - efeitos sobre a germinação. Revista Brasileira de Sementes, v. 12, n. 1, p. 9-27, 1990.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). CNPA Precoce 2 e informações para seu cultivo. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA/EBDA, 1994 (Folder).
- EVANS, W. F.; STICKLER, F. C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stresses. Agronomy Journal, Madison, v. 53, n. 6, p. 369-372, 1961.
- FERNANDEZ, H. G.; JOHNSTON, B. M.; URRUTIA, A. B. Efecto del potencial de agua en la germinación del rabanito (*Raphanus sativus* L.). Agricultura Técnica, v. 38, p. 69-72, 1978.
- FIEGENBAUM, V.; SANTOS, D. S. B. dos; MELLO, V. D. C.; SANTOS FILHO, B. G. dos; TILLMANN, M. A. A.; SILVA, J. B. da. Influência do déficit hídrico sobre os componentes de rendimento de três cultivares de feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 2, p. 275-280, 1991.
- FIGUEREDO, F. J. C.; POPINIGIS, F. Duração do teste de germinação de sementes de malva. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 2, n. 3, p. 53-57, 1980.
- FILGUEIRAS, T. S. Seed vigor and productivity. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 16, n. 6, p. 851-854, 1981.
- FREIRE, E. C. Cultivares e produção de sementes na melhoria da qualidade do algodão no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1993. não paginado.
- FREITAS, N. P. de; TAKAKI, M. Estudos preliminares do efeito do estresse hídrico e pré-condicionamento na germinação de sementes de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. AGROCICA 33. Informativo ABRATES, v. 3, n. 3, p. 83, 1993a.
- GIMENEZ-SAMPAIO, T. M.; SAMPAIO, N. V.; DURÁN, J. M. Temperaturas de germinação em sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) osmo-acondicionadas. Informativo ABRATES, v. 3, n. 3, p. 83, 1993.

- GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467p.
- GRAY, D.; DREW, R. L. K.; BUJALSKI, W.; NIENOW, A. W. Comparison of polyethylene glycol polymers, betaine and L-proline for priming vegetable seed. Seed Science & Technology v. 19, p. 581-590, 1991.
- GRIDI-PAPP, I. L.; CIA, E.; CAVALERI, P. A.; FUZZATTO, M. G.; CHIAVEGATTO, E. J. Cultivares lançados em 1983 e 1984: algodão IAC 20. O Agrônomo, Campinas, v. 37, n. 2, p. 92, 1985.
- GUIMARÃES, R. M.; FRAGA, A. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; SILVEIRA, J. F. da. Efeito do condicionamento osmótico sobre a germinação e desempenho de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) sob condições ideais e de estresse térmico e hídrico. Informativo ABRATES, v. 3, n. 3, p. 74, 1993.
- HADAS, A. A suggested method for testing seed vigour under water stress in simulated arid conditions. Seed Science & Technology, v. 5, p. 519-525, 1977.
- HUNTER, J. R.; ERICKSON, A. E. Relation of seed germination to soil moisture tension. Agronomy Journal, Madison, v. 44, n. 3, p. 107-109, 1952.
- JENSEN, R. D. Effects of soil water tension on the emergence and growth of cotton seedlings. Agronomy Journal, Madison, v. 63, p. 766-768, 1971.
- JOHNSTON, S. K.; WALKER, R. H.; MURRAY, D. S. Germination and emergence of hemp sesbania (*Sesbania exaltata*). Weed Science, v. 27, n. 3, p. 290-293, 1979.
- KRZYŻANOWKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. P.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Informativo ABRATES, v. 1, n. 2, p. 42-47, 1991.
- LAGERWERFF, J. W.; OGATA, G.; EAGLE, H. E. Control of osmotic pressure of culture solutions with polyethylenoglicol. Science, v. 133, n. 3463, p. 1486-1487, 1961.
- LAPPONI, J. C. Estatística usando EXCEL: versões 4 e 5. São Paulo: Lapponi, 1995. 292p.
- LAWLOR, D. W. Absorption of polyethylenoglicols by plants and their effects on plant growth. New Phytologist, v. 69, p. 501-513, 1970.
- LEVITT, J. Response of plants to environmental stresses. New York: Academic Press, 1972. 697p.



- LOPES, G. M. B.; PIMENTEL, M. de L.; MIRANDA, P.; REIS, O. V. dos. Efeito do déficit hídrico induzido pelo manitol e cloreto de sódio na germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v. 6, n. especial, p. 49-59, 1989.
- MACHADO, R. C. R.; RENA, A. B.; VIEIRA, C. Efeito da desidratação osmótica no acúmulo de prolina livre em discos foliares de vinte cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, Viçosa, v. 23, n. 128, p. 302-309, 1976.
- MAGALHÃES, A. C.; CARELLI, M. L. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições variadas de pressão osmótica. Bragantia, Campinas, v. 31, n. 5, p. 19-26, 1972.
- MATA, M. E. R. M. C.; ALMEIDA, F. de A. C.; MARTINS, J. H. Deterioração de sementes armazenadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.). Revista Nordestina de armazenagem, v.2, n. 1, p. 37-56, 1985.
- METIVIER, J. R. Dormência e germinação. In: FERRI, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo: EPV/EDUSP, v. 2, 1979. p. 343-392.
- MEXAL, J.; FISHER, J. T.; OSTERYOUNG, J.; REID, P. C. P. Oxygen availability in polyethylene glycol solutions and its implication in plant water relations. Plant Physiology, v. 55, p. 20-24, 1975.
- MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, v. 51, p. 914-916, 1973.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.
- NIENOW, A. W.; BUJALSKI, W.; PETCH, G. M.; GRAY, D.; DREW, R. L. K. Bulk priming and drying of leek seeds: the effects of two polymers of polyethylene glycol and fluidised bed drying. Seed Science & Technology, v. 19, p. 107-116, 1991.
- NÓBREGA, L. H. P.; RODRIGUES, T. de J. D. Efeitos do estresse hídrico sobre a absorção de água durante a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas de soja. Informativo ABRATES, v. 5, n. 1, p. 51-58, 1995.
- NOGUEIRA, S. L.; BEZERRA, M. A.; REBOUÇAS, M. A. A.; PRISCO, J. T. Efeitos do pré-condicionamento osmótico em sementes de *Gossypium hirsutum* na germinação e vigor sob condições de estresse hídrico. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina. SBFV, v. 5, n. 1, p. 66, 1993.

- NOGUEIRA, S. dos S. S. & NAGAI, V. Deficiência hídrica simulada nos diferentes estádios de desenvolvimento de um cultivar precoce de soja. Bragantia, Campinas, v. 47, n. 1, p. 9-14, 1988.
- PAINTER, L. I. Methods of subjecting growing plants to a continuous soil moisture stress. Agronomy Journal, Madison, v. 58, n. 4, p. 459-460, 1966.
- PARMER, M. Y.; MOORE, R.P. Effects of simulated drought by polyethylene glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. Agronomy Journal, Madison, v. 58, p. 391-392, 1966.
- PARMER, M. Y.; MOORE, R. P. Carbowax 6000, manitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. Agronomy Journal, Madison, v. 60, n. 2, p. 192-195, 1968.
- PEREIRA, J. R. Competição de cultivares e linhagens de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium*, H.) de fibras longas sob condições de irrigação do vale do rio Açu. Areia: UFPB/CCA, 1994. 109p. Trabalho de Graduação.
- PEREIRA, M. do N. B. Comportamento de duas cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.) em baixos níveis de água disponível do solo. Campina Grande: UFPB/DEAg, 1995. 109p. Dissertação de Mestrado.
- PERRY, D. A. Seed vigour and field establishment. HortScience Abstract, n. 42, p. 334-342, 1972.
- PINHO, J. L. N. de; LOUGUET, P.; LAFFRAY, D.; GIGON, A. Efeito do estresse hídrico sobre a integridade da membrana protoplasmática em cultivares de sorgo e milho. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, SBFV, v. 5, n. 1, p. 63, 1993.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- PRISCO, J. T. Efeitos da salinidade na germinação de sementes e no comportamento das plantas. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, 1978. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Ministério do Interior, 1978. p. 64-112.
- PRISCO, J. T.; O'LEARY, J. W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. Revista Brasileira de Biologia, v. 30, n. 2, 317- 321, 1970.
- QUEIROZ, M. F. de. Germinação e vigor de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. em diferentes potenciais osmóticos induzidos por polietileno glicol-6000. Campina Grande: UFPB/CCT/DEAG, 1995. 106p. Dissertação de Mestrado.

- RUF JÚNIOR, R. H.; ECKERT JÚNIOR, R. E.; GIFFORD, R. O. Osmotic adjustment of cell sap to increases in root medium osmotic stress. Soil Science, v. 96, p. 326-330, 1963.
- SANTOS, Z. A. P. de S.; CARVALHO, M. A. de; SILVA, C. R. L. da. Algodão: pesquisa agrícola e produtividade no estado de São Paulo. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 85-100, 1991.
- SANTOS, V. L. M.; MEDEIROS JÚNIOR, J. P.; SANTOS, C. M.; SILVA, C. M. Estudo do condicionamento osmótico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), oriundas de três locais de produção. Informativo ABRATES, v. 5, n. 2, p. 32, 1995.
- SHARMA, M. L. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. Agronomy Journal, Madison, v. 65, p. 982-987, 1973.
- SHARMA, M. L. Interaction of water potential and temperature effects on germination of three semi-arid plant species. Agronomy Journal, Madison, v. 68, p. 390-394, 1976.
- SILVA, F. de A. S. e. ASSISTAT: assistência estatística. Campina Grande: UFPB/CCT/DEAg, versão 6.1, 1996.
- SINGH, K. P.; SINGH, K. Seed germination and seedling growth responses of some rice cultivars to water potential treatments. Indian Journal Plant Physiology, v. 26, n. 2, p. 182-188, 1983a.
- SINGH, K. P.; SINGH, K. Water uptake and germination of wheat seeds under different external water potentials in osmoticum solutions. Seed Research, v. 11, n.1, p. 13-19, 1983b.
- SLATYER, R. O. Plant-water relationships. New York: Academic Press, 1967. 366p.
- SOUZA, J. G. de. Influência do déficit hídrico na concentração de prolina livre e no crescimento de algodão. Fortaleza: UFC, 1977. 68p. Tese Mestrado.
- SOUZA, J. G. de. Comparação entre métodos para o rompimento do protoplasma em discos foliares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium*, H.). In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1981-1982. Campina Grande, 1984a. p. 230-231.
- SOUZA, J. G. de. Reservas de glucídios e resistência à seca em cultivares de algodoeiro (*G. hirsutum*, L. r. *latifolium*, H.). In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual 1981-1982. Campina Grande, 1984b. p. 222-224.

- SOUZA, J. G. de. Reservas de hidratos de carbono em cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.). In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1981-1982. Campina Grande, 1984c. p. 219-221.
- SOUZA, J. G. de; BARROS, A. C. Q. T. de. Reservas de hidratos de carbono em discos foliares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.). In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1981-1982. Campina Grande, 1984. p. 225-226.
- SOUZA, J. G. de; BARREIRO NETO, M.; COSTA, J. N. da. Avaliação de cultivares de algodoeiro herbáceo tolerantes à seca. In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO. (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1983-1984. Campina Grande, 1985a. p.240-241.
- SOUZA, J. G. de; SILVA, J. V. de. Atividades enzimáticas, partição de carboidratos e crescimento em variedades de algodoeiro selecionado para alto ou baixo teor em amido nas raízes. In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1990-1991. Campina Grande, 1992. p. 172-173.
- SOUZA, J. G. de; SILVA, J. V. da; BARREIRO NETO, M. Reservas de hidratos de carbono e resistência do algodoeiro à seca. In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1983-1984. Campina Grande, 1985b. p. 245-247.
- SOUZA, J. G. de; SILVA, J. V. da; BARREIRO NETO, M.; GILES, J. Velocidade de crescimento da raiz como parâmetro de resistência à seca no algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 18, n. 2, p. 169-172, 1983.
- SOUZA, J. G. de; SILVA, J. V. da; BARREIRO NETO, M.; GILES, J. A. Seleção para tolerância à seca em algodoeiro herbáceo para a região nordeste do Brasil. In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1983-1984. Campina Grande, 1985c. p. 235-239.
- SOUZA, J. G. de; SILVA, J. V. da; ALVES NETO, F. Utilização de espécies diplóides do gênero *Gossypium* em estudos e melhoramento para resistência à seca de algodoeiros tetraplóides. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 2, p. 289-295, 1991.
- SOUZA, J. G. de & SOUZA, N. A. de. Resistência do protoplasma à seca em cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.). In: EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1981-1982. Campina Grande, 1984. p. 227-229.

SPSB. Padrões estaduais de sementes. Brasília: MAARA/EMBRAPA/SPSB, p. 11, 1993.

TAKAKI, M. Efeito da escarificação e tratamentos químicos sobre a tolerância ao estresse hídrico em sementes de *Oryza sativa* L. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v. 5, n. 1, p. 66, 1993.

VILLELA, F. A. ; DONI FILHO, L. ; SIQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

WIGGANS, S. C.; GARDNER, F. P. Effectiveness of various solutions for simulating drought conditions as measured by germination and seedling growth. Agronomy Journal, Madison, v. 51, p. 315-318, 1959.

# ANEXOS

## ANEXO 01 - Origem genética dos genótipos de algodoeiro herbáceo, utilizados no ensaio.

GENÓTIPOS	ORIGEM
CNPA 7H	Cruzamento intervarietal da TAMCOT SP-37 e IAC 17 (Costa et al., 1993 apud Beltrão et al., 1993).
CNPA Precoce 1	Aclimação da linhagem GH 11-9-75, derivada da TAMCOT SP-37, procedente do Texas, EUA (EMBRAPA, 1986 apud Beltrão et al., 1993).
CNPA Precoce 2 (CNPA Precoce 2N)	Cruzamento das linhagens americanas C-25-6-79 e PNH <sub>3</sub> (EMBRAPA, 1994).
IAC 20	Seleção genealógica no IAC 17 (Gridi-Papp et al., 1985)
IAC 22	Cruzamento do IAC 20 com GH-11-9-75 (Chiavegatto et al., 1995.)
CNPA 87-62	Cruzamento das linhagens americanas C-100-4 - 80 e PNH <sub>3</sub> (Lukefahr et al., 1986 e Farias et al., 1991 apud Pereira, 1994).
CNPA 87-33	Cruzamento das linhagens americanas C-80-18-80 e PNH <sub>3</sub> (Lukefahr et al., 1986 e Farias et al., 1991 apud Pereira, 1994).
CNPA 87-24	Cruzamento das linhagens americanas Tx Caces 1-81 e PNH <sub>3</sub> (Informação pessoal do melhorista Joaquim Nunes da Costa; Lukefahr et al., 1986 e Farias et al., 1991 apud Pereira, 1994).)
SM <sub>3</sub>	3º ciclo de seleção massal dentro do cultivar Acala del Cerro, introduzido da Venezuela (Informação pessoal do melhorista Joaquim Nunes da Costa).
LG ROGERS	Cultivar americana, tipo "glandless" (Informação pessoal do melhorista Joaquim Nunes da Costa).
CNPA 86-1195-1	Cruzamento da CNPA 77-105 e Tx Caces 1-81 (Informação pessoal do melhorista Joaquim Nunes da Costa).
CNPA 86-1190-5	Cruzamento da CNPA 77-105 e D3 - 79 (Informação pessoal do melhorista Joaquim Nunes da Costa).
CNPA 91-37	Cruzamento da CNPA Precoce 1 e CNPA 3H (Informação pessoal do melhorista Joaquim Nunes da Costa).

## ANEXO 02 - Comportamento estatístico dos genótipos utilizados nos testes preliminares, nas diferentes variáveis em análise.

GENÓTIPOS	Teste de germinação	T. de vigor (Primeira contagem)	T. de vigor (Comp. de radícula)	T. vigor (Comp. da parte aérea)	T. de vigor (Comp. da plântula)	T. de vigor (Peso fresco)
1.CNPA 7H	S	S	S	S	S	S
2.CNPA Precoce 1	-	-	S	S	S	S
3.CNPA Precoce 2	S	S	S	S	S	S
4.IAC 20	-	-	-	-	-	-
5.IAC 22	S	S	E	S	E	E
6.CNPA 87-62	S	S	S	S	S	S
7.CNPA 87-33	S	S	S	S	S	S
8.SM <sub>3</sub>	-	-	-	S	-	E
9.CNPA 87-24	E	S	E	S	E	E
10.LG ROGERS	S	S	S	S	S	S
11.CNPA 86-1195-1	E	E	E	S	E	-
12.CNPA 86-1190-5	S	S	S	S	S	S
13.CNPA 91-37	E	E	-	-	-	-

( S ) Genótipos superiores e com mesmo comportamento estatístico, dentro de cada variável considerada.

( E ) Genótipos eleitos dentro da respectiva variável, por diferir, basicamente, apenas do principal genótipo superior.

( \_ ) Genótipos inferiores, diferindo da maioria dos demais genótipos estudados, dentro da respectiva variável em análise.