



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

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L. EM
DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS INDUZIDOS POR
POLIETILENO GLICOL-6000

MESSIAS FIRMINO DE QUEIROZ

CAMPINA GRANDE

AGOSTO-1995

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

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L. EM
DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS INDUZIDOS POR
POLIETILENO GLICOL-6000

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MESSIAS FIRMINO DE QUEIROZ

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA
AGOSTO - 1995

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L. EM
DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS INDUZIDOS POR
POLIETILENO GLICOL-6000

Messias Firmino de Queiroz

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L. EM
DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS INDUZIDOS POR
POLIETILENO GLICOL-6000

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

Área de Concentração: Engenharia de
Irrigação e Drenagem.

Pedro Dantas Fernandes - Doutor
- Orientador -

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA
AGOSTO - 1995

Messias Firmino de Queiroz

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L. EM
DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS INDUZIDOS POR
POLIETILENO GLICOL-6000

Dissertação aprovada em 26/ago./1995

BANCA EXAMINADORA

Pedro

.....
Prof. Dr. PEDRO DANTAS FERNANDES - Orientador
DEAg/CCT/UFPB

Vicente de Paula Queiroga

.....
Dr. VICENTE DE PAULA QUEIROGA - Examinador
Pesquisador CNPA/EMBRAPA

Francisco de Assis Cardoso Almeida

.....
Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS CARDOSO ALMEIDA - Examinador
DEAg/CCT/UFPB

À toda minha família,
OFEREÇO.
Especialmente, a meus
pais Joaquim e
Anathilde, meus irmãos
e avós, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à virgem Maria que sempre estiveram presentes em todas as etapas de minha vida concedendo-me sabedoria e luz divina para a superação das dificuldades e obstáculos durante a elaboração e conclusão do presente trabalho.

Ao professor Pedro Dantas Fernandes, pelas orientações durante a elaboração da dissertação, revisão do texto e pelos ensinamentos que contribuíram de forma decisiva na conclusão deste trabalho.

Ao professor Francisco de Assis Cardoso Almeida e ao pesquisador Vicente de Paula QUEIROGA pelas valiosas sugestões que enriqueceram ainda mais o presente trabalho.

Ao professor Alberício Pereira de Andrade pela assistência durante a montagem dos gráficos.

Ao professor Francisco de Assis Santos e Silva pela cessão do programa computacional estatístico (ASSISTAT) de sua autoria.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ/EMBRAPA), através do Chefe Geral e pesquisador - Dr. Napoleão Esbberard de Macêdo Beltrão, pela cessão do laboratório de sementes.

As Bibliotecárias do CNPA, principalmente Luzimar da S. Santos, Elizabete O. Serrano e Nívea M. S. Gomes pela dedicada colaboração.

Ao técnico do laboratório de sementes do CNPA, Mário Brito do Nascimento, pela importante contribuição na condução do experimento.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP/EMBRAPA), na pessoa da pesquisadora - Dra. Maria José Del Peloso pela doação das sementes e caracterizações das cultivares utilizadas.

À Capes pela concessão da bolsa de estudo

À Coordenação de pós-graduação em Engenharia Agrícola, nas pessoas do Coordenador - Prof. Pedro Dantas Fernandes e Ex. Coordenadora - Prof. Lúcia Helena Garofalo Chaves pelo apoio e incentivo recebido para o término deste trabalho.

À secretária e amiga Ruth Moraes da Coordenação do Mestrado em Engenharia Agrícola pela amizade e dedicação.

Aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFPB, pela amizade e pelos serviços prestados.

Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela transmissão de conhecimentos e convívio.

À Fátima Fernandes, Ednaldo Liberato, João Ramalho, Ednaldo, Arimatéia, Jaqueline, Gilvanise, Érika, Socorro, Valdiney, Manuel, Adilson, Wilson, Doutor, Francisco Alves, José Maria, Joedla, Mônica, José Roberto, Rosânia, Eletisanda pela amizade construída.

À Fernandes Júnior e a Professora Maria José pela cessão do sistema computacional para impressão da dissertação.

À todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização e conclusão desta dissertação.

SUMÁRIO

pag.

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. GERMINAÇÃO E VIGOR.....	19
2.2. PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NA INDUÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO.....	22
2.3. POLIETILENO GLICOL (CARBOWAX).....	25
2.3.1. <u>Efeito do Polietileno Glicol na Germinação e Vigor de Sementes de Diferentes Cultivares</u>	27
2.3.2. <u>Efeito do Polietileno Glicol-6000 na Germinação e Vigor de <i>Phaseolus vulgaris</i> L.</u>	29
2.3.3. <u>Indução de Anormalidades nas Sementes</u>	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	31
3.2. SEMENTES.....	31
3.3. SOLUÇÕES.....	32
3.4. GERMINADOR.....	32
3.5. SUBSTRATO.....	33
3.6. TESTE DE GERMINAÇÃO.....	33
3.7. TESTE DE VIGOR DAS PLÂNTULAS.....	34
3.8. TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. GERMINAÇÃO E VIGOR (1ª CONTAGEM DA GERMINAÇÃO).....	37
4.1.1. <u>Tolerância das Cultivares ao Estresse Hídrico.....</u>	39
4.1.2. <u>Plântulas Anormais no Teste de Germinação em Dife- rentes Potenciais Osmóticos.....</u>	49
4.1.3. <u>Sementes Infectadas no Teste de Germinação em Dife- rentes Potenciais Osmóticos.....</u>	51
4.2. VIGOR DAS PLÂNTULAS.....	54
4.2.1. <u>Comprimento de Hipocótilo.....</u>	54
4.2.2. <u>Comprimento de Radícula.....</u>	59
4.2.3. <u>Comprimento Total (Hipocótilo + Radícula).....</u>	64
4.2.4. <u>Relação (Radícula/Hipocótilo).....</u>	67
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	70
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
APÊNDICES.....	78
APÊNDICE A - TABELAS	79
APÊNDICE B - CARACTERIZAÇÕES DAS CULTIVARES.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela	Título	Página
1	Quadrado médio da porcentagem de germinação e do teste de vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	79
2	Resultados médios do teste de vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	80
2A	Resultados médios do teste de vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	81
3	Resultados médios do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	82
3A	Resultados médios do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de Polietileno glicol-6000.....	83
4	Redução relativa da porcentagem do vigor (1ª contagem de germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	48

5	Redução relativa da porcentagem de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	48
6	Quadrado médio da porcentagem de plântulas anormais e sementes infectadas, no teste de germinação, das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	84
7	Resultados médios da porcentagem de plântulas anormais do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de Polietileno glicol-6000.....	85
7A	Resultados médios da porcentagem de plântulas anormais do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	86
8	Resultados médios da porcentagem de sementes infectadas do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de Polietileno glicol-6000.....	87
8A	Resultados médios da porcentagem de sementes infectadas do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de Polietileno glicol-6000.....	88
9	Quadrado médio do comprimento de hipocótilo, radícula e hipocótilo+radícula de dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	84

10	Resultados médios do índice de vigor (comprimento do hypocótilo) de dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	89
11	Redução relativa do comprimento do hypocótilo das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	57
12	Resultados médios do índice de vigor (comprimento da radícula) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	90
13	Redução relativa do comprimento da radícula das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000	62
14	Resultados médios do índice de vigor (comprimento do hypocótilo + radícula) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	91
15	Redução relativa do comprimento do hypocótilo + radícula das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	68
16	Resultados médios da relação radícula/hypocótilo das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Resultados médios de vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	46
2	Resultados médios de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000.....	47
3	Porcentagem de plântulas anormais para cada cultivar em estudo sob o efeito dos níveis de PEG-6000.....	53
4	Efeito dos níveis de PEG-6000 sobre a porcentagem de plântulas anormais.....	53
5	Porcentagem de sementes infectadas para cada cultivar em estudo sob o efeito dos níveis de PEG-6000.....	53
6	Efeito dos níveis de PEG-6000 sobre a porcentagem de sementes infectadas.....	53
7	Índice de vigor (hipocótilo) das cultivares de feijão em função dos níveis de concentração de PEG-6000.....	58
8	Índice de vigor (radícula) das cultivares de feijão em função dos níveis de concentração de PEG-6000.....	63
9	Índice de vigor (hipocótilo + radícula) das cultivares de feijão em função dos níveis de concentração de PEG-6000.....	69

RESUMO

Sementes de dez cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) foram submetidas a seis níveis de tensão osmótica (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0MPa) induzidos por polietileno glicol-6000 (PEG-6000), com o objetivo de se estudar os efeitos simulados do estresse hídrico na germinação das sementes e no crescimento das plântulas. O experimento foi conduzido em condições de laboratório, em germinador com temperatura e umidade relativa controladas, utilizando-se como substrato o papel toalha com pH neutro. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10x6 com 4 repetições, contendo cada uma cinquenta sementes para o teste de germinação e dez para o de vigor. Os resultados obtidos revelaram que houve influência do polietileno glicol-6000 sobre a germinação das sementes e vigor das plântulas. Ficou evidenciado que as cultivares Jalo Precoce e Onix foram mais tolerantes ao estresse hídrico, tanto em termos de germinação como de vigor. Por sua vez, as cultivares Diamante Negro, Goytacazes e São José apresentaram-se mais sensíveis. No vigor das plântulas a cv. Diamante Negro é a mais vigorosa em baixos potenciais osmóticos (-0,4MPa e -0,6MPa), em termos de comprimento do hipocótilo, da radícula e da plântula (hipocótilo + radícula), enquanto que 'Safira' é a mais sensível. O índice de anormalidade das plântulas foi expressivo a partir do potencial -0,4MPa (N3) de PEG-6000, resultando em ausência e atrofiamento da radícula e sistema radicular curto, sem raiz principal e com poucas secundárias. A porcentagem de sementes infectadas aumentou à medida em que se elevaram os níveis de concentração de PEG-6000. O teste de vigor das plântulas foi inviável quando se utilizou uma amostra de dez sementes por repetição para os potenciais -0,8MPa e -1,0MPa, induzido com 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.

ABSTRACT

Seeds of ten bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) were submitted to six levels of osmotic tension (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1 MPa) of PEG-6000, with the purpose of studying the induced effects of water stress on the germination of the seeds and seedlings' growth. The experiment was conducted in laboratory conditions, in a germinator with controled temperature and relative humidity, making use of a neutral pH paper towel as a substract. The experimental design was completely randomized in a 10 x 6 factorial scheme with four replications each consisting of 50 seeds for germination and 10 seeds for vigor test. The results obtained have shown that there was influence of PEG-6000 on the seeds' germination and on the seedlings' vigour. The cultivars Jalo Precoce and Onix were found to be more tolerant on water stress, both in terms of germination and vigour (first counting of germination). On the other hand, the cultivars Diamante Negro, Goytacazes and São José were the most sensitive ones. In the seedlings vigour test the 'Dimante Negro' was found to be the most vigorous cultivar under reduced osmotic potential (-0,4MPa and -0,6MPa), in terms of measurement of hypocotyl, radicle and of seedling (hypocotyl + radicle), while 'Safira' was the most sensitive one. The abnormality seedlings index was expressive beyond the potential -0,4MPa (N3) of PEG-6000, resulting in absence and atrophy of the radicle and producing a short radicle system, without principal root and with few secondary roots. The percentage of infected seeds increased in the same proportion to PEG-6000 concentration levels. The seedlings vigour test became unworkable when a ten seeds sample was used for each replication on potentials of -0,8MPa and -1,0MPa induced with PEG-6000. In water stress conditions radicles tended to be longer than the hypocotyl, in the initial phase, after the germination of the seeds.

1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada dentre as demais do gênero *Phaseolus* (*P. coccineus*, *P. acutifolius* e *P. hinatus*), contribuindo com cerca de 95% da produção mundial, sendo por isso a leguminosa mais importante para o consumo humano, mormente nos países em desenvolvimento. É encontrada, principalmente, em climas tropical e subtropical. Rico em proteína (20 a 25%), é a principal fonte de alimento das populações das Américas do Sul e Central, do Caribe e da África (Fageria, 1989; Fundação..., 1989; Loureiro et al., 1990; Fiegenbaum et al., 1991).

No Brasil a cultura do feijoeiro é importante fonte protéica para considerável parcela da população. A produtividade média é muito baixa, ao redor de 500kg/ha. No entanto, com auxílio de tecnologia, alguns agricultores conseguem colher mais de 2000kg/ha. A cultura do feijoeiro é pouco tolerante a baixos potenciais de água no solo durante a fase de germinação e pela sua baixa rentabilidade econômica, os agricultores limitam investimentos em novas tecnologias, dentre as quais a irrigação, acarretando as baixas produções por área. Entre os fatores de risco, sem dúvida, a ocorrência de

"veranicos" parece ser o mais grave, levando-se em consideração o sistema radicular pouco profundo da planta (Rosolem, 1987).

No Nordeste brasileiro, o cultivo se dá principalmente em condições de sequeiro. As constantes secas, irregularidades das chuvas e altas temperaturas prejudicam a cultura, por limitar o conteúdo de água no solo, comprometendo, então, o sucesso da germinação das sementes e o pleno estabelecimento das plantas (Sharma, 1976).

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 & Lopes et al., 1989).

Cultivares com elevado potencial genético são afetadas consideravelmente quando submetidas à deficiência hídrica (Nogueira & Nagai, 1988). Uma das soluções para este problema é obter através de melhoramento genótipos tolerantes as diferentes condições de umidade do solo. Outra seria identificar cultivares tolerantes as diferentes condições de potencial hídrico no solo, mediante soluções de produtos químicos para simulação de estresse hídrico na planta (Lawlor, 1970).

O polietileno glicol-6000 (PEG-6000) tem sido indicado por Lagerwerff (1961) em razão de simular satisfatoriamente os efeitos da seca sobre a germinação das sementes. Na literatura, há poucos trabalhos envolvendo PEG e feijão, e foram realizados com cultivares pouco usadas atualmente no Brasil.

Considerando a inexistência de estudos sobre o emprego do polietileno glicol-6000 e seus efeitos na germinação de sementes e vigor de plântulas do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), o trabalho teve por objetivos:

a) Estudar os efeitos de seis níveis do polietileno glicol-6000 na germinação das sementes e no vigor das plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

b) Estudar o comportamento de dez cultivares de feijão submetidas à simulação do déficit hídrico, visando identificar as mais tolerantes e as mais sensíveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GERMINAÇÃO E VIGOR

Uma das fases mais importantes do cultivo do feijão, em condições de campo, é, precisamente, a implantação da cultura. O processo de germinação só se inicia em condições de umidade satisfatórias e a limitação da disponibilidade de água no solo, durante esse período, freqüentemente determina o insucesso da implantação da cultura, com grandes prejuízos para a produtividade (Manohar & Mathur, 1975; Hadas, 1976).

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-existent; (II) a fase de fixação do conteúdo de água e respiração, quando todos os sistemas pré-existent estão trabalhando a uma capacidade total para a síntese do substrato e (III) a fase de divisão celular e crescimento, caracterizada por um aumento contínuo do peso fresco e respiração (Ching, 1972).

Esta seqüência de estágios é governada pela absorção de água do substrato externo, normalmente, o solo ou solução.

Muitos autores tem relatado estes aspectos (Levitt, 1979; Wright, 1971; Alvin & Kozlowski, 1977; Hadas, 1976; Hegarty, 1977a & b ;Heydecker, 1967).

Segundo Amorim Neto (1995), as alterações que ocorrem no metabolismo do feijoeiro estão relacionadas com as condições de umidade e de nível de fertilidade do solo e com as variações climáticas a que as plantas estão submetidas. Tais fatores afetam, com maior ou menor intensidade, os componentes fisiológicos e a produtividade da cultura em seus diferentes estádios vegetativos. Ainda segundo o mesmo autor, o feijão apresenta resposta diferenciada, com relação à resistência estomática, transpiração, temperatura da folha e potencial hídrico, quando submetido à deficiência hídrica, nas diferentes fases de seu desenvolvimento.

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 (Hadas & Stibbe, 1973; Singh & Singh, 1981 & 1983). 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).

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.

Nos estudos de germinação geralmente o vigor das sementes é expresso como uma elevada germinação e um crescimento precoce das plântulas sob uma ampla limitação das condições ambientais, incluindo situações de estresse (Heydecker, 1972).

A uniformidade, a velocidade e a porcentagem de emergência de plantas em campo apresentam significativos reflexos sobre a produção final. Temperaturas extremas, salinidade, excesso ou deficiência hídrica, podem afetar de forma adversa o estabelecimento das plantas no campo (Villela et al., 1991).

Diversos tratamentos de pré-condicionamento para sementes têm sido sugeridos, visando à uniformização e à aceleração da germinação, ao aumento da resistência das sementes às condições de estresse, e à homogeneização do desenvolvimento das plântulas (Heydecker et al., 1975).

Trabalhos realizadas por diferentes pesquisadores (Manohar & Mathur, 1975; Sharma, 1976; Machado et al., 1976; Hadas, 1976; Roselem, 1987; Nogueira & Nagai, 1988 & Lopes et al., 1989) mostram que a deficiência hídrica pode levar a planta a uma diminuição considerável na produção, mesmo em cultivares de excelente potencial genético. Condições hídricas perfeitas são raras e a deficiência hídrica é, em geral, mais uma regra do que uma exceção.

Vários autores relatam o retardamento do 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 (Singh & Singh, 1981 & 1982; Johnson et al., 1979; Fernandez et al., 1978).

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).

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-6000, 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.

2.2 PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NA INDUÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO

As sementes em campo estão sujeitas a estresse hídrico, resultando em emergência deficiente. Tais condições podem ser simuladas em ensaios de laboratório, com uso de substâncias que induzam estresse osmótico mais severo (Hadas, 1977). Entre os produtos químicos mais usados, incluem-se (NaCl, manitol, glicerol, sucrose, glucose, Na_2SO_4 , betaine, L-proline e PEG).

Evans & Stickler (1961) e Thimann (1964) 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.

Outros autores, porém, levantam dúvidas quanto ao uso de manitol, glicerol (Manohar & Heydecker, 1964; Manohar, 1966; Brocklehurst & Dearman, 1984), sucrose (Wiggans & Gardner, 1959; Slayter, 1967;) ou glucose (Wiggans, 1959) como agentes osmóticos, devido à possível penetração de íons desses produtos nas células das plantas.

Com respeito à utilização de soluções diluídas de sais, os efeitos são maléficos em certas espécies, por provocarem toxicidade (Bussel & Gray, 1976; Brocklehurst & Dearmann, 1984). Segundo Lopes et al. (1989) o uso de soluções de NaCl e Manitol em testes de germinação, para induzir déficit hídrico, tem sido objeto de controvérsias.

Sharma (1973) estudou a equivalência dos potenciais mátricos e osmóticos, com o intento de confirmar a viabilidade ou não de agentes osmóticos (PEG-20000, cloreto de sódio, 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, o que reduz o efeito osmótico e agrava o tóxico.

Machado et al. (1976) evidenciaram o efeito da desidratação osmótica com manitol e NaCl sobre a germinação das sementes e sobre o crescimento inicial das plântulas de vinte cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Observaram que tanto a percentagem final de germinação quanto o crescimento das plântulas foram sensivelmente influenciados pelas soluções de manitol e NaCl a diferentes potenciais hídricos. Relatam ainda, diferenças entre as cultivares na percentagem final de

germinação e no crescimento das plântulas nas soluções a -12atm.

Campos e Assunção (1990) trabalhando com sementes de arroz (*Oriza sativa* L., cv. IAC 25), sob estresse salino provocado pelo cloreto de sódio (NaCl) e pelo sulfato de sódio (Na₂SO₄), bem como, os efeitos do estresse hídrico induzido pelo polietileno glicol-6000 a potenciais osmóticos variando de 0,0 a -1,2MPa observaram que a germinação e o crescimento das plântulas foram mais afetados pelo Na₂SO₄ e os sais tiveram ação mais tóxica do que osmótica, enquanto o PEG-6000 apresentou efeito exclusivamente osmótico. Ainda foi relatado que no nível de -0,8MPa de NaCl ou Na₂SO₄ a germinação e crescimento da cultivar IAC 25 foram reduzidos drasticamente, ao passo que com o PEG-6000 isso só ocorreu a -1,2MPa.

Sementes de hortaliças como *Allium cepa* L., cv. Rijusburger Robusta, *Allium porrum*, cv. Winterreuzer, *Daccus 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-prolíne a tensões que variavam de -1,0 a -1,5MPa por períodos de 7 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 & Drew, 1991).

Os compostos químicos betaine (glycinebetaine, N,N,N-Trimethylglycine) e L-proline acumulam-se nos tecidos das plantas provocando um estresse hídrico. Tais soluções são consideradas agentes osmóticos não tóxicos às plantas (Dashet &

Erickson, 1981; Grumet & Hanson, 1986). Porém, Gray & Drew (1991) observaram que estas soluções estimulam o crescimento de microorganismos sobre as sementes.

Manohar (1966) fez testes de germinabilidade, sob pressão osmótica, utilizando soluções de vários sais não verificando correlação entre os resultados de germinação da alfafa e a resistência à seca.

2.3 POLIETILENO GLICOL (CARBOWAX)

A determinação do potencial osmótico de uma solução, conforme a concentração de polietileno glicol-6000 e a temperatura, foi proposta inicialmente por Michel & Kaufmann (1973).

O polietileno glicol, comercialmente conhecido como Carbowax, é um polímero químico de cadeia longa, de alto peso molecular, inerte, não iônico, altamente solúvel em água. Vem sendo utilizado em experimentos em laboratório e em casa de vegetação, onde é possível um controle mais efetivo do ambiente (Lagerwerff et al., 1961).

Nos últimos anos, o polietileno glicol-6000 tem sido indicado em pesquisas agronômicas por ser o soluto osmótico mais satisfatório para simulação de estresse hídrico no meio externo, solo ou solução (Hadas, 1976; Heydecker & Coolbear, 1977; Singh & Singh, 1981 & 1983; Brandford, 1986).

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 tem uma baixa solubilidade ao oxigênio (Mexal, et al., 1975).

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.

Estudos indicam que o uso de PEGs de baixos pesos moleculares (abaixo de 4000) podem ser prejudiciais as culturas. Possivelmente penetram na semente através da parede celular, interferindo no seu metabolismo (Lagerwerff, 1961; Lawlor, 1970; Gray & Drew, 1991).

Em observações feitas por Emmerich & Hardegree (1990), 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. Conseqüentemente, sementes em contato com soluções de PEG podem estar sujeitas a limitações de O_2 , com influências sobre a germinação.

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 em recipientes selados, o potencial de água do substrato de germinação, para um período de 2 dias, não apresentou redução e, para um período de doze dias, foi

reduzido em 0,15MPa, enquanto nos não selados, as reduções foram, respectivamente, 0,8MPa e 1,85MPa.

2.3.1 Efeito do Polietileno Glicol na Germinação e Vigor de Sementes de Diferentes Culturas

Ruf et al., (1963) afirmaram que o polietileno glicol de alto peso molecular poderiam apresentar alumínio que provavelmente seria tóxico as plantas. Os mesmos autores indicam o uso do PEG-1540, que é livre de alumínio e toxicidade aos vegetais. Pesquisas realizadas com soluções de polietileno glicol (PEG), de peso molecular igual ou superior a 4000, mostraram que tais soluções são tidas como apropriadas para induzir déficit hídrico durante a fase de germinação (Manohar, 1966; Parmer & Moore, 1966 & 1968). Devido ao alto peso molecular, não passam através das paredes celulares das plantas (Emmerich & Hardegree, 1990).

Em condições de solo Painter (1965) observou que mantendo-o em equilíbrio com a solução de PEG, a taxa de crescimento no milho foi inversamente proporcional ao estresse hídrico do solo, apresentando completa inibição a -8 atm de tensão.

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

El-Sharkawi & Springuel (1977) analisaram a influência da temperatura sob condições de déficit hídrico, utilizando como

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

Singh & Singh (1983) 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) observaram que a germinação das sementes e o crescimento das plântulas 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 & Drew (1991) testaram soluções de polietileno glicol de diferentes pesos moleculares (600, 1000, 1450, 3350, 6000 e 8000) a tensões variando de -1,0 a -1,5MPa por períodos de 7 a 14 dias, sobre a germinação de sementes de hortaliças (*Allium cepa* L., cv. Rijusburger Robusta; *Allium porrum*, cv. Winterreuzer; *Daccus carota* L., cv. Nantes 20; *Apium graveolens* L., cv. Grand Dore AM). Em todas as soluções de PEGs a porcentagem de germinação foi significativamente reduzida com o tempo, quando comparada com a testemunha (0,0MPa).

2.3.2 Efeito do Polietileno Glicol-6000 na Germinação e Vigor de *Phaseolus vulgaris* L.

São poucos os trabalhos conduzidos com feijão, encontrados na literatura disponível portanto, impossibilitando maiores informações do efeito do PEG-6000 nos testes de germinação e vigor.

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, para valores de potenciais de água no substrato de -8 a -16 bars, o CARBOWAX inibiu mais a absorção de água e a emergência da radícula do que o NaCl e pareceu não ter efeito tóxico, quer na germinação, quer no desenvolvimento das plântulas, e a emergência das raízes, em contato com a solução de PEG-1540, foi reduzida a partir de um potencial de água igual a -2 bars.

Magalhães & Carelli (1971) 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-6000, nas concentrações de 150, 200, 250 e 300g/l, conferindo pressões osmóticas de 3.5, 7.2, 11.0 e 16.5atm, respectivamente. 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 porcentagem de germinação das sementes foi reduzida.

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

2.3.3 Indução de Anormalidades nas Plântulas

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

Nicnow 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 *Allinym porrum* L. verificaram aumento do número de plântulas anormais, com raízes curtas e retorcidas, principalmente nos níveis de concentração -1,0 e -1,5MPa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Campina Grande-PB, no período de abril a junho de 1995.

3.2 SEMENTES

Foram utilizadas dez cultivares de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), (caracterizações no APÊNDICE B), cujas sementes foram doadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP/EMBRAPA) com sede em Goiânia-GO. Relação das cultivares:

C1	A 285	C6	Goytacazes
C2	Safira	C7	Novo Jalo
C3	Diamante Negro	C8	Jalo Precoce
C4	São José	C9	Xamego
C5	Corrente	C10	Onix

3.3 SOLUÇÕES

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

SOLUÇÃO (N)	CONCENTRAÇÃO (g de PEG/kg de a. destilada)	POTENCIAL OSMÓTICO (PO) Mega Pascal (-MPa)
N1	0,00	0,0
N2	119,571	0,2
N3	178,343	0,4
N4	223,664	0,6
N5	261,948	0,8
N6	295,713	1,0

3.4 GERMINADOR

Utilizou-se um germinador marca National, modelo 3512-11 de prateleiras horizontais e controle automático de temperatura, com sensibilidade de $\pm 0,5$ °C.

Previamente durante um período de 5 dias anteriores ao início do experimento, houve aferição da temperatura mantendo-a estável em 25°C, permanecendo um termômetro no interior do germinador para acompanhamento durante o trabalho. A umidade relativa no interior do germinador foi mantida próxima à saturação, com sistema próprio de circulação de água e ar.

3.5 SUBSTRATO

De acordo com as regras para análise de sementes (Brasil, 1976), foram utilizadas, como substrato, 3 folhas de papel Germitest, convenientemente umedecidas com as respectivas soluções. O tipo de papel utilizado foi o da marca Gel 065, com dimensões de 389x250mm e pH neutro.

3.6 TESTE DE GERMINAÇÃO

Sobre 2 (duas) folhas de papel Germitest, superpostas e umedecidas, foram distribuídas 50 sementes por repetição em 7 fileiras eqüidistantes, com 7 sementes cada, sendo um delas colocada no centro. Uma terceira folha do referido papel bem umedecida com mesma solução foi utilizada como cobertura protetora. Em seguida, o conjunto foi dobrado 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, colocou-se o conjunto no germinador, regulado à temperatura preestabelecida (25°C). No decorrer do experimento o conjunto foi umedecido com a mesma solução, de PEG-6000 de modo a se manter os níveis desejados de potenciais.

A avaliação do teste de germinação foi efetivada segundo as regras para análise de sementes (Brasil, 1976), em duas contagens, no 5° e 9° dias. Na contagem, foram consideradas sementes germinadas as sementes que apresentavam um comprimento

mínimo da radícula igual a 1,5cm, baseando-se em procedimentos metodológicos relatados na literatura (Prisco & O'leary 1970, Magalhães & Carelli 1972) sobre germinação de *Phaseolus vulgaris*. Foram avaliadas, também, plântulas anormais e sementes infectadas, sendo interpretadas segundo as regras para análise de sementes (Brasil, 1976).

3.7 TESTE DE VIGOR DAS PLÂNTULAS

No ensaio do teste de vigor, foi adotada para a testemunha (N1) a mesma metodologia utilizada no teste de germinação (item 3.6), reduzindo-se apenas o número de sementes utilizadas por repetição para 10 (dez). Tais sementes foram dispostas sobre papel Germitest, com o arilo voltado para baixo, seguindo procedimento análogo ao de Popinigis (1977). Os demais tratamentos (níveis de PEG-6000) tiveram a metodologia parcialmente modificada, prolongando-se o tempo para a realização da contagem (medição das plântulas), por se tratar de uma simulação de déficit hídrico que retarda a germinação das sementes. O período, em dias, para a realização da contagem aumentou com a elevação dos níveis de concentração de PEG-6000, estabelecendo-se um tempo máximo de 20 dias. As medições foram realizadas, em todas as cultivares, para cada nível de PEG-6000, no momento em que uma das dez cultivares atingia o nível de 80% de plântulas crescidas ou tivesse decorrido um prazo de 20 dias de espera e tivessem o hipocótilo e a radícula diferenciados, nitidamente, de forma que pudessem ser medidos

com o auxílio de uma régua milimetrada. Logo, as contagens foram feitas em diferentes períodos, 8 dias para o tratamento N2, 11 dias no nível N3, enquanto que os tratamentos N4, N5, N6 foram encerrados no 20º dia, por não atingirem 80% de plântulas crescidas. O vigor das sementes foi determinado através do comprimento do hipocótilo, da radícula e da plântula (hipocótilo + radícula). O vigor em cada repetição foi obtido dividindo-se os valores encontrados para as diversas sementes pelo número de sementes utilizadas, ou seja, 10.

O teste de vigor (1ª contagem do teste de germinação) realizado ao 5º dia após a implantação do experimento foi feito nas condições normais recomendadas para a cultura do feijão, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1976). O número de plântulas normais removidas nesse teste é um indicativo do vigor do lote de semente e quanto maior a percentagem dessas plântulas, maior o vigor do lote de semente (Popinigis, 1977).

3.8 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram estudados dois fatores: cultivares de feijão (C) e níveis de potenciais de água (N). Combinando-se as 10 cultivares (C) com os 6 níveis de potenciais de água (N) formaram-se 60 tratamentos:

C1N1 C2N1 C3N1 C4N1 C5N1 C6N1 C7N1 C8N1 C9N1 C10N1
 C1N2 C2N2 C3N2 C4N2 C5N2 C6N2 C7N2 C8N2 C9N2 C10N2
 C1N3 C2N3 C3N3 C4N3 C5N3 C6N3 C7N3 C8N3 C9N3 C10N3
 C1N4 C2N4 C3N4 C4N4 C5N4 C6N4 C7N4 C8N4 C9N4 C10N4
 C1N5 C2N5 C3N5 C4N5 C5N5 C6N5 C7N5 C8N5 C9N5 C10N5
 C1N6 C2N6 C3N6 C4N6 C5N6 C6N6 C7N6 C8N6 C9N6 C10N6

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10x6, com 4 repetições.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância obedeceu ao seguinte esquema básico:

FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Cultivares (C)	9
Níveis (N)	5
Interação (CxN)	45
Residuo	180
Total	239

As porcentagens de germinação foram transformadas em $\text{arc.sen}(p/100)^{1/2}$ (Snedecor & Cochran, 1974; Souza, 1978) para homogeneização dos dados. As análises estatísticas e os estudos de regressão polinomial obedeceram a orientações de Pimentel Gomes (1982) e de Snedecor & Cochran (1974).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GERMINAÇÃO E VIGOR (1ª CONTAGEM DA GERMINAÇÃO)

Conforme a análise dos valores do Quadrado Médio (Tabela 1), verifica-se que houve efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para Cultivares (C), Níveis (N) de tensão osmótica simulados pelo PEG-6000 e para a interação C x N.

Os resultados mostram que as dez cultivares de feijão estudadas diferem na capacidade de germinar quando submetidas às diferentes condições de estresse hídrico simulado (Figuras 1 e 2 e Tabelas 1 a 5).

Os valores do vigor (1ª contagem da germinação) encontram-se representados na Figura 1, onde se observa que, de modo geral, a porcentagem de germinação diminuiu à medida em que se aumentou a concentração de PEG-6000. Nos níveis de -0,8 e -1,0MPa, todas as cultivares apresentaram valores inferiores a 35% e 16% de germinação, respectivamente. Contudo, mais de 25% das sementes das cultivares Corrente, Jalo Precoce e Onix germinaram no nível de -0,8 MPa, enquanto que no potencial mais baixo (-1,0MPa) as cultivares Novo Jalo, Jalo Precoce e Onix atingiram valores de germinação superior a 10% (Tabela 2A).

Para o teste de germinação, os resultados da Figura 2, mostram que na testemunha (0,0MPa) e em -0,2MPa, as cultivares Novo Jalo e Jalo Precoce apresentaram os menores valores de germinação em relação as demais (Tabela 3A). Por outro lado, as cultivares Corrente, Onix, Goytacazes e A 285, mostraram os maiores índices de germinação (>90%) quando submetidas nos níveis mais baixos de estresse. No nível de -1,0MPa, as sementes das cultivares Diamante Negro, Xamego e São José tiveram os menores valores de germinação (<15%).

Os resultados revelam ainda que as cultivares Novo Jalo e Onix apresentaram valores, na 1ª contagem de germinação no nível de -0,8MPa, superiores ao nível anterior de -0,6MPa, o que também foi observado com as cultivares A 285 e Novo Jalo no teste de germinação. Entretanto, o aumento das concentrações osmóticas da solução de PEG-6000 acima do nível de -0,2MPa provocou uma diminuição na porcentagem de germinação de forma geral para todas as cultivares, sendo ainda mais acentuada no vigor (1ª contagem da germinação).

Nas Tabelas 2 e 3, observa-se também que os níveis estudados apresentam diferenças significativas entre si, sendo que o aumento das concentrações de PEG-6000 a partir do nível de -0,2MPa, reduziu a germinação devido, possivelmente, à menor absorção de água pelas sementes, ou seja, houve um aumento da concentração osmótica, provocando uma diminuição do gradiente hídrico no sistema substrato-semente. Conforme Prisco (1978), a absorção de água pelas plantas (ou pelas sementes) é função do gradiente de potencial hídrico no sistema solo-planta ou solo-

semente. Efeitos adversos de concentrações de polietileno glicol na germinação também foram encontrados por Lawlor (1970). Segundo esse autor, o PEG aumenta a concentração osmótica do substrato, provocando um bloqueio no movimento da água através da diminuição do potencial hídrico do meio onde crescem as raízes. Prisco & O'leary (1970) e Magalhães & Carreli (1971) também encontraram resultados semelhantes trabalhando com feijão.

A análise de regressão aplicada aos dados das Tabelas (2A e 3A) possibilitou a obtenção de equações a partir de taxas de germinação com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas nas Figuras 1 e 2. Observa-se em geral uma boa correlação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente (R^2), permitindo-se estimar o nível de germinação de sementes de cada cultivar, em função do potencial de água do substrato.

4.1.1 Tolerância das Cultivares ao Estresse Hídrico

De acordo com a Tabela 1, houve efeito significativo para cultivares, assim como para a interação C x N. A resposta de cada cultivar dependeu, portanto, dos tratamentos de tensões osmóticas simuladas pelo PEG-6000. Nas Tabelas 2 e 3, encontra-se a comparação de médias, obtidas através do teste de Tukey, ao nível de 0,05 de probabilidade.

Nos dois níveis de maiores potenciais osmóticos (N1) -0,0 MPa e (N2) -0,2 MPa notam-se respostas não significativas para as cultivares Safira, Goytacazes, Novo Jalo, Jalo Precoce e Onix ao efeito osmótico do polietileno glicol-6000 em

comparação com os demais genótipos. Estatisticamente, estas cultivares mantiveram médias de germinação com pequena variação nos dois níveis observados, sendo portanto um indicativo da provável adaptação a situações de estresse hídrico simulado nos testes de germinação (Tabela 2).

Nos níveis N4, N5 e N6, de baixos teores de umidade, observa-se que as médias de percentagem de germinação foram inferiores a 50% para todas as cultivares (Tabela 2). A cultivar Diamante Negro (Tabela 3) apresentou a menor média de germinação nesses níveis (< 25%). Ainda com base nos mesmos dados, ao se comparar o desempenho da cultivar Jalo Precoce com as demais nos níveis N4 e N6, em relação à testemunha, observa-se que ela apresentou as maiores médias de germinação (42,38% e 22,62%, respectivamente). Na testemunha, a média daquela cultivar foi a segunda mais baixa (65,05%), comprovando-se que apesar de ter apresentado baixo vigor e baixa taxa de germinação no tratamento N1 (testemunha) em condições de elevada tensão osmótica, destacou-se vigorosa em relação às demais, demonstrando adaptação às adversidades simuladas de estresse hídrico. Uma das justificativas para este comportamento é que não havia homogeneidade entre os lotes de sementes das dez cultivares de feijão. Portanto cultivares com elevado ou baixo índice de germinação na testemunha (N1 = 0,0MPa) não indica tolerância ou sensibilidade às condições aplicadas.

Analisando-se a média de cada cultivar sob efeito dos seis níveis de PEG-6000 observa-se que a cultivar Corrente obteve a maior percentagem média de vigor (1ª contagem da germinação),

sem diferir, todavia, de forma significativa, das cultivares Safira, São José, Jalo Precoce, Xamego e Onix. Por sua vez, a cultivar Diamante Negro obteve o menor percentual de vigor (1ª contagem da germinação) não diferindo significativamente da cultivar Novo Jalo (Tabela 2).

Interpretando-se a análise estatística da Tabela 3, referente às médias de percentagem de germinação das cultivares em estudo, nota-se que, nos níveis N1, N2 e N3, as cultivares Safira, Jalo Precoce e Onix não apresentaram diferenças significativas, com pequenas discrepâncias nas médias de germinação nos níveis citados, mostrando que entre as tensões osmóticas de N1 a N3 não houve influência significativa das soluções de PEG-6000, induzindo o déficit hídrico. A princípio, as sementes destas cultivares demonstraram boa germinação em condições de seca, ou seja, em baixos teores de água no substrato apresentaram-se relativamente mais vigorosas que as demais.

Em relação aos três níveis de tensão osmótica N4, N5 e N6 (Tabela 3) observou-se mais uma vez, para a cultivar Diamante Negro, a menor média de germinação em relação às demais, com valores percentuais de 31,60%, 28,45% e 15,65%, para os três níveis citados, respectivamente. Comparando-se os percentuais da cultivar Diamante Negro, apresentados na Tabela 3, com os da Tabela 2, observa-se uma elevação no percentual de germinação. A explicação para esta variação encontra-se no tempo decorrido entre a 1ª e a 2ª contagens do teste de germinação. Ainda assim, a cultivar Diamante Negro continuou com baixos índices de germinação sob condições de estresse hídrico simulado, em

relação aos outros materiais genéticos. O mesmo comportamento foi também observado em relação a 'Novo Jalo'.

Os dados obtidos para os seis níveis de PEG-6000 revelam que as sementes da cultivar Corrente germinaram em maior percentagem que as demais, sem diferirem significativamente das cultivares Safira, São José, Xamego e Onix. Por sua vez, a menor média de germinação foi da cultivar Diamante Negro que não difere significativamente da 'Novo Jalo'. Estes resultados apresentam concordância com o vigor (1ª contagem da germinação - Tabela 2) excetuando-se a cultivar Jalo Precoce que não se apresenta entre as médias de cultivares de maior percentual de germinação da Tabela 3.

Vale salientar que toda esta discussão baseia-se nos dados das Tabelas 2 e 3 (dados transformados) sendo considerados os valores obtidos para a testemunha (-0,0MPa), em que algumas cultivares apresentaram alto vigor e alta germinação em relação às outras, decorrente de diferenças de origem dos lotes das sementes, o que provocou grandes discrepâncias nas taxas dos fatores analisados. Adegbuyi, et al. (1981) e El-Sharkawi & Springuel (1977) verificaram, também discrepâncias de médias de germinação entre diferentes cultivares no tratamento testemunha (água destilada) para sementes de forrageiras, de trigo, de cevada e de sorgo quando foram submetidas a condições de déficit hídrico, utilizando soluções de polietileno glicol (6000 e 4000).

Os dados originais, sem transformação, para vigor dado pela (1ª contagem da germinação (Tabela 2A) e germinação (Tabela 3A) revelam com mais clareza as diferenças entre as

maiores e menores médias percentuais de germinação para os distintos tratamentos.

Por conta dessa diferença inicial e com base nos dados originais de vigor (1ª contagem do teste de germinação) e de germinação, foram montadas as Tabelas 4 e 5, comparando-se os valores de todos os níveis com os da testemunha e obtendo-se a redução relativa dos vários tratamentos, a fim de permitir uma análise mais criteriosa dos níveis de tensão osmótica.

Entre os níveis N2, N3 e N4 de tensão osmótica de PEG-6000, as maiores reduções do vigor (1ª contagem da germinação), de 21,02%, 68,18% e 80,11%, respectivamente, foram observados na 'Diamante Negro', demonstrando sua elevada sensibilidade às condições de estresse hídrico (Tabela 4).

A cultivar Onix nos níveis de menor estresse hídrico (N2 e N3 - Tabela 4) apresentou as menores reduções relativas de vigor (1ª contagem da germinação) A cv. Jalo Precoce, (Tabela 4) cujos valores médios de redução relativa nos níveis N2, N3 e N4, foram de 8,54% 21,95% e 44,51%, respectivamente, destacou-se sempre entre as cultivares com menores médias de redução relativa. Mostrou-se, portanto, mais tolerante que as demais ao déficit hídrico simulado pelas soluções de PEG-6000.

Nos dois níveis mais baixos de potenciais osmóticos (N5 e N6) que as cultivares Jalo Precoce e Onix foram, relativamente, menos afetadas pelas diferentes concentrações de PEG-6000, podendo ser classificadas, também como tolerantes às condições de seca simulada. Ainda com base na Tabela 4, nota-se que nos níveis N5 e N6 (baixos teores de água no substrato) as cultivares São José e Goytacazes, bem como a 'Diamante Negro'

apresentaram as maiores reduções relativas em relação à testemunha, mostrando baixo vigor nas condições adversas de estresse.

O efeito do polietileno glicol-6000 foi drástico para algumas cultivares no nível N5, pois as reduções relativas do vigor (1ª contagem da germinação) variaram de 58,68% a 92,04%. No nível N6 a redução variou entre 81,71% e 99,43%, mostrando também a variação de sensibilidade entre os materiais genéticos (Tabela 4).

Pelos dados apresentados na Tabela 5, observa-se que as cultivares Safira, Jalo Precoce e Onix apresentaram valores baixos de redução relativa da germinação (< 8%) para os níveis N2 e N3. Enquanto que, entre estes níveis, as cultivares Diamante Negro e Novo Jalo sofreram a maior redução relativa, superior a 30%, ou seja, as cultivares Safira, Jalo Precoce e Onix foram relativamente mais tolerantes às condições de déficit hídrico que 'Diamante Negro' e 'Novo Jalo' nos baixos níveis de tensão osmótica.

Quando se comparam todos as médias de redução relativa da interação cultivares x níveis, apresentados na Tabela 4 (contagem no 5º dia) e na Tabela 5 (contagem no 9º dia), nota-se que as médias de redução relativa diminuíram de forma geral.

Em relação aos dados médios de redução relativa da Tabela 5, nos dois níveis de maior influência dos efeitos osmóticos das soluções de PEG-6000, N5 e N6, as cultivares Onix e Jalo Precoce sobressaíram-se mais tolerantes que as demais, demonstrando serem relativamente apropriadas às regiões semi-áridas, como o Nordeste brasileiro. As cultivares Diamante

Negro e Goytacazes apresentaram elevadas reduções relativas de germinação, superiores a 70% para os níveis N5 e N6, sendo portanto, nestas condições, cultivares sensíveis aos baixos potenciais osmóticos.

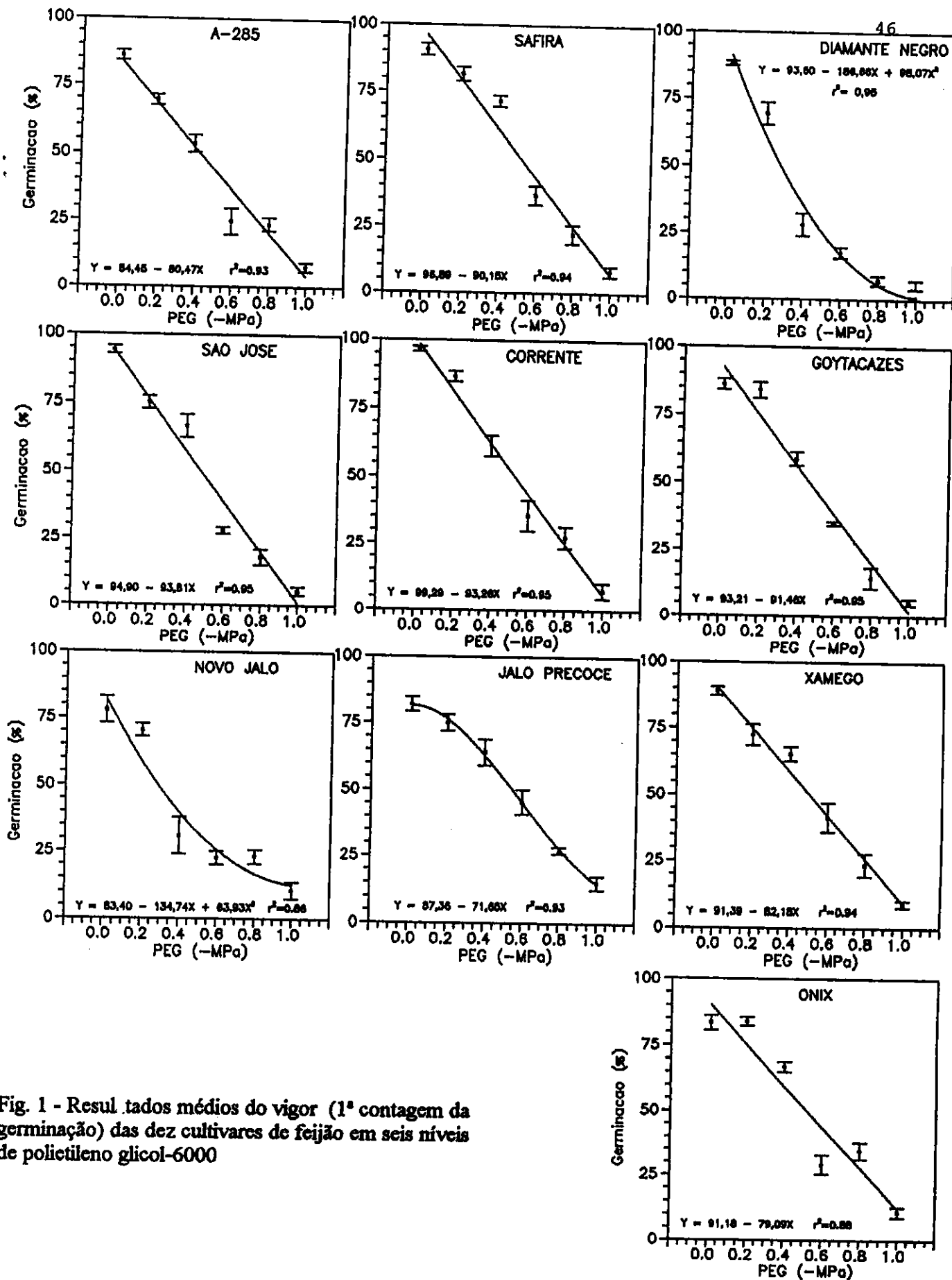


Fig. 1 - Resultados médios do vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

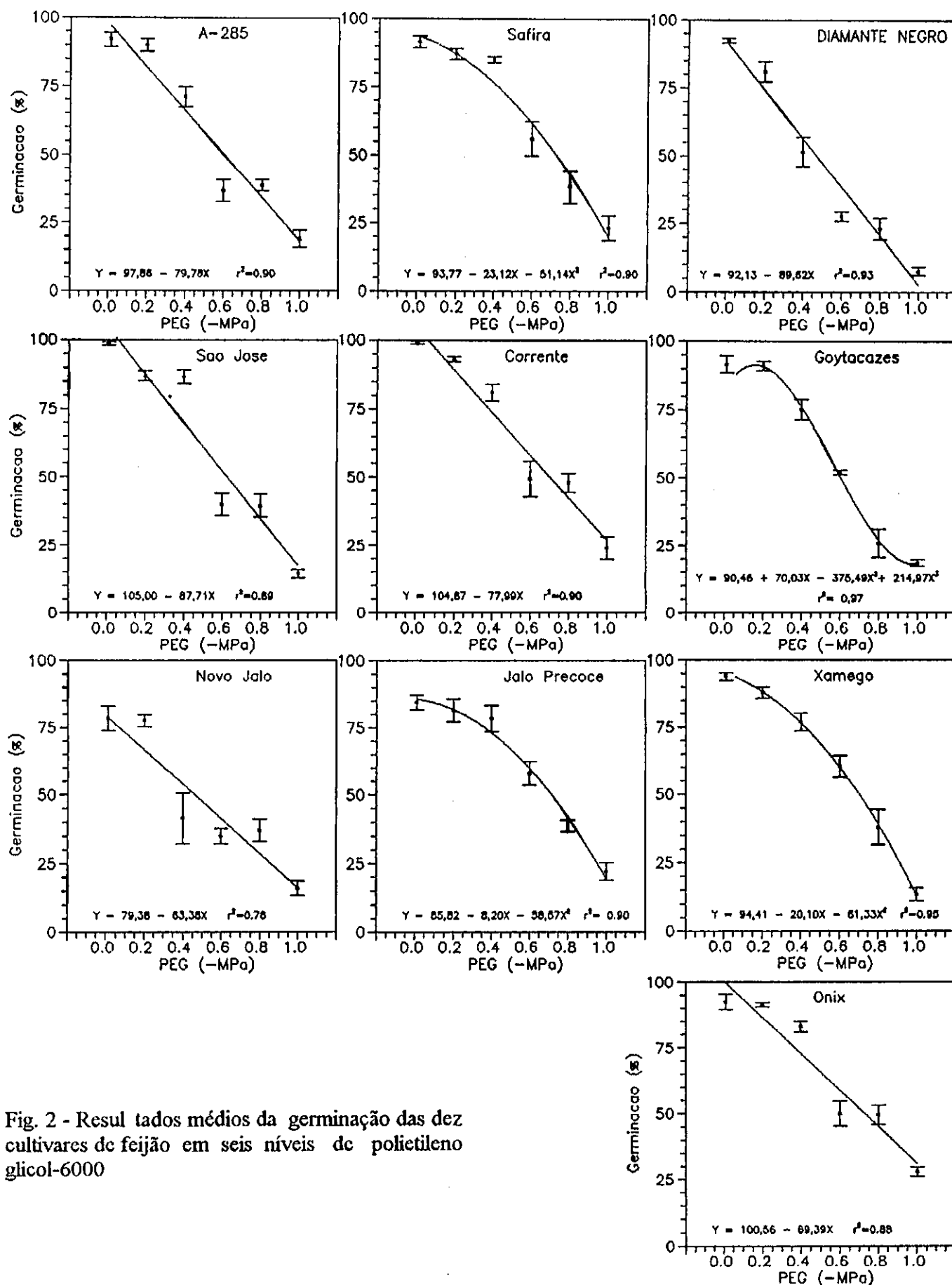


Fig. 2 - Resultados médios da germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

TABELA 4 - Redução relativa da porcentagem do vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	% - Redução Relativa*				
	N2	N3	N4	N5	N6
1. A 285	19,19	37,79	71,51	72,67	91,28
2. SAFIRA	9,94	20,99	59,67	75,69	91,16
3. DIAM. NEGRO	21,02	68,18	80,11	92,04	97,73
4. SÃO JOSÉ	20,21	29,26	70,21	78,19	94,15
5. CORRENTE	10,36	36,27	63,21	68,39	92,23
6. GOYTACAZES	2,32	31,40	59,30	83,14	93,60
7. NOVO JALO	9,62	67,31	71,15	70,51	86,54
8. JALO PRECOCE	8,54	21,95	44,51	67,07	81,71
9. XAMEGO	18,54	26,40	53,37	73,60	89,89
10. ONIX	**	19,76	65,27	58,68	86,83

* Em relação à testemunha.

** Não houve redução

TABELA 5 - Redução relativa da porcentagem de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	% - Redução Relativa*				
	N2	N3	N4	N5	N6
1. A 285	2,17	22,83	60,33	58,15	79,35
2. SAFIRA	4,92	7,10	38,80	58,47	74,86
3. DIAM. NEGRO	12,43	44,32	70,27	75,14	91,89
4. SÃO JOSÉ	11,68	12,18	59,39	59,90	85,28
5. CORRENTE	6,06	18,18	50,00	51,52	75,76
6. GOYTACAZES	0,55	18,03	43,17	71,58	79,78
7. NOVO JALO	1,27	47,13	55,41	52,87	79,62
8. JALO PRECOCE	3,55	7,10	31,36	56,21	73,96
9. XAMEGO	6,38	18,08	35,64	59,57	85,64
10. ONIX	1,08	10,27	45,94	46,49	69,73

* Em relação à testemunha.

Redução relativa (%) = $\left[1 - \frac{\% \text{ de germ. p/ uma cv. em um nível de PEG-6000}}{\% \text{ de germ. da mesma cv. na testemunha}} \right] \times 100$

4.1.2 Plântulas Anormais no Teste de Germinação em Diferentes Potenciais Osmóticos

Os resultados da análise de variância (Quadrado Médio) realizada com os dados de plântulas anormais nos estudos de germinação encontram-se na Tabela 6. Observam-se efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade, para cultivares (C), para níveis de tensão osmótica (N), e para a interação

C x N.

A porcentagem de plântulas anormais variou entre as cultivares (C) de feijão estudadas, dependendo das condições de estresse hídrico simulado pelos seis níveis de PEG-6000 (Figura 3). As cultivares Xamego (C9), Jalo Precoce (C8), Novo Jalo (C7) e Goytacazes (C6) apresentaram os maiores percentuais de anormalidade (>4%). A cultivar mais sensível à anormalidade foi a Xamego (C9), com um valor percentual igual a 7,42% enquanto que as mais resistentes foram Safira (1,83%) e Corrente (1,84%).

Na Tabela 7 (dados originais na Tabela 7A), observa-se que não houve diferença estatística entre os níveis N3, N4, N5 e N6, correspondendo aos valores percentuais mais altos de plântulas anormais, melhor visualizados através da, Figura 4. O nível N2 foi aquele que apresentou a menor porcentagem de plântulas anormais, seguido da testemunha (N1), tendo ambos diferido significativamente dos demais níveis.

Adegbuyi (1979) citado por Adegbuyi et al. (1981) e Nienow et al. (1991) também encontraram resultados que indicam a elevação do percentual de plântulas anormais quando em contato com soluções osmóticas de PEG em níveis crescentes. Segundo

Mexal et al. (1975) e Emmerich & Hardegree (1990) é possível que a anormalidade das plântulas seja influenciada pela alta viscosidade do PEG e sua baixa solubilidade em oxigênio, que diminui com o aumento do seu peso molecular e com o aumento da sua concentração. Entre os níveis N5 e N6 observa-se que não houve diferença significativa, entre as cultivares, com exceção da 'Safira'. Isto significa que nestes níveis o efeito das concentrações de PEG-6000 foi igual para os diversos materiais genéticos, exceto para a 'Safira', que apresentou grande incremento de anormalidade entre os níveis N5 e N6 (Tabela 7). Entretanto, quando analisa-se a média de cada cultivar sob efeito dos seis níveis de PEG-6000 observa-se, que 'Safira' obteve a menor percentagem de plântulas anormais, não diferindo estatisticamente de 'A 285', 'Diamante Negro', 'São José', 'Corrente' e 'Onix', podendo-se afirmar que estas cultivares são relativamente resistentes à anormalidade provocada pelos crescentes níveis de concentrações de PEG-6000 (Niecowa et al., 1991).

Durante o experimento, observou-se que a maioria das anormalidades consistia de ausência de radícula, radícula atrofiada e sistema radicular sem a raiz principal ou com poucas raízes secundárias. El-Sharkawi & Springuel (1977) reduziram o potencial osmótico do substrato com solução de PEG-4000 em contato com sementes de trigo, cevada e sorgo e observaram respostas diferentes na germinação de sementes, bem como uma maior sensibilidade na emergência da radícula.

4.1.3 Sementes Infectadas no Teste de Germinação em Diferentes Potenciais Osmóticos

A análise de variância (Quadrado Médio) realizada com os dados de sementes infectadas, nos estudos de germinação, encontram-se na Tabela 6. Observam-se efeitos significativos, ao nível de 0,01 de probabilidade, tanto para os dois fatores estudados (cultivares e níveis de PEG-6000), como para a interação C x N.

Os valores médios de sementes infectadas no teste de germinação, referentes às dez cultivares (C) de feijão encontram-se representados na figura 5, onde se observa que as cultivares Diamante Negro (3), Novo Jalo (C7) e Jalo Precoce (C8) apresentaram valores percentuais superiores a 14%, enquanto que nas demais os valores foram inferiores a 11%. A cultivar Novo Jalo (C7) teve o maior índice de infecção (22,17%) quando submetida aos seis diferentes níveis de PEG-6000. 'Corrente' (C5) e 'São José' (C4) foram as mais resistentes, com médias de apenas 3,50% e 3,95% de sementes infectadas (Tabela 8A). Analisados, assim, superficialmente fica uma dúvida se as sementes vieram já infectadas, se foi decorrente da manipulação durante os testes de germinação ou se foi devido ao polietileno glicol. Vale ressaltar que os rolos de papel Germitest, em que as sementes foram postas para germinar, só foram abertos uma vez, por ocasião da avaliação, procedimento análogo para todos os materiais genéticos.

Entretanto, quando são analisados os efeitos dos níveis de polietileno glicol (Figura 6) observa-se que, a porcentagem de

sementes infectadas aumentou na medida em que se elevaram os níveis de concentração osmótica, variando de 6,25% (N1) a 18.30% (N6).

Pelas médias expostas na Tabela 8, verifica-se que os níveis N5 e N6 apresentam diferenças significativas entre si e em relação aos demais, enquanto N1, N2, N3 e N4 são estatisticamente semelhantes. Na literatura disponível, não foi encontrado qualquer trabalho avaliando o índice de infecção das sementes, em função de soluções de polietileno glicol.

Quando se comparam todos os níveis de PEG, entre si (N1 a N6-Tabela 8), observa-se que apenas as cultivares Safira e Novo Jalo não apresentam diferenças significativas, com altos percentagens de sementes infectadas, em todas as concentrações.

Para o nível mais alto (N6) observa-se que os valores de percentagem de sementes infectadas foram significativamente elevados quando comparados com a testemunha (N1) e que a maioria das cultivares apresentaram diferenças significativas, sendo exceções além da 'Novo Jalo' os materiais 'Safira', 'São José', e 'Corrente', com altos índices de infecção desde a testemunha

(-0,0MPa); neste caso, provavelmente as sementes vieram já infectadas. Nas outras cultivares, em que a influência inicial foi menor, é mais fácil se observar o efeito do PEG sobre o percentual de infecção.

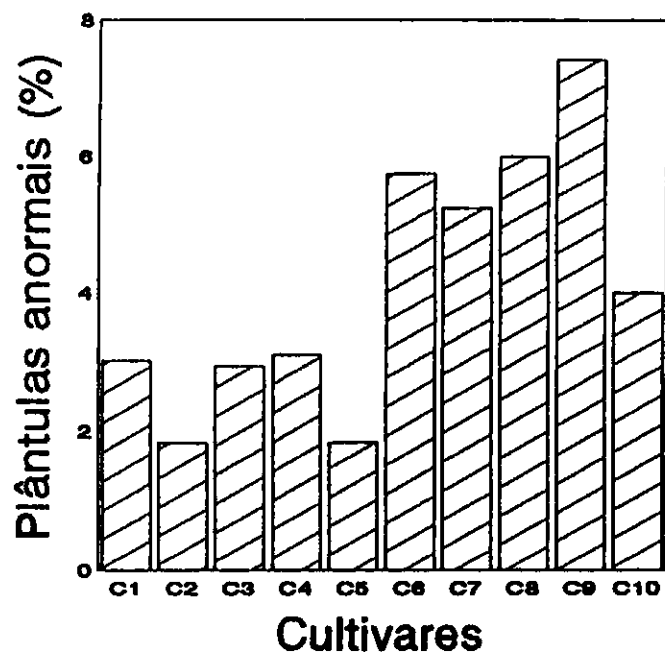


Fig. 3. Porcentagem de plântulas anormais para cada cultivar em estudo sob o efeito dos níveis de PEG-6000.

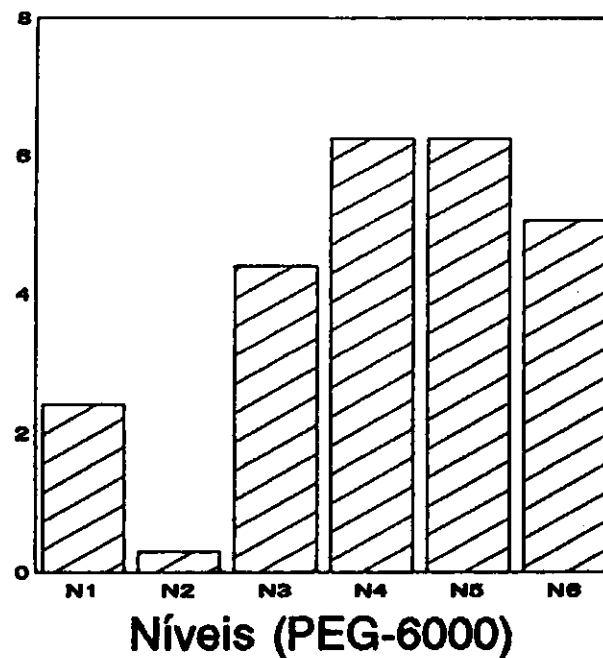


Fig. 4. Efeito dos níveis de PEG-6000 sobre a porcentagem de plântulas anormais.

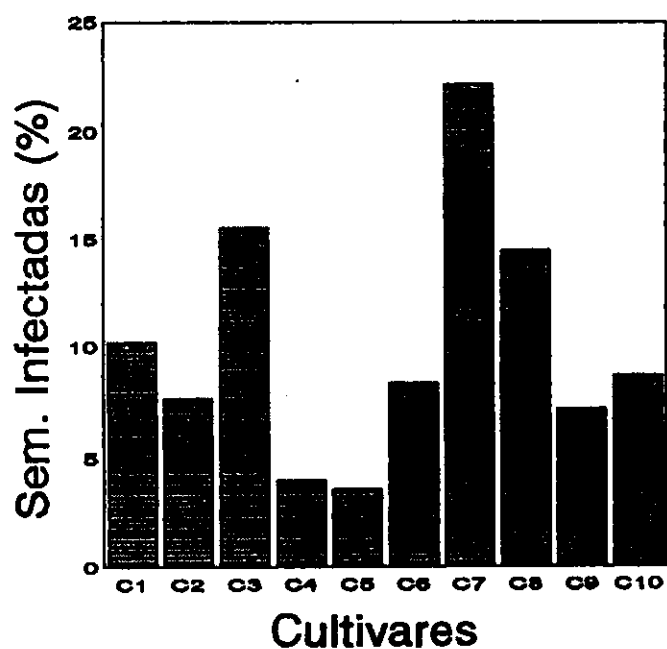


Fig. 5. Porcentagem de sementes infectadas para cada cultivar em estudo sob o efeito dos níveis de PEG-6000.

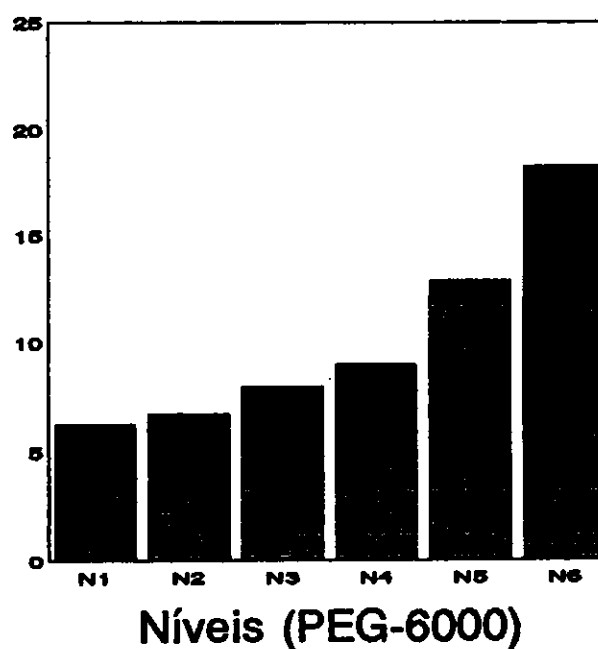


Fig. 6. Efeito dos níveis de PEG-6000 sobre a porcentagem de sementes infectadas.

4.2 VIGOR DAS PLÂNTULAS

Os valores de Quadrado Médio para os parâmetros de vigor estão apresentados na Tabela 9, com efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para cultivares (C), níveis (N), bem como para a interação C x N.

De acordo com Heydecker (1972), o índice de vigor de sementes é geralmente descrito por uma germinação e crescimento precoce de plântulas sob condições adversas que incluem situações de estresse no meio utilizado, como substrato.

4.2.1 Comprimento do Hipocótilo

Os valores do teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade, aplicado às médias, encontram-se na Tabela 10, e estão representados na Figura 7. Nos níveis N1 e N2, as dez cultivares mostraram diferenças significativas entre si e nos níveis N3 e N4 foi muito drástico o efeito osmótico do PEG-6000 no comprimento do hipocótilo, sem diferenças significativas entre os materiais genéticos (Tabela 10).

Ainda pela Tabela 10 verifica-se através das médias, que no tratamento N1 (testemunha) a cultivar A-285 apresentou o maior valor de comprimento do hipocótilo, não diferindo significativamente de 'Safira', 'São José', 'Corrente' e 'Xamego'. As cv. Novo Jalo, Onix e Goytacazes desenvolveram o menor comprimento do hipocótilo. Dessas cultivares que se sobressaíram no nível N1, apenas 'A-285', 'Corrente' e 'Xamego' continuaram a emitir um maior hipocótilo no potencial -0,2MPa

(N2), diminuindo muito em 'Safira' e 'São José'. Nos níveis de PEG-6000 de menores tensões osmóticas (N5 e N6), o efeito osmótico foi tão drástico que não houve germinação nas dez cultivares estudadas.

Vale ressaltar que só foi possível realizar este teste de vigor porque adaptou-se a metodologia, conforme descrita em 3.7, uma vez que os níveis de PEG restringiram bastante a germinação, em termos de emissão de hipocótilo e de radícula.

Como já foi abordado anteriormente no item 4.1.1, a análise estatística desses dados (Tabela 10), não leva em conta as diferenças de vigor decorrentes da origem das sementes, entre as cultivares para o nível testemunha (N1).

O comprimento do hipocótilo das dez cultivares de feijão apresentou resultados diferenciados em relação aos níveis de polietileno glicol-6000 (Figura 7). Verifica-se que os valores médios do comprimento do hipocótilo foram bastante reduzidos, a partir do nível de $-0,2\text{MPa}$, quando comparados com a testemunha ($-0,0\text{MPa}$), sendo que a partir de $-0,4\text{MPa}$ estas reduções foram ainda mais drásticas e, para os níveis $-0,8\text{MPa}$ e $-1,0\text{MPa}$, atingiram 100%, ou seja, não houve germinação das sementes das cultivares estudadas.

O aumento da concentração osmótica de PEG-6000 reduziu o comprimento do hipocótilo em decorrência dos efeitos osmóticos, concordando com os resultados de Parmer & Moore (1968) e Prisco (1978). Efeitos similares foram encontrados para *Zea mays* L. (Singh & Singh, 1981), *Triticum aestivum* L. (Singh &

Singh, 1982), *Sesbania exaltata* L. (Johnson et al., 1979) e *Raphanus sativus* L. (Fernandez et al., 1978).

Observa-se na Figura 7 que o comprimento do hipocótilo e os níveis de concentração de PEG-6000 estão associados entre si, significativamente, expressos em equações de regressão.

Melhor interpretação e discussão dos dados é possível através da comparação de cada nível com a testemunha, obtendo-se a redução relativa, conforme apresentado na Tabela 11. O polietileno glicol-6000 provocou em todas as cultivares, nos níveis N3 e N4, reduções do comprimento do hipocótilo, superiores a 70%, valendo lembrar que nos níveis N5 e N6, as sementes nem chegaram a germinar.

Observa-se que entre a testemunha (N1) e o nível N2, as cultivares Jalo Precoce, Novo Jalo e Safira apresentaram as maiores reduções médias de comprimento de hipocótilo, superiores a 89%, demonstrando o seu baixo vigor neste nível de estresse hídrico simulado. Nessa mesma comparação, 'Xamego', 'Diamante Negro' e 'Corrente' foram as mais vigorosas em comprimento médio de hipocótilo, pois tiveram as menores reduções (39,22% 44,85% e 48,30%, respectivamente).

Com base, ainda, na Tabela 11, no nível N3 a maior redução relativa do comprimento do hipocótilo ocorreu na cultivar Safira (> 96%). 'Jalo Precoce', 'Corrente' e 'Goytacazes' apresentaram também, índice de vigor (comprimento de hipocótilo) bastante reduzidos (> 90%), nos níveis mais baixos de tensão osmótica. Nos níveis N3 e N4 'Onix' e 'Diamante Negro' destacaram-se em relação às demais.

TABELA 11 - Redução relativa do comprimento do hipocótilo das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Dia da contagem	% - Redução Relativa*				
	N2 8°	N3 11°	N4 20°	N5** 20°	N6** 20°
Cultivares					
1. A 285	60,44	86,81	97,21	-	-
2. SAFIRA	89,07	96,09	99,65	-	-
3. DIAM. NEGRO	44,85	84,00	96,97	-	-
4. SÃO JOSÉ	73,75	85,76	99,08	-	-
5. CORRENTE	48,30	92,61	99,41	-	-
6. GOYTACAZES	54,78	91,09	98,68	-	-
7. NOVO JALO	89,14	75,81	99,43	-	-
8. JALO PRECOCE	90,04	93,07	99,13	-	-
9. XAMEGO	39,22	88,00	99,00	-	-
10. ONIX	54,69	77,08	95,67	-	-

* Em relação à testemunha.

**Não houve germinação.

$$\text{Redução relativa (\%)} = \left[1 - \frac{\text{comp. de hip. p/ uma cv. em um nível de PEG-6000}}{\text{comp. de hip. da mesma cv. na testemunha}} \right] \times 100$$

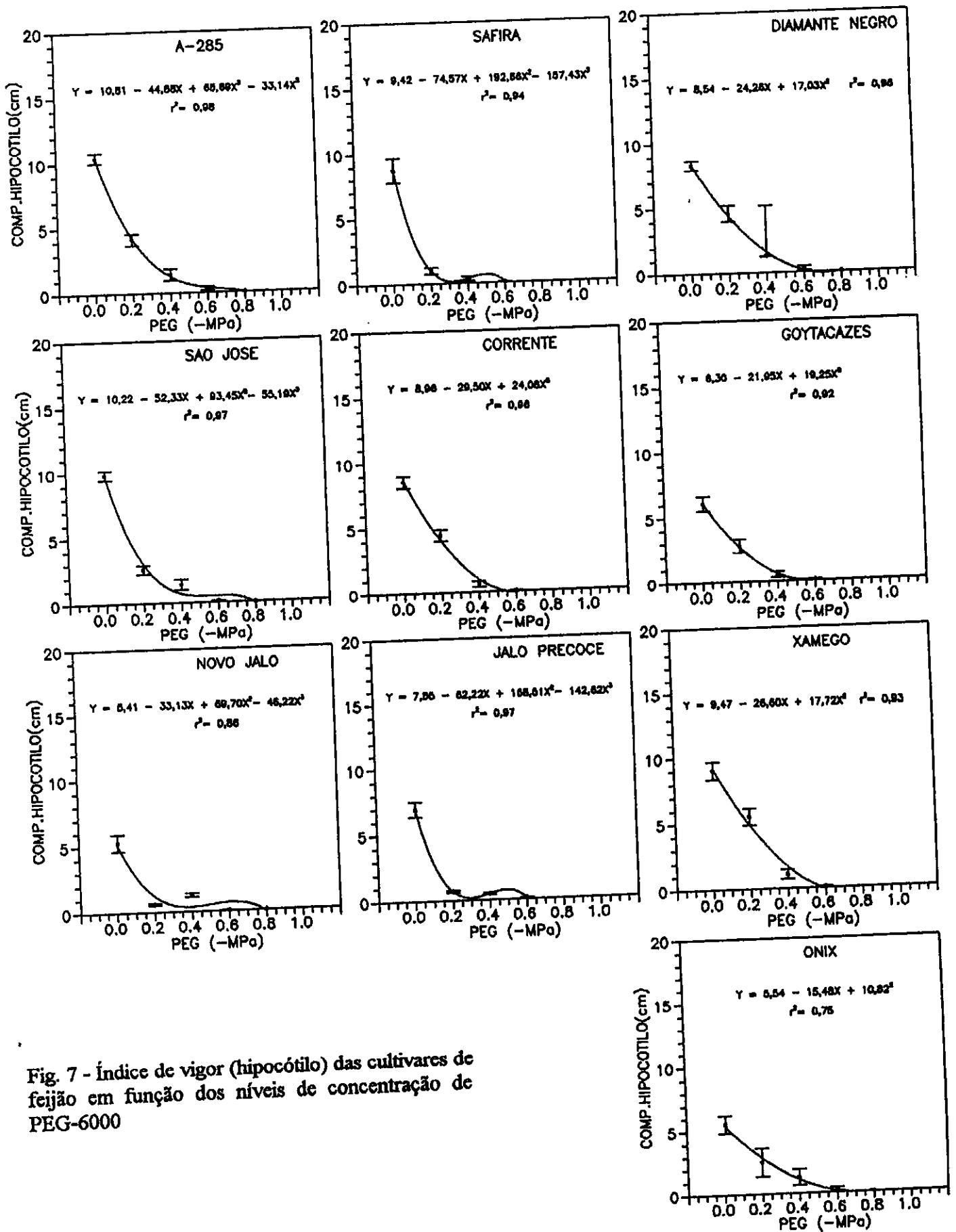


Fig. 7 - Índice de vigor (hipocótilo) das cultivares de feijão em função dos níveis de concentração de PEG-6000

4.2.2 Comprimento da Radícula

Foram observados efeitos significativos (Tabela 9) para o fator cultivares e para a interação cultivares x níveis de PEG-6000. Pelo teste de Tukey, aplicado às médias de comprimento de radícula (Tabela 12), ao nível de 0,05 de probabilidade, observa-se que o aumento das concentrações de PEG-6000 reduziu drasticamente o comprimento da radícula, inibida totalmente nos níveis N5 e N6, tendo as diferenças entre os níveis sido significativas. Tal inibição ocorreu devido ao efeito osmótico do produto sobre a absorção de água pelas sementes, o que tem sido relatado por vários autores (Prisco, 1978; Campos & Assunção, 1990), afetando seus processos fisiológicos para a plena germinação. Observa-se que, entre a testemunha (N1) e o nível N2, apenas as cv. Diamante Negro e Xamego não diferem significativamente, em comparação com os demais genótipos. Portanto, a 'Diamante Negro' e 'Xamego' mantiveram médias de comprimento de radícula com menor variação.

Para os níveis N2 e N3 verifica-se que as cv. Xamego, Diamante Negro e Novo Jalo (Tabela 12) foram as menos afetadas pelas condições de déficit hídrico simulado. Com base nas médias das cultivares, vê-se que 'Corrente' desenvolveu a radícula mais comprida não diferindo significativamente de 'A 285', 'Diamante Negro', 'São José', 'Goytacazes' e 'Xamego'. Por outro lado, as cultivares Jalo Precoce e Onix apresentaram os valores mais baixos de comprimento da radícula (4,79 e 5,12cm - Tabela 12).

Na Figura 8 é mais fácil a visualização dos efeitos sobre a radícula das cultivares. Foram encontradas correlações entre tensões osmóticas (N) e comprimento de radícula, expressas por equações de regressão em cada quadro da Figura 8. O grau das equações variou de acordo com os dados médios de comprimento de radícula para cada concentração de PEG-6000 em cada cultivar.

A partir de (N2) $-0,2\text{MPa}$, o comprimento da radícula apresentou uma diminuição acentuada, atingindo o valor zero para $-0,8$ e $-1,0\text{MPa}$ (Figura 8), isto é, nesses níveis não houve emergência de raízes. Baixos potenciais osmóticos simulados por meio do uso do PEG-6000 no substrato utilizado restringiram a absorção de água pela radícula, provocando um estresse hídrico e conseqüentemente, inibindo o alongamento da mesma, fato também observado em feijão por Prisco & O'leary (1970).

A discussão dos resultados é facilitada quando as médias de cada tratamento são comparadas à testemunha (N1) obtendo-se os valores contidos na Tabela 13. A cv. Safira apresentou as maiores reduções de comprimento de radícula, cujos valores médios foram 73,64% 82,40% e 96,96% nos níveis N2, N3 e N4, respectivamente. Por sua vez, 'Diamante Negro' apresentou as menores reduções de comprimento de radícula nos níveis citados (Tabela 13). O fato de não haver emergência de radícula nas tensões $-0,8\text{MPa}$ e $-1,0\text{MPa}$, para todos os materiais genéticos, demonstra a grande sensibilidade do *Phaseolus vulgaris* L. a baixas tensões osmóticas de PEG-6000, ou seja, a condições de

estresse hídrico simulado. Prisco & O'leary (1970) e Magalhães & Carelli (1971) também encontraram alta sensibilidade do feijão a baixos potenciais induzidos com PEG.

Resposta semelhante de redução do comprimento da radícula com a elevação das concentrações de polietileno glicol foi verificada para arroz (Campos & Assunção, 1990), e feijão (Prisco & O'leary, 1970; Magalhães & Carreli, 1971).

É possível que estas diferenças de comportamento, entre as cultivares, para os vários níveis de concentração de PEG-6000 estejam ligadas à fisiologia de cada genótipo, ou seja, à sua constituição genética.

TABELA 13 - Redução relativa do comprimento da radícula das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

	% - Redução Relativa*				
	N2	N3	N4	N5**	N6**
Dia da contagem	8° dia	11° dia	20° dia	20° dia	20° dia
Cultivares					
1. A 285	38,70	60,12	79,36	-	-
2. SAFIRA	73,64	82,40	96,96	-	-
3. DIAM. NEGRO	16,82	54,88	82,41	-	-
4. SÃO JOSÉ	61,83	56,58	94,17	-	-
5. CORRENTE	38,75	78,12	94,93	-	-
6. GOYTACAZES	34,10	78,72	95,28	-	-
7. NOVO JALO	70,84	37,99	95,80	-	-
8. JALO PRECOCE	67,99	61,07	94,37	-	-
9. XAMEGO	6,25	51,75	91,75	-	-
10. ONIX	39,14	66,70	84,22	-	-

* Em relação à testemunha.

**Não houve germinação.

$$\text{Redução relativa (\%)} = \left[1 - \frac{\text{comp. de rad. p/ uma cv. em um nível de PEG-6000}}{\text{comp. de rad. da mesma cv. na testemunha}} \right] \times 100$$

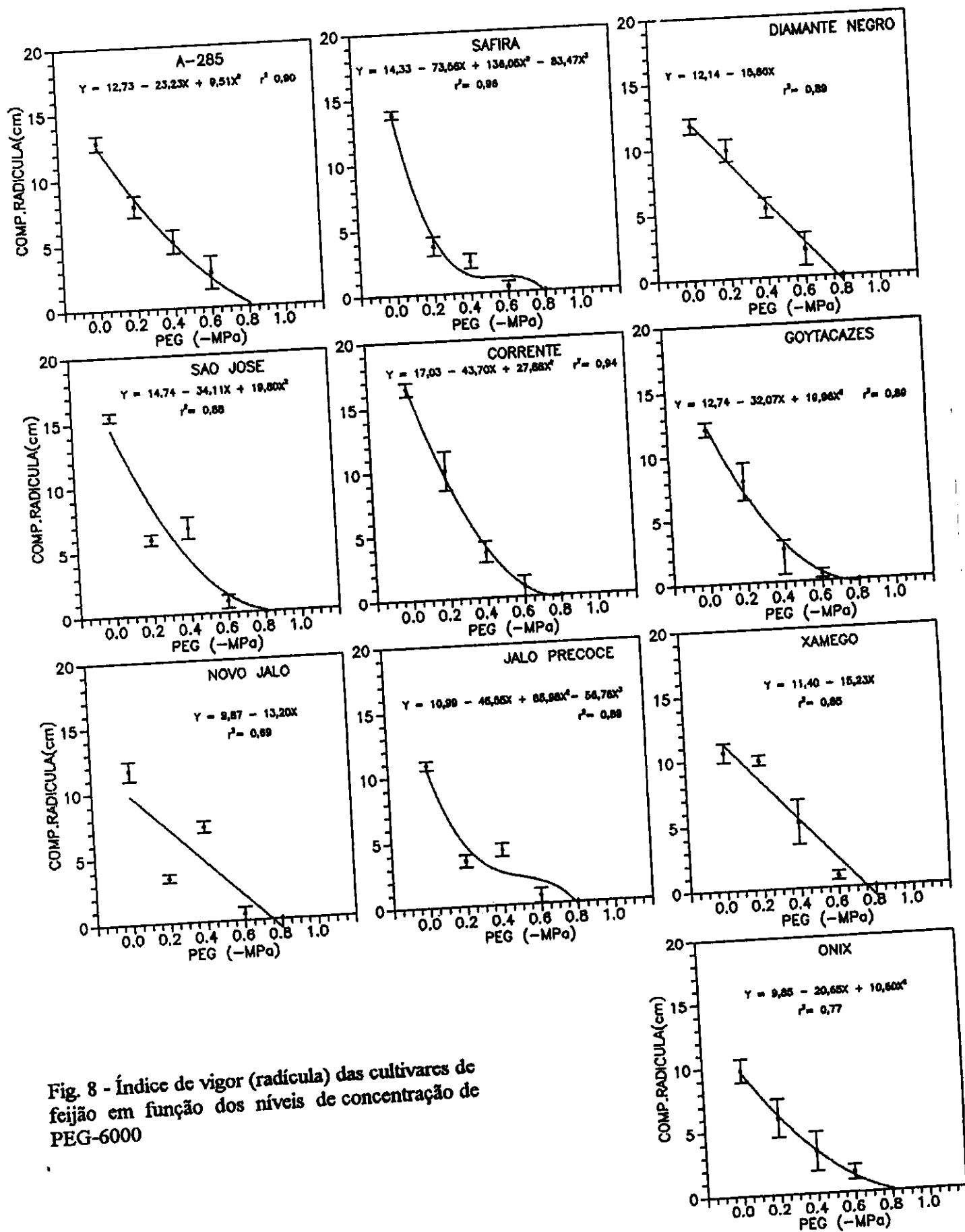


Fig. 8 - Índice de vigor (radícula) das cultivares de feijão em função dos níveis de concentração de PEG-6000

4.2.3 Comprimento Total (Hipocótilo + Radícula)

Os valores de Quadrado Médio para comprimento de hipocótilo + radícula, (Tabela 9) demonstram ter havido resposta diferenciada entre cultivares, níveis e interação C x N. A comparação das médias pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de probabilidade, encontra-se na Tabela 14 e na Tabela 15 são apresentados os dados de redução relativa dos vários níveis em relação à testemunha N1.

Os níveis de concentração de PEG-6000 (Tabela 14) reduziram significativamente o comprimento do hipocótilo + radícula, à medida em que baixava a tensão osmótica, provocando, conseqüentemente, uma diminuição da água absorvida pelas sementes/plântulas. Desta forma, a semente foi impedida de absorver a quantidade de água necessária para sua germinação e emergência normal da plântula. Efeitos similares foram encontrados por diversos autores para as culturas, de feijão (Machado et al., 1976; Magalhães & Carreli, 1971; Prisco & O'leary, 1970) e de trigo (Singh & Singh, 1983).

As cultivares mais vigorosas, quanto ao comprimento de hipocótilo + radícula na testemunha (-0,0MPa), foram 'A285', 'Safira', 'Diamante Negro', 'São José' e 'Corrente', enquanto 'A285', 'Diamante Negro' e 'Corrente' apresentaram-se superiores em todos os níveis de PEG-6000 em relação às demais (Tabela 14).

Observa-se que entre a testemunha (N1) e o nível N2, apenas a cultivar Xamego não difere significativamente das

demais, apresentando valores médios de comprimento de hipocótilo + radícula relativamente elevados, ou seja, o estresse hídrico no nível N2 não surtiu efeito significativo para a cultivar Xamego, sendo portanto, nessas condições, a mais vigorosa entre as cultivares estudadas. Nota-se que, entre a testemunha (N1) e o nível N4, há diferenças entre todas as cultivares, com reflexo da drástica redução no comprimento do hipocótilo + radícula nos baixos potenciais osmóticos induzidos pelo PEG-6000 (Tabela 14).

As cv. A 285, Safira, Corrente, Goytacazes, Jalo Precoce e Onix (Tabela 14) não apresentaram diferenças significativas entre os níveis N3 e N4, apesar da visível redução em suas médias de comprimento de hipocótilo + radícula.

Ainda pela Tabela 14, a cv. A285 apresentou o maior comprimento médio de hipocótilo + radícula entre todas as cultivares, não diferindo significativamente da 'Diamante Negro', 'São José', 'Corrente' e 'Xamego'. Por outro lado, a cultivar Jalo Precoce, logrou obter a menor média, não diferindo significativamente de 'Safira', 'Goytacazes', 'Novo Jalo' e 'Onix'. Estes resultados estatísticos mostram, quais são as cultivares relativamente tolerantes ou não às condições adversas simuladas pelas soluções de PEG-6000.

As variações ocorridas no comprimento do hipocótilo + radícula, são melhor visualizadas graficamente nas retas e curvas da Figura 9. Observa-se que o comprimento do hipocótilo + radícula e os diferentes níveis de PEG-6000 (-MPa) estão

associados, mediante equações de regressão polinomial significativas. Verifica-se para todas as cultivares que, a partir de $-0,2\text{MPa}$, reduziu-se drasticamente o comprimento total da plântula, principalmente para 'Safira'.

Todas as cultivares estudadas demonstraram alta sensibilidade às elevadas concentrações osmóticas de PEG-6000 principalmente nos níveis $-0,8$ e $-1,0\text{MPa}$, onde não houve germinação. Campos & Assunção (1990) trabalhando com sementes de arroz, sob estresse hídrico simulado por PEG-6000 obtiveram resultados semelhantes. No entanto, é necessário se considerar o vigor inerente à própria origem das sementes, refletido na testemunha (N1). Fazendo-se a comparação com as médias dos outros níveis, obteve-se a redução relativa à testemunha, permitindo avaliar melhor os efeitos do PEG-6000.

A análise, através da redução relativa com base na testemunha encontra-se na Tabela 15. As dez cultivares apresentaram grandes reduções em todos os níveis de PEG-6000, variando em 21,48% em N2 para a cultivar Xamego e 98% em N4 para a cv. Safira. Quando foram comparadas as médias de redução relativa do comprimento do hipocótilo + radícula da 'Diamante Negro' nos níveis N2, N3 e N4 com as demais médias das cultivares, observaram-se estarem elas entre as mais baixas, ou seja, a cv. Diamante Negro é relativamente vigorosa em baixos níveis de umidade. 'Safira' é a mais sensível, às condições simuladas, pelo pequeno comprimento do hipocótilo + radícula que apresentou em relação às demais cultivares nos níveis N2, N3 e N4, cujas reduções relativas foram de 79,60% 87,69% e 98%,

respectivamente. Observa-se que, nos níveis N3 e N4, o comprimento do hipocótilo + radícula obteve, respectivamente, redução superior a 72,27 e 93,93% em média para as dez cultivares.

4.2.4 Relação Radícula/Hipocótilo

Os resultados da relação radícula/hipocótilo do teste de vigor das dez cultivares de feijão estudadas encontram-se na Tabela 16. Observa-se que, de modo geral, a relação radícula/hipocótilo aumentou na medida em que se elevaram as concentrações dos níveis de PEG-6000. Em todas as cultivares, os valores médios de comprimento de radícula foram sempre superiores aos valores médios de comprimento de hipocótilo, ao longo dos seis níveis de PEG-6000 e conforme os dados das Tabelas 10 e 12, tanto a radícula como o hipocótilo reduziram-se, sendo que tal redução foi sempre maior para a parte aérea (hipocótilo). Isto mostra, possivelmente, que, em diferentes condições de estresse hídrico, durante a fase germinativa do feijoeiro, as raízes tendem a se desenvolver mais do que o hipocótilo como forma de defesa contra as condições adversas do meio, com o objetivo de absorver maior conteúdo de água para suprir a necessidade das plântulas. Estas observações estão de acordo com descrições da literatura sobre o assunto (Kramer 1969; Slatyer 1969).

TABELA 15 - Redução relativa do comprimento do hipocótilo+radícula das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

	% - Redução Relativa*				
	N2	N3	N4	N5**	N6**
Dia da contagem	8°	11°	20°	20°	20°
Cultivares					
1. A 285	48,45	72,09	87,36	-	-
2. SAFIRA	79,60	87,69	98,00	-	-
3. DIAM. NEGRO	28,37	66,88	88,41	-	-
4. SÃO JOSÉ	66,47	67,93	96,08	-	-
5. CORRENTE	42,02	83,08	96,46	-	-
6. GOYTACAZES	41,01	82,86	96,42	-	-
7. NOVO JALO	76,52	49,73	96,92	-	-
8. JALO PRECOCE	76,59	73,55	96,23	-	-
9. XAMEGO	21,48	68,44	95,09	-	-
10. ONIX	44,77	70,46	88,37	-	-

* Em relação à testemunha.

** Não houve germinação

TABELA 16 - Resultados médios da relação radícula/hipocótilo das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

	Relação radícula/hipocótilo					
	N1	N2	N3	N4	N5*	N6*
Dia da contagem	5°	8°	11°	20°	20°	20°
Cultivares						
1. A 285	1,23	1,92	3,70	9,09	-	-
2. SAFIRA	1,59	3,85	7,14	14,28	-	-
3. DIAM. NEGRO	1,43	2,17	4,00	8,33	-	-
4. SÃO JOSÉ	1,56	2,27	4,76	10,00	-	-
5. CORRENTE	1,92	2,27	5,56	16,67	-	-
6. GOYTACAZES	2,00	2,94	4,76	7,14	-	-
7. NOVO JALO	2,22	5,88	5,56	16,67	-	-
8. JALO PRECOCE	1,56	5,00	9,09	10,00	-	-
9. XAMEGO	1,18	1,82	4,76	10,00	-	-
10. ONIX	1,75	2,38	2,56	6,25	-	-

* Não houve germinação.

$$\text{Redução relativa (\%)} = \left[1 - \frac{\text{comp. de hip+rad. p/ uma cv. em um nível de PEG-6000}}{\text{comp. de hip+rad. da mesma cv. na testemunha}} \right] \times 100$$

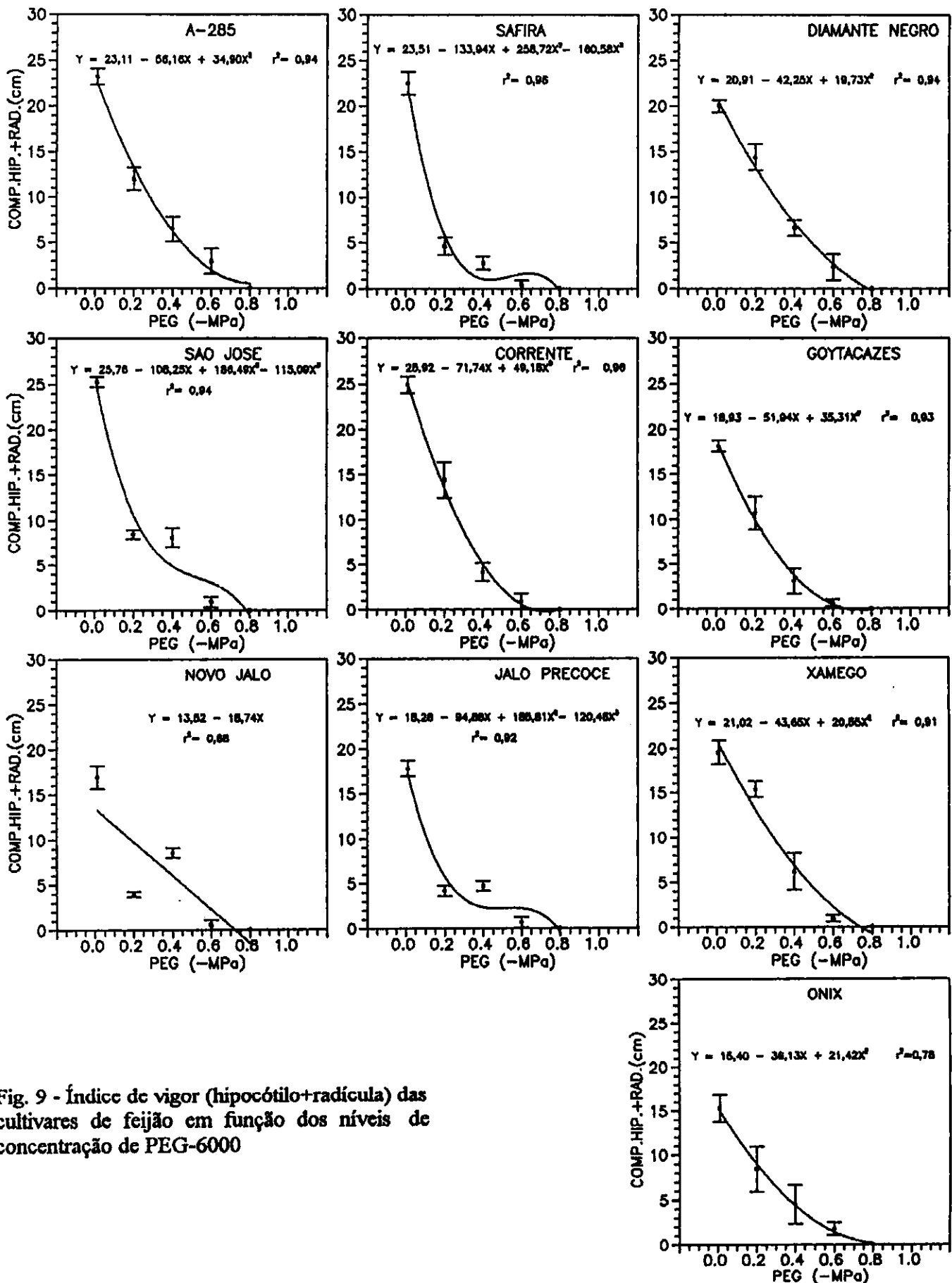


Fig. 9 - Índice de vigor (hipocótilo+radícula) das cultivares de feijão em função dos níveis de concentração de PEG-6000

5. CONCLUSÕES

1. Há influência do estresse hídrico induzido por polietileno glicol-6000 sobre a germinação das sementes e vigor das plântulas.
2. No teste de germinação (1ª e 2ª contagem) as cultivares Jalo Precoce e Onix são as mais tolerantes a baixos potenciais osmóticos (-0,8MPa e -1,0MPa), enquanto que 'Diamante Negro', 'Goytacazes' e 'São José' são as mais sensíveis.
3. No teste de vigor das plântulas, a cultivar Diamante Negro é a mais vigorosa a baixos potenciais osmóticos (-0,4MPa e -0,6MPa), enquanto que 'Safira' é a mais sensível.
4. O PEG-6000, a partir do potencial -0,4MPa (N3) causa anormalidade no desenvolvimento de plântulas.
5. A percentagem de sementes infectadas para as cultivares estudadas aumenta à medida em que se elevam os níveis de concentração de PEG-6000.
6. A metodologia do teste de vigor das plântulas não se aplica bem para os potenciais de -0,8 e -1,0MPa, induzidos com PEG-6000.
7. Sob condições de estresse hídrico, simulado pelas soluções de PEG-6000, durante a germinação e desenvolvimento inicial

das plântulas, as radículas tendem a se desenvolver mais do que o hipocótilo.

RECOMENDAÇÕES

1. Testes de vigor, em baixos potenciais de umidade, induzidos por PEG-6000 devem ser feitos com maior número de sementes/repetição.
2. Identificar com maior precisão, as causas da infecção de sementes em diferentes condições: sementes tratadas a base de fungicidas, não tratadas, manipuladas, não manipuladas, e em contato com soluções de polietileno glicol, assim como, em água destilada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGBUYI, E; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). Seed Sci. & Technol. v.9, p.867-878, 1981.
- ALVIN, P. T.; KOZLOWSKI. Ecophysiology of tropical crops. Academic press, Inc. New York and London, 1977.
- AMORIM NETO, M. dos. Termometria a infravermelho associada ao balanço de energia na determinação do índice de estresse hídrico da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado. Viçosa: UFV, 1995. 89p. (Tese doutorado)
- BERKAT, O., BRISKE, D. D. Water potencial evaluation of three germination substrates utilizing polyethylene glicol 20,000. Agronomy Journal, Madison, v.74, n.3, p518-521, 1982.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress. Hortscience, Alexandria, v.21, n.5, p. 1105-1112, 1986.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento de produção vegetal, Divisão de Sementes e Mudás. Regras para análise de sementes. Brasilia, 1976. 188p.
- BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. A comparison of different for osmotic tratament of vegetable seed. Annals of Applied Biology, v.105, p. 391-398, 1984.
- BUSSELL, W. T.; GRAY, D. Effects of pre-sowing seed treatments and temperatures on tomato (*Lycopersion esculentum* Mill.) seed germination and seedling emergence. Scientia Horticulturae, v.5, p. 101-109, 1976.
- CHING, M. T. Metabolism of germinating seeds. Academic Press, New York, v.11, p. 103-108, 1972.

- CAMPOS, I. S. & ASSUNÇÃO, M. V. Estresse salino e hídrico na germinação e vigor do arroz. Fortaleza, CE. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.25, n.6, p857-862, 1990.
- DASHET, W. V.; ERICKSON, S. S. Isolation, assay, biosynthesis, metabolism, uptake, translocation and function of proline in plant cells and tissues. Botanical Review, v.47, p. 349-385, 1981.
- EL-SHARKAWI, H. N.; SPRINGUEL, I. Germination of some crop plant seeds under reduced water potencial. Seed Science & Technol, v.5, p. 677-688, 1977.
- EMMERICH, W. E. & HARDEGREE, S. P. Polyethylene glycol solution contact effects on seed germination. Agronomy Journal, Madison, v.82, p1103-1107, nov.-dec. 1990.
- EVANS, W. F.; STICKLER, F. C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stresses. Agronomy Journal, v.53, p. 369-372, 1961.
- FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília. EMBRAPA-DPU, 1989. 425p. ilustr. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 18).
- FERNANDEZ, H. G.; JOHNSTON, B. M. The effect of water potencial on radish germination. Agricultura Teonica, v.38, n.2, p. 69-72, 1978.
- FIEGENBAUM, V.; SANTOS, D. S. B. dos; MELLO, V. D. C.; SANTOS FILHO, B. G. dos; TILLMAN, M. A. A.; SILVA, J. B. da. Influência do déficit hídrico sobre os componentes de rendimento de três cultivares de feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.26, n.2, p. 275-280, 1991.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. O feijão no Paraná. Londrina, 1989. 303p. ilustr. (IAPAR, circular, 63).
- 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 Sci. & Technol., v.19, p. 581-590, 1991.
- GRUMET, R.; HANSON, A. D. Genetic evidence of osmotic regulatory function of glycine-betaine accumulation in barley. Australian Journal of Plant Physiology, v.13, p. 353-364, 1986.

- HADAS, A.; STIBBE, E. Physical aspects of soil, water and salt in ecosystems. Ecol. Stud., v.4, p. 97-106, 1973.
- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmoticum solutions. J. Exp. Bot., v.27, p. 480-489, 1976.
- HADAS, A. A suggested method for testing seed vigor under water stress in simulated arid conditions. Seed Sci. and Technol., v.5, p. 519-525, 1977.
- HEGARTY, T. W. Seed and seedling susceptibility to phased moisture stress in soil. J. Exp. Bot., v.28, p. 659-668, 1977a.
- HEGARTY, T. W. Seed and germination under moisture stress. New Phytol., v.78, p. 349-359, 1977b.
- HEYDECKER, W. Drought hazard to seed germination. Ann. Arid. Zone, v.6, p. 22, 1967.
- HEYDECKER, W. Vigour. In Viability of seeds. Chapman & Hall, London, p. 209-252, 1972.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds. Seed Science and Technology, Zurich, v.3, p. 881-888, 1975.
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance - Survey and attempted prognosis. Seed Science and Technology, v.5, p. 353-425, 1977.
- JOHNSON, 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.
- KRAMER, P. J. Plant and Soil Water Relationships. A Modern Synthesis. New York, McGraw-Hill, 1969. 482p.
- 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.
- 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. Academic Press, New York and London, 2nd Ed., v.1, 1979.
- LOPES, G. M., PIMENTEL, M. L., MIRANDA, P. & REIS, O. V. DOS. Efeito do déficit hídrico induzido pelo manitol e cloreto de sódio na germinação de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v.6, n.(especial), p49-59, 1989.
- LOUREIRO, B. T.; MACHADO, P. B.; DENÍCULE, W.; FERREIRA, P. A. Efeito de diferentes lâminas de água sobre a produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista ceres, v.37, n.211, p. 215-226, 1990.
- MACHADO, R. G. O.; RENA, A. R. & VIEIRA, C. Efeito da desidratação osmótica na germinação de sementes de vinte cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). Revista Ceres, Viçosa, v.23, n.128, p302-309, 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.32, p19-26, 1972.
- MANOHAR, M. S.; HEYDECKER, W. Effects of water potential on germination of pea seeds. Nature, v.202, p. 22-24, 1964.
- MANOHAR, M. S. Effect of "osmotic" system on germination of peas (*Pisum sativum*, L.). Planta, v.71, p81-86, 1966.
- MANOHAR, M. S.; MATHUR, M. K. Effect of temperature and moisture stress on germination of seeds, II. studies on *Dolichos lablab* and *Licopersicon esculentum* mill. Seed Res, v.3, n.2, p. 94-111, 1975.
- 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 potencial of poliethylene glicol 6000. Plant physiology, Rockville, v.51, p. 914-916, 1973.
- NICNOW, 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 Sci. & Technol., v.19, p. 107-116, 1991.

- NOGUEIRA, S. dos S. S.; NAGAI, V. Deficiência hídrica simulada nos diferentes estádios de desenvolvimento de um cultivar precoce de soja. Bragantia, v.47, n.1, p. 14, 1988.
- PAINTER, L. I. Methods of subjecting growing plants to a continuous soil moisture stress. Agronomy Journal, Madison, v.58, n.4, p459-460, 1965.
- 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, 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.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. Universidade de São Paulo, E.S.A.L.Q., Nobel, 466p, 1985.
- POPINIGIS, F. Ministério da Agricultura. AGIPLAN. Fisiologia da semente. Brasília, 1977. 289p.
- PRISCO, J. T. & J. W. O'LEARY. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds. Turrialba, v.20, p177-184, 1970.
- 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.
- ROSELEM, C. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 93p. (Boletim técnico, 8).
- RUF, R. H. Jr.; ECKERT, R. E. Jr.; GIFFORD, R. O. Osmotic adjustment of cell sap to increases in root medium osmotic stress. Soil Science, v.96, p. 326-330, 1963.
- SHARMA, M. L. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. Agronomy Journal, Madison, v.65, n.6, p982-987, 1973.
- SHARMA, M. L. Interaction of water potential and temperature effects on germination of three semi-arid plant species. Agronomy Journal, Madison, v. 68, n.2, p. 390-394, 1976.

- SINGH, K. P.; SINGH, K. Stress physiological studies on seed germination and seedling growth in maize composites. Acta Bot. Ind., v.9, p. 141-143, 1981.
- SINGH, K. P.; SINGH, K. Stress physiological studies on seed germination and seedling growth of some wheat hybrids. Ind. Pl. Physiol., v.25, n.2, p. 180-186, 1982.
- SINGH, K. P.; SINGH, K. Seed germination and seedling growth responses of some rice cultivars to water potentials. Ind. J. Pl. Physiol., v.26, n.2, p. 182-188, 1983.
- 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, 1983.
- SLAYTER, R. O. Plant-water relationships. Academic Press, New York, 366p, 1967.
- SLAYTER, R. O. Physiological Significance of Internal Water Relations to Crops Yield. In: CASTIN, J. D.; HASKINS, F. A.; SULLIVAN, C. Y. et al. Physiological Aspects of Crop Yield. Wisconsin: American Society of Agronomy, p. 53-83 1969.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. Statistical Methods. Ames, Iowa State College, 1974, 593p.
- SOUZA, B. B. de. "Uso de transformações que visam à homocedasticidade". Brasília, Universidade de Brasília - departamento de estatística, jan. 1978.
- THIMANN, K. V. The physiology of growth in plant tissue. American Scientist, v.42, p. 589-606, 1964.
- VILLELA, F. A., DONI FILHO, L. & SEQUEIRA, 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. D. Effectiveness of various solutions for simulating drought conditions as measured by germination and seedling growth. Agronomy Journal, v.51, p. 315-318, 1959.
- WRIGHT, L. N. Drought influence on germination and seedlings emergence in drought injury and resistance in crops. Crop. Sci. Soci. Amer., Medison, Spec. Publication, n.2, p. 14-44, 1971.

A P Ê N D I C E S

APÊNDICE A

TABELAS

TABELA 1 - Quadrado médio da porcentagem de germinação e do vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Fontes de Variação	Germinação no 5º dia	Germinação no 9º dia
Cultivares (C)	365,43**	515,02**
Níveis (N)	17112,50**	15042,79**
Interação (CxN)	89,96**	90,22**
CV	10,35	9,67

Análise realizada com dados transformados em $\text{arc. sen}(P/100)^{1/2}$

Significativo ao nível de 0,01(**) de probabilidade.

TABELA 2 - Resultados médios do vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	68,15bcA	56,51cB	47,01bc	29,28cdD	28,91abD	15,60aE	40,91cd
2. SAFIRA	72,45abcA	64,69abcAB	57,78aB	37,10abcC	27,76abD	16,10aE	45,98ab
3. DIAM. NEGRO	69,76abcA	56,62cB	31,76cC	24,62dC	15,04cD	13,07aD	35,15e
4. SÃO JOSÉ	76,08abA	60,08abcB	54,75abB	31,93bcdC	24,89bcC	13,13aD	43,48abc
5. CORRENTE	79,51aA	68,61aB	51,71abc	36,38abcD	31,42abD	15,02aE	47,11a
6. GOYTACAZES	68,21bcA	66,69abA	50,20abB	36,27abcC	21,65bcD	13,23aD	42,71bc
7. NOVO JALO	62,50cA	57,15bcA	33,37cB	28,21cdB	28,54abB	18,03aC	37,97de
8. JALO PRECOCE	65,05cA	60,11abcAB	53,23abB	42,38aC	31,29abD	22,62aD	45,78ab
9. XAMEGO	70,80abcA	58,52bcB	54,07abB	40,03abC	28,70abD	17,33aE	44,91abc
10. ONIX	66,26bcA	66,50abcA	54,97abB	32,42abcdC	35,90aC	19,14aD	45,86ab
Média	69,88A	61,55B	48,88C	33,86D	27,41E	16,33F	42,98

d.m.s. (cultivares) = 4,11

d.m.s. (níveis de PEG-6000) = 2,87

d.m.s. (cultivar dentro de cada nível de PEG-6000) = 10,07

d.m.s. (níveis dentro de cada cultivar) = 9,07

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

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.

TABELA 2A - Resultados médios do vigor (1ª contagem da germinação) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	86,00	69,50	53,50	24,50	23,50	7,50	44,08
2. SAFIRA	90,50	81,50	71,50	36,50	22,00	8,00	51,67
3. DIAM. NEGRO	88,00	69,50	28,00	17,50	7,00	0,50	35,08
4. SÃO JOSÉ	94,00	75,00	66,50	28,00	18,00	5,50	47,83
5. CORRENTE	96,50	86,50	61,50	35,50	27,50	7,50	52,50
6. GOYTACAZES	86,00	84,00	59,00	35,00	14,50	5,50	47,33
7. NOVO JALO	78,00	70,50	31,00	22,50	23,00	10,50	39,25
8. JALO PRECOCE	82,00	75,00	64,00	45,50	27,00	15,00	51,42
9. XAMEGO	89,00	72,50	65,50	41,50	23,50	9,00	50,17
10. ONIX	83,50	84,00	67,00	29,00	34,50	11,00	51,50
Média	87,35	76,80	56,75	31,55	22,05	8,00	47,08

Dados originais sem transformação.

TABELA 3 - Resultados médios do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	74,13bcA	71,95abA	57,56aB	37,07cdC	38,33abc	25,58abD	50,77c
2. SAFIRA	73,44bcdA	69,06abA	67,25aA	48,59abB	37,87abc	28,38aC	54,10abc
3. DIAM. NEGRO	74,19bcA	64,50abA	45,88bB	31,60dC	28,45bc	15,65bd	43,38d
4. SÃO JOSÉ	83,70abA	68,99abB	68,69aB	39,17bcdC	38,87abc	22,30abD	53,62abc
5. CORRENTE	85,53aA	74,76aB	64,35aC	44,68abcd	43,84aD	29,05aE	57,03a
6. GOYTACAZES	75,09abcA	72,78abA	60,16aB	46,15abcC	30,23bD	25,44abD	51,64bc
7. NOVO JALO	62,80dA	61,76bA	39,79bB	36,23cdB	37,39abB	23,37abc	43,56d
8. JALO PRECOCE	67,04cdA	64,95abA	62,74aA	49,66abB	37,62abc	27,79aC	51,60bc
9. XAMEGO	76,08abcA	69,94abAB	61,55aB	51,14aC	37,84abD	21,35abE	52,98abc
10. ONIX	74,98abcA	73,13aA	65,77aA	44,98abcB	44,71aBC	31,91aC	55,91ab
Média	74,70A	69,18B	59,37C	42,93D	37,49E	25,08F	51,46

d.m.s. (cultivares) = 4,60

d.m.s. (níveis de PEG-6000) = 3,21

d.m.s. (cultivar dentro de cada nível de PEG-6000) = 11,28

d.m.s. (níveis dentro de cada cultivar) = 10,16

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

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.

TABELA 3A - Resultados médios do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	92,00	90,00	71,00	36,50	38,50	19,00	57,83
2. SAFIRA	91,50	87,00	85,00	56,00	38,00	23,00	63,42
3. DIAM. NEGRO	92,50	81,00	51,50	27,50	23,00	7,50	47,17
4. SÃO JOSÉ	98,50	87,00	86,50	40,00	39,50	14,50	61,00
5. CORRENTE	99,00	93,00	81,00	49,50	48,00	24,00	65,75
6. GOYTACAZES	91,50	91,00	75,00	52,00	26,00	18,50	59,00
7. NOVO JALO	78,50	77,50	41,50	35,00	37,00	16,00	47,58
8. JALO PRECOCE	84,50	81,50	78,50	58,00	37,00	22,00	60,25
9. XAMEGO	94,00	88,00	77,00	60,50	38,00	13,50	61,83
10. ONIX	92,50	91,50	83,00	50,00	49,50	28,00	65,75
Média	91,45	86,75	73,00	37,45	39,15	18,60	58,96

Dados originais sem transformação.

TABELA 6 - Quadrado médio da porcentagem de plântulas anormais e sementes infectadas, do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Fontes de Variação	Plântulas anormais	Sementes infectadas
Cultivares (c)	154,68**	722,66**
Níveis (N)	492,62**	761,62**
Interação (CxN)	38,11**	53,33**
CV	34,08	30,78

Significativo ao nível de 0,01(**) de probabilidade.

TABELA 9 - Quadrado médio do comprimento de hipocótilo, radícula e hipocótilo+radícula de dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Fontes de Variação	Comp. de hipocótilo	Comp. de radícula	Comp. de hipocótilo +radícula
Cultivares (C)	10,80**	18,05**	51,83**
Níveis (N)	479,00**	919,04**	2692,84**
Interação (CxN)	5,04**	14,03**	30,54**
CV	29,27	27,00	25,22

Significativo ao nível de 0,01(**) de probabilidade.

TABELA 7 - Resultados médios da porcentagem de plântulas anormais do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	11,66abA	5,07aA	10,74abA	6,09dA	11,35bcA	9,48abA	9,06d
2. SAFIRA	4,05bB	4,05aB	9,83abAB	10,14cdAB	4,05cB	12,20abA	7,39d
3. DIAM. NEGRO	5,07bBC	4,05aC	13,63abA	12,57bcdA	12,20bAB	6,59bABC	9,02d
4. SÃO JOSÉ	4,05bC	4,05aC	6,94bBC	14,64abcA	13,23abAB	12,76abAB	9,28cd
5. CORRENTE	5,07bAB	4,05aB	8,81abAB	7,96cdAB	12,20bA	6,59bAB	7,45d
6. GOYTACAZES	10,99abAB	4,05aB	13,13abA	14,23abcdA	17,75abA	16,53aA	12,78ab
7. NOVO JALO	15,24aA	5,07aB	16,26aA	13,42abcdA	13,72abA	11,72abAB	12,57abc
8. JALO PRECOCE	11,91abBC	6,09aC	11,06abBC	19,66abA	17,75abAB	12,67abABC	13,19ab
9. XAMEGO	6,94bB	6,09aB	16,31aA	21,46aA	20,51aA	16,03aA	14,56a
10. ONIX	6,09bBC	4,05aC	6,09bBC	14,64abcA	13,15abAB	17,13aA	10,19bcd
Média	8,11B	4,67C	11,28A	13,48A	13,59A	12,17A	10,55

d.m.s. (cultivares) = 3,32

d.m.s. (níveis de PEG-6000) = 2,32

d.m.s. (cultivar dentro de cada nível de PEG-6000) = 8,14

d.m.s. (níveis dentro de cada cultivar) = 7,33

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

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.

TABELA 7A - Resultados médios da porcentagem de plântulas anormais do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	5,00	0,50	4,50	1,00	4,00	3,00	3,00
2. SAFIRA	*	*	3,00	3,50	*	4,50	1,83
3. DIAM. NEGRO	0,50	*	6,00	5,00	4,50	1,50	2,92
4. SÃO JOSÉ	*	*	1,50	6,50	5,50	5,00	3,09
5. CORRENTE	0,50	*	2,50	2,00	4,50	1,50	1,84
6. GOYTACAZES	4,00	*	5,50	7,00	9,50	8,50	5,75
7. NOVO JALO	7,00	0,50	8,00	5,50	6,00	4,50	5,25
8. JALO PRECOCE	4,50	1,00	4,00	12,00	9,50	5,00	6,00
9. XAMEGO	1,50	1,00	8,00	13,50	12,50	8,00	7,42
10. ONIX	1,00	*	1,00	6,50	6,50	9,00	4,00
Média	2,40	0,30	4,40	6,25	6,25	5,05	4,11

Dados originais sem transformação.

* Não houve plântulas anormais.

TABELA 8 - Resultados médios da porcentagem de sementes infectadas do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	9,83abcC	12,41abcBC	16,71bBC	18,26bcABC	20,49abAB	27,68abA	17,56bc
2. SAFIRA	16,56abcAB	15,60abcAB	9,64bcB	9,48cB	21,01abA	17,33bcdAB	14,94cd
3. DIAM. NEGRO	15,30abcC	18,31abBC	19,29bBC	27,15abAB	21,20abBC	32,12aA	22,23b
4. SÃO JOSÉ	7,11bcB	10,24bcAB	7,96bcAB	7,11cB	17,77abA	11,72dAB	10,32de
5. CORRENTE	5,07cAB	5,07cAB	4,05cB	15,37bcA	13,52bAB	14,52cdAB	9,60e
6. GOYTACAZES	11,39abcB	9,83bcB	16,61bAB	11,15cB	19,78abAB	23,67abcA	15,41c
7. NOVO JALO	21,53aA	22,06aA	32,13aA	30,29aA	27,86aA	31,35aA	27,54a
8. JALO PRECOCE	18,70abB	18,84abB	16,24bB	17,20bcB	24,76abAB	31,64aA	21,23b
9. XAMEGO	12,20abcB	14,38abcAB	9,48bcB	12,67cB	13,95bAB	24,43abcA	14,52cd
10. ONIX	13,34abcBC	10,99abcC	11,56bcBC	8,62cC	21,95abAB	26,77abA	15,54c
Média	13,10C	13,77C	14,37C	15,73C	20,23B	24,12A	16,89

d.m.s. (cultivares) = 4,81

d.m.s. (níveis de PEG-6000) = 3,53

d.m.s. (cultivar dentro de cada nível de PEG-6000) = 11,78

d.m.s. (níveis dentro de cada cultivar) = 10,61

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

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.

TABELA 8A - Resultados médios da porcentagem de sementes infectadas do teste de germinação das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Cultivares	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1. A 285	3,00	5,00	8,50	10,00	12,50	22,00	10,16
2. SAFIRA	8,50	7,50	3,00	3,00	15,00	9,00	7,67
3. DIAM. NEGRO	7,00	11,00	12,00	21,00	13,50	28,50	15,50
4. SÃO JOSÉ	1,50	4,00	2,00	1,50	10,00	4,50	3,95
5. CORRENTE	0,50	0,50	0,00	7,50	5,50	7,00	3,50
6. GOYTACAZES	4,50	3,00	9,00	4,00	11,50	18,00	8,33
7. NOVO JALO	14,50	14,50	29,00	25,50	22,00	27,50	22,17
8. JALO PRECOCE	11,00	11,00	8,50	9,50	18,00	28,50	14,42
9. XAMEGO	4,50	6,50	3,00	5,00	6,50	17,50	7,17
10. ONIX	6,50	4,00	4,50	2,50	14,00	20,50	8,67
Média	6,25	6,70	7,95	8,95	12,85	18,30	10,15

Dados originais sem transformação.

TABELA 10 - Resultados médios do índice de vigor (comprimento do hipocótilo) de dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Dia da contagem	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5**	N6**	
	5° dia	8° dia	11° dia	20° dia	20° dia	20° dia	
Cultivares							
1. A 285	10,39aA	4,11abcB	1.37aC	0,29aC	-	-	4,04a
2. SAFIRA	8,69abcA	0,96defB	0,34aB	0,03aB	-	-	2,51bc
3. DIAM. NEGRO	8,25bcA	4,55abB	1,33aC	0,25aC	-	-	3.59a
4. SÃO JOSÉ	9,84abA	2,58cdeB	1,40aBC	0,09aC	-	-	3,48ab
5. CORRENTE	8,54abcA	4,41abcB	0,63aC	0,05aC	-	-	3,41ab
6. GOYTACAZES	6,06dA	2,74bcdB	0,54aC	0,09aC	-	-	2,36c
7. NOVO JALO	5,25dA	0,57fB	1,27aB	0,03aB	-	-	1,78c
8. JALO PRECOCE	6,93cdA	0,69efB	0,47aB	0,06aB	-	-	2,04c
9. XAMEGO	9,01abA	5,47aB	1,08aC	0,09aC	-	-	3,91a
10. ONIX	5,54dA	2,51cdefB	1.27aBC	0,24aC	-	-	2,39c
Média	7,85A	2,86B	0,97C	0,12D	-	-	2,95

d.m.s. (cultivares) = 0,98

d.m.s. (níveis de PEG-6000) = 0,50

d.m.s. (cultivar dentro de cada nível de PEG-6000) = 1,97

d.m.s. (níveis dentro de cada cultivar) = 1,59

** Não houve germinação.

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.

TABELA 12 - Resultados médios do índice de vigor (comprimento da radícula) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Dia da contagem	Níveis de PEG-6000						Média
	N1 5° dia	N2 8° dia	N3 11° dia	N4 20° dia	N5** 20° dia	N6** 20° dia	
Cultivares							
1. A 285	12,79abcdA	7,85abB	5,09abcBC	2,64aC	-	-	7,09ab
2. SAFIRA	13,81abcA	3,64cB	2,43cBC	0,42aC	-	-	5,08c
3. DIAM. NEGRO	11,77bcdA	9,80aA	5,31abcB	2,07aC	-	-	7,24ab
4. SÃO JOSÉ	15,43abA	5,89bcB	6,70abB	0,89aC	-	-	7,23ab
5. CORRENTE	16,36aA	10,02aB	3,58abcC	0,83aC	-	-	7,70a
6. GOYTACAZES	12,08bcdA	7,97abB	2,58cC	0,57aC	-	-	5,80abc
7. NOVO JALO	11,66bcdA	3,41cC	7,24aB	0,49aC	-	-	5,70bc
8. JALO PRECOCE	10,84cdA	3,48cBC	4,22abcB	0,61aC	-	-	4,79c
9. XAMEGO	10,55cdA	9,89aA	5,10abcB	0,87aC	-	-	6,60abc
10. ONIX	9,77dA	5,94bcB	3,25bcBC	1,55aC	-	-	5,12c
Média	12,51A	6,79B	4,55C	1,09D	-	-	6,23

d.m.s. (cultivares) = 1,92

d.m.s. (níveis de PEG-6000) = 0,98

d.m.s. (cultivar dentro de cada nível de PEG-6000) = 3,84

d.m.s. (níveis dentro de cada cultivar) = 3,11

** Não houve germinação.

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.

TABELA 14 - Resultados médios do índice de vigor (comprimento do hipocótilo+radícula) das dez cultivares de feijão em seis níveis de polietileno glicol-6000

Dia da contagem	Níveis de PEG-6000						Média
	N1	N2	N3	N4	N5**	N6**	
	5° dia	8° dia	11° dia	20° dia	20° dia	20° dia	
Cultivares							
1. A 285	23,19abA	11,96abB	6,47abcC	2,93aC	-	-	11,14a
2. SAFIRA	22,51abcA	4,60cB	2,78cB	0,45aB	-	-	7,58c
3. DIAM. NEGRO	20,02abcdA	14,34aB	6,63abcC	2,33aD	-	-	10,83a
4. SÃO JOSÉ	25,27aA	8,47bcB	8,11abB	0,98aC	-	-	10,71ab
5. CORRENTE	24,90aA	14,43aB	4,21abcC	0,88aC	-	-	11,10a
6. GOYTACAZES	18,14bcdA	10,70abB	3,12bcC	0,65aC	-	-	8,15bc
7. NOVO JALO	16,91dA	3,98cC	8,51aB	0,52aC	-	-	7,48c
8. JALO PRECOCE	17,78cdA	4,17cB	4,70abcB	0,67aB	-	-	6,83c
9. XAMEGO	19,55bcdA	15,36aA	6,18abcB	0,96aC	-	-	10,51ab
10. ONIX	15,31dA	8,45bcB	4,52abcBC	1,78aC	-	-	7,52c
Média	20,36A	9,65B	5,52C	1,22D	-	-	9,18

d.m.s. (cultivares) = 2,64

d.m.s. (níveis de PEG-6000) = 1,35

d.m.s. (cultivar dentro dos níveis de PEG-6000) = 5,28

d.m.s. (níveis dentro de cultivar) = 4,27

** Não houve germinação.

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.

APÊNDICE B**CARACTERIZAÇÕES DAS CULTIVARES****• PROCEDÊNCIA DAS CULTIVARES**

As cultivares estudadas no presente trabalho são procedentes das estações experimentais da Fazenda Capivara pertencente ao CNPAF/EMBRAPA com sede em Goiânia-GO.

• CARACTERIZAÇÃO

A seguir está as caracterizações botânicas das cultivares de feijão (*phaseolus vulgaris* L.):

1. Cultivar: A 285 (Ruda)

- Origem: CIAT (linhagem A 285)
- Emergência 50% (n° de dias): 9
- Pigmentação do hipocótilo: ausente
- Floração 50% (n° de dias): 52

- Cor da flor: branca
- Porte da planta: semi-ereto a prostrado
- Hábito de crescimento: intermediário entre os tipos II e III
- Pigmentação da haste principal: ausente
- N° de nós da haste principal: 15
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): --
- Largura do folíolo central (cm): --
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: verde levemente rosada
 - Na colheita: amarelo areia
- Comprimento da vargem (cm): 9,6
- Largura da vargem (mm): 9,1
- Perfil da vargem: --
- Dente apical da vargem
 - Forma: --
 - Posição: --
 - Tamanho: --
- Cor da semente: bege acinzentado com rajadas marrom claro
- Cor do halo: bege claro
- Brilho da semente: opaco
- Peso de 1000 sementes (14%U): 194g
- Grupo de cor: Carioca

- Ciclo (n° dias): 92

2. Cultivar: SAFIRA (PR 710315)

- N° da BAG: CNF 6296
- Origem: --
- Emergência 50% (n° de dias): 5
- Pigmentação do hipocótilo: pigmentação tênue (Pigm. vermelhada)
- Floração 50% (n° de dias): 35
- Cor da flor: branca
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: Indeterminado tipo II, com guia media-longa
- Pigmentação da haste principal: pigmentada
- N° de nós da haste principal: 13
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): 9,9
- Largura do folíolo central (cm): 6,1
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: vermelha
 - Na colheita: amarelo areia
- Comprimento da vargem (cm): 9,5

- Largura da vargem (mm): 7,4
- Perfil da vargem: reta e semi-arqueada
- Dente apical da vargem
 - Forma: arqueada e semi-arqueada
 - Posição: marginal
 - Tamanho: médio
- Cor da semente: roxa
- Cor do halo: --
- Brilho da semente: opaco
- Peso de 1000 sementes (14%U): 178,1g
- Grupo de cor: roxinho
- Ciclo (n° dias): 80

3. Cultivar: Diamante Negro (CB 720160)

- N° da BAG: CNF 5923
- Origem: --
- Emergência 50% (n° de dias): 9
- Pigmentação do hipocótilo: pigmentado
- Floração 50% (n° de dias): 51
- Cor da flor: violeta
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: Indeterminado tipo II, com guia longa

- Pigmentação da haste principal: pigmentada
- N° de nós da haste principal: 14
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): --
- Largura do folíolo central (cm): --
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: verde levemente arroxeadada
 - Na colheita: amarelo areia
- Comprimento da vagem (cm): 11,0
- Largura da vagem (mm): 8,9
- Perfil da vagem: semi-arqueada, reta e arqueada
- Dente apical da vagem
 - Forma: arqueado e semi-arqueado
 - Posição: marginal
 - Tamanho: médio
- Cor da semente: preto
- Cor do halo: --
- Brilho da semente: opaco
- Peso de 1000 sementes (14%U): 213g
- Grupo de cor: preto
- Ciclo (n° dias): 92

4. Cultivar: São José

- Origem: CIAT
- Emergência 50% (n° de dias): 8
- Pigmentação do hipocótilo: verde
- Floração 50% (n° de dias): 46
- Cor da flor: branca
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: tipo II, com guia curta-média
- Pigmentação da haste principal: ausente
- N° de nós da haste principal: 13
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): --
- Largura do folíolo central (cm): --
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: amarelo rosado
 - Na colheita: amarelo areia
- Comprimento da vargem (cm): 11,1
- Largura da vargem (mm): 9,2
- Perfil da vargem: semi-arqueado, arqueado
- Dente apical da vargem
 - Forma: arqueado
 - Posição: marginal

- Tamanho: médio

- Cor da semente: bege
- Cor do halo: amarelo ouro
- Brilho da semente: brilhoso
- Peso de 1000 sementes (14%U): 222g
- Grupo de cor: bico de ouro
- Ciclo (n° dias): 85

5. Cultivar: Corrente (AN 512717)

- N° do BAG: CNF 5520
- Origem: --
- Emergência 50% (n° de dias): 5
- Pigmentação do hipocótilo: ausente
- Floração 50% (n° de dias): 38
- Cor da flor: branca
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: indeterminado tipo II, com guia curta-média
- Pigmentação da haste principal: ausente
- N° de nós da haste principal: 15
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): 11,2

- Largura do folíolo central (cm): 7,1
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: avermelhada
 - Na colheita: amarelo areia a amarelo palha
- Comprimento da vagem (cm): 9,8
- Largura da vagem (mm): 8,8
- Perfil da vagem: semi-arqueado, reto
- Dente apical da vagem
 - Forma: semi-arqueado e arqueado
 - Posição: marginal
 - Tamanho: médio
- Cor da semente: bege levemente rosado
- Cor do halo: amarelado
- Brilho da semente: brilhoso
- Peso de 1000 sementes (14%U): 205,4g
- Grupo de cor: mulatinho
- Ciclo (n° dias): 84
- OBS: genealogia: A 176 X Catu

- 6.Cultivar: Goytacazes (BZ 3815-1)

- N° do BAG: CNF 5887
- Origem: --

- Emergência 50% (n° de dias): 8
- Pigmentação do hipocótilo: ausente
- Floração 50% (n° de dias): 40
- Cor da flor: branca
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: indeterminado tipo II, com guia curta-média
- Pigmentação da haste principal: ausente
- N° de nós da haste principal: 14
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): 10,1
- Largura do folíolo central (cm): 7,1
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: verde levemente avermelhada
 - Na colheita: amarelo areia, algumas vargens apresentam tons mais escuros e levemente amarronzado
- Comprimento da vagem (cm): 10,9
- Largura da vagem (mm): 9,1
- Perfil da vagem: arqueado, semi-arqueado e semi-reto
- Dente apical da vagem
 - Forma: arqueado
 - Posição: marginal
 - Tamanho: longo

- Cor da semente: bege com rajadas marrom, ocorre sementes bege tendendo a acinzentado e sementes marrom com pequenas pontuações bege.
- Cor do halo: bege e levemente rosado
- Brilho da semente: opaco
- Peso de 1000 sementes (14%U): 250,5g
- Grupo de cor: carioca
- Ciclo (nº dias): 94

- 7.Cultivar: MA 534620 - Novo Jalo

- Origem: CNPAF
- Emergência 50% (nº de dias): 8
- Pigmentação do hipocótilo: ausente
- Floração 50% (nº de dias): 28
- Cor da flor: bicolor: estandarte violeta claro e asas róseas
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: determinado tipo I
- Pigmentação da haste principal: ausente
- Nº de nós da haste principal: 8 (8-9)
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): 13,4
- Largura do folíolo central (cm): 9,7

- Cor da vagem
 - Durante a maturação: verde claro
 - Na colheita: amarelo palha
- Comprimento da vagem (cm): 13,6
- Largura da vagem (mm): 9,2
- Perfil da vagem: arqueado, reto e semi-arqueado
- Dente apical da vagem
 - Forma: reto e semi-arqueado
 - Posição: marginal e não marginal
 - Tamanho: longo (14mm)
- Cor da semente: amarelada
- Cor do halo: marrom e roxo
- Brilho da semente: intermediário
- Peso de 1000 sementes (14%U): 370g
- Grupo de cor: amarelo (tipo manteigão)
- Ciclo (n° dias): 72
- OBS.: algumas plantas apresentam leve pigmentação na haste principal.

- 8.Cultivar: PR 923450 - Jalo Precoce

- Origem: CNPAF/EMBRAPA
- Emergência 50% (n° de dias): 7

- Pigmentação do hipocótilo: ausente
- Floração 50% (n° de dias): 27
- Cor da flor: rósea
- Porte da planta: ereto a semi-ereto
- Hábito de crescimento: indeterminado tipo II, com guia média a longa
- Pigmentação da haste principal: ausente
- N° de nós da haste principal: 13 (12-14)
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): 11,6
- Largura do folíolo central (cm): 7,1
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: verde claro
 - Na colheita: amarelo palha
- Comprimento da vargem (cm): 14,0
- Largura da vargem (mm): 8,0
- Perfil da vargem: arqueado
- Dente apical da vargem
 - Forma: reto e semi-arqueado
 - Posição: marginal e não marginal
 - Tamanho: longo (15mm)
- Cor da semente: amarelada
- Cor do halo: marrom e roxo claro

- Brilho da semente: intermediário
- Peso de 1000 sementes (14%U): 355g
- Grupo de cor: amarelo (tipo manteigão)
- Ciclo (n° dias): 72

- 9.Cultivar: Xamego

- Origem: CNPAF/EMBRAPA
- Emergência 50% (n° de dias): 13
- Pigmentação do hipocótilo: pigmentado
- Floração 50% (n° de dias): 42
- Cor da flor: violeta
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: tipo II, com guía longa
- Pigmentação da haste principal: pigmentada e sem pigmentação
- N° de nós da haste principal: 17 (16-18)
- Forma do folíolo central: acuminado
- Comprimento do folíolo central (cm): 11,5
- Largura do folíolo central (cm): 8,5
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: verde arroxeadas
 - Na colheita: amarelo areia com tons arroxeados
- Comprimento da vagem (cm): 9,7

- Largura da vargem (mm): 9,4
- Perfil da vargem: reto e semi-arqueado
- Dente apical da vargem
 - Forma: arqueado
 - Posição: marginal
 - Tamanho: médio
- Cor da semente: preta
- Cor do halo: --
- Brilho da semente: opaco
- Peso de 1000 sementes (14%U): 172,5g
- Grupo de cor: preto
- Ciclo (n° dias): 86

- 10.Cultivar: ONIX (LM30630)

- Origem: CNPAF/EMBRAPA
- Emergência 50% (n° de dias): --
- Pigmentação do hipocótilo: pigmentado
- Floração 50% (n° de dias): 48
- Cor da flor: violeta
- Porte da planta: ereto
- Hábito de crescimento: indeterminado, tipo II, com guia média-longa

- Pigmentação da haste principal: levemente pigmentada na guia
- N° de nós da haste principal: (média) : 16
- Forma do folíolo central: --
- Comprimento do folíolo central (cm): 12,0
- Largura do folíolo central (cm): 8,0
- Cor da vagem
 - Durante a maturação: levemente arroxeadada
 - Na colheita: amarelo areia
- Comprimento da vagem (cm): 9,7
- Largura da vagem (mm): 9,3
- Perfil da vagem: arqueado e semi-arqueado
- Dente apical da vagem
 - Forma: semi-arqueado e arqueado
 - Posição: marginal
 - Tamanho: médio (entre 6-10mm)
- Cor da semente: preta
- Cor do halo: --
- Brilho da semente: opaco
- Peso de 1000 sementes (14%U): 180g
- Grupo de cor: preto
- Ciclo (n° dias): 91