

[REDACTED]

EFEITOS DOS POTENCIAIS OSMÓTICOS DA ÁGUA DA SOLUÇÃO SALINA E D
MATRICIAL DA ÁGUA DO SOLO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES D
FEIJÃO-DE-CORDA, *Vigna sinensis* (L.) Savi, CULTIVAR PITIÚBA.

[REDACTED]

POR

[REDACTED]

FRANCISCO DE SOUSA BATISTA

[REDACTED]

Dissertação apresentada ao Departame
to de Fitotecnia do Centro de Ciênc
as Agrárias da Universidade Federa
do Ceará, como parte dos requisitos
para a obtenção do Grau de "Mestre e
Agronomia", Área de Concentração
Fitotecnica.

[REDACTED]

Fortaleza-Ceará
FEVEREIRO/1981

[REDACTED]

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para a obtenção do Grau de "Mestre em Agronomia", com Área de Concentração em Fitotecnia.

A transcrição do material contido na presente dissertação é permitida desde que se faça a citação apropriada.

FRANCISCO DE SOUSA BATISTA

APROVADA, em 20 de fevereiro de 1981.

Prof. MARCOS VINICIUS ASSUNÇÃO, Ph.D.
- Orientador -

Prof. LUIZ CARLOS UCHOA SAUNDERS, Dr.
- Conselheiro -

Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES, M.Sc.
- Conselheiro -

Prof. CLAIRTON MARTINS DO CARMO, M.Sc.
- Convidado -

Aos meus pais,
a minha esposa
e filhos,

D E D I C O .

AGRADECIMENTOS

Ao Ministério da Agricultura pela oportunidade e ajuda financeira concedida para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Delegacia Federal de Agricultura no Estado do Piauí, na pessoa do Dr. RAIMUNDO IVAN PONTES DE SOUSA, pelo estímulo, amizade e apreço.

À Coordenação do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Fitotecnia, na pessoa do Professor CLAIRTON MARTINS DO CARMO, pelo estímulo e presença na Comissão Julgadora da Dissertação.

Ao Professor MARCOS VINICIUS ASSUNÇÃO, pela compreensão, amizade, auxílios prestados e revisão dos originais.

Ao Professor LUIZ CARLOS UCHOA SAUNDERS, pela amizade e valiosas sugestões apresentadas.

Ao Professor JOSÉ FERREIRA ALVES, pelas sugestões na análise estatística e revisão dos originais.

Aos demais Professores, pelos ensinamentos proporcionados durante o curso.

Aos colegas, pela amizade e convivência durante todo o período do curso.

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

C O N T E Ú D O

	<u>Página</u>
LISTA DAS TABELAS	vii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	2
Efeitos da salinidade na germinação e crescimento.	2
Efeitos do tamanho da semente na germinação e crescimento	6
Efeitos da deficiência de água na germinação e crescimento	9
MATERIAL E MÉTODO	13
Experimento 1 - Germinação e vigor de sementes com diferentes tamanhos em soluções salinas	14
Porcentagem de germinação	14
Comprimento da raiz e do hipocótilo	15
Peso seco de plântulas	15
Delineamento experimental e análise estatística	15
Experimento 2 - Efeitos do potencial mátrico da água do solo na germinação e no vigor de sementes grandes, médias e pequenas	16
Índice de velocidade de germinação de sementes viáveis	17
Porcentagem de germinação	18
Comprimento do hipocótilo	18
Peso seco da parte aérea das plântulas	18
Delineamento experimental e análise estatística	19
Curva Característica da Água do Solo Aluvião Fluvial (profundidade 0 - 15 cm)	20

RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
Experimento 1 - Germinação e vigor de sementes com diferentes tamanhos em soluções salinas	21
Porcentagem de germinação	21
Comprimento da raiz e do hipocótilo	24
Peso seco das plântulas	29
Experimento 2 - Efeitos do potencial mátrico da água do solo na germinação e no vigor de sementes grandes, médias e pequenas	32
Índice de velocidade da germinação de sementes viáveis	32
Porcentagem de germinação	35
Comprimento do hipocótilo	38
Peso seco da parte aérea das plântulas	41
SUMÁRIO	44
CONCLUSÕES	46
LITERATURA CITADA	47

LISTA DAS TABELAS

<u>TABELA</u>	<u>Página</u>
01 Porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em soluções de cloreto de sodio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979 .	22
02 Análise de variância da porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em soluções de cloreto de sodio de diferentes potenciais de água. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	23
03 Comprimento (cm) das raízes das plântulas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sodio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	25
04 Comprimento (cm) do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sodio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	26

TABELAPágina

05	Análise de variância do comprimento das raízes das plântulas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	27
06	Análise de variância do comprimento do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	28
07	Peso seco (mg) das plântulas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, sete dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	30
08	Análise de variância e decomposição da soma dos efeitos de potencial de água da solução, tamanho de semente e de interação (P x T) do peso seco de plântulas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, sete dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	31

TABELAPágina

09	Índice de velocidade de germinação de sementes viáveis grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	33
10	Análise de variância e decomposição da soma dos efeitos de potencial de água do solo, tamanho de semente e de interação (p x T) do índice de velocidade de germinação de sementes viáveis grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em solo com diferentes potenciais de água. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	34
11	Porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, seis dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	36
12	Análise de variância da porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, <i>V. sinensis</i> (L.) Savi, cultivar Pitiúba, seis dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979	37

TABELAPágina

- 13 Comprimento (cm) do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, seis dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979 39
- 14 Análise de variância do comprimento do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, seis dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979. 40
- 15 Peso seco da parte aérea de plântulas (mg/plântula) de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, dez dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979 42
- 16 Análise de variância do peso seco de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, dez dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979 43

INTRODUÇÃO

O feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, apresenta importância social e econômica como cultura fornecedora de alimento para as populações. O alto valor proteico das sementes desta leguminosa, sua adaptabilidade ao clima e a associação simbiótica, normalmente estabelecida entre as raízes da planta e as bactérias fixadoras do nitrogênio do ar, tornam-na uma cultura insubstituível nas terras do Nordeste do Brasil.

Não obstante os avanços alcançados pela pesquisa agrícola e a difusão de conhecimentos técnicos no meio rural, através da ação de órgãos do setor público agrícola, a cultura continua sofrendo os efeitos de condições impostas por vários fatores naturais. Assim, a presença de quantidade excessiva de sais solúveis nos solos e a deficiência de água, afetam a germinação das sementes e o crescimento das plantas. A soma dos efeitos deste dois fatores tem sido denominada por WADLEIGH (1955), estresse total de umidade do solo.

Segundo DAKER (1973), os solos de regiões áridas e semi-áridas, onde geralmente ocorre salinização, constituem 55% da área total do globo. PIZARRO (1975), citado por PRISCO et alii (1975a) estima que cerca de 20% das áreas irrigadas do Nordeste do Brasil, correspondente a 2.500 ha, estão salinizadas.

O presente trabalho foi desenvolvido objetivando de terminar os efeitos dos potenciais osmótico da água da solução salina e mátrico da água do solo, na germinação e vigor de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba.

REVISÃO DE LITERATURA

EFEITOS DA SALINIDADE NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO

Os efeitos deletérios dos sais sobre as plantas de correm de sua concentração na solução do solo, diminuindo o potencial de água desta solução, conseqüentemente, sua disponibilidade para os vegetais e da ação tóxica de certos íons. Vários trabalhos têm sido realizados para determinar os efeitos dos sais sobre a germinação e o crescimento das plantas.

AYERS et alii (1943), cultivando plantas de feijão, *Phaseolus vulgaris* L., em vasos contendo solos submetidos a tensões de umidade baixa, média e alta, no momento da adição de água de irrigação e contendo 0, 1, 2 e 4 ppm de cloreto de sódio, observaram que a produção e o crescimento foram menores nas maiores tensões de umidade e nas soluções de maior concentração de NaCl.

GAUCH & WADLEIGH (1944), observando os efeitos isolados de vários sais no crescimento de plantas de feijão, (*P. vulgaris* L.), verificaram que em concentrações isosmóticas as plantas cresceram igualmente nos substratos contendo NaCl, CaCl_2 e Na_2SO_4 , mas houve diferença marcante no crescimento com MgCl_2 e MgSO_4 . Atribuíram que a maior diferença no crescimento de plantas em presença de MgCl_2 ou MgSO_4 , quando comparadas com aquelas em presença de NaCl, CaCl_2 e Na_2SO_4 foi devida à toxicidade específica do magnésio.

UHVITS (1946), citado por PRISCO & O'LEARY (1970), comparando os efeitos de um eletrólito (NaCl) com os de um não eletrólito (manitol), em pressões osmóticas de 1 a 15 atm, mostrou que os dois compostos inibiram a germinação de sementes de alfafa. Observou, ainda, que as diferentes respostas dos dois substratos à mesma concentração osmótica, sugerem um efeito tóxico do cloreto de sódio.

AYERS (1952), submetendo a cebola, *Allium cepa* L., a varios estresses produzidos pela combinação de reduções na umidade do solo, com acréscimos nos níveis de salinidade, em contraram aumento no tempo necessário à emergência e redução na porcentagem de germinação.

LAGERWERFF & HOLLAND (1960), submetendo cenoura, *Daucus carota* L. e feijão, *P. vulgaris* L., cultivar "Red Kidney", a condições de casa de vegetação e a irrigações com soluções de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ com pressões osmóticas de 1, 2 e 3 atm e taxa de adsorção de sodio ($SAR = Na^+ / \sqrt{Ca^{++} + Mg^{++}}$ mmoles l/2 litro -1/2) de 2,7; 19,3 e 51,2, encontraram uma correlação negativa entre a produção e os aumentos de salinidade e SAR.

LUNIN & GALLATIN (1965a) estudando as interações entre salinidade e fertilidade em relação ao crescimento e à composição de plantas de feijão, *P. vulgaris* L., cultivadas em casa de vegetação, encontraram que o crescimento vegetativo só foi normal nas plantas que receberam fósforo. Os autores observaram ainda, que após a formação da vagem, as folhas das plantas sob altos níveis salinos tornavam-se senescentes mais rapidamente sem a aplicação de nitrogênio do que na presença deste nutriente. Em outro experimento, LUNIN & GALLATIN (1965b) encontraram que a produção de feijão aumentou com o aumento da fertilização com fósforo, mas diminuiu com o aumento da salinidade e que os altos níveis de salinidade e de fósforo proporcionaram produção de ramos e de vagens 2 e 2,5 vezes maior, respectivamente, que os tratamentos sem fósforo. A salinidade afetou significativamente os conteúdos de nitrogênio e de fósforo das plantas.

PEARSON et alli (1966), usando a técnica de cultivo em areia para determinar a tolerância relativa de quatorze variedades de arroz ao cloreto de sodio, observaram que a cultura foi bem menos tolerante às condições de salinidade no estágio de planta jovem do que durante a germinação.

MANOHAR (1966), observando os efeitos de soluções osmóticas de cloreto de sodio, glicerol, manitol e polietileno glicol, na germinação de sementes de ervilha, *Pisum sativum* L., verificou que a porcentagem de germinação dependeu do grau de permeabilidade diferencial do tegumento da semente e da presença ou ausência de toxidez do soluto. Em virtude dos resultados, o autor concluiu que altas concentrações de NaCl parecem exercer efeitos tóxicos na germinação.

LAHAYE & EPSTEIN (1969) estudando o comportamento de plantas de feijão, *P. vulgaris* L., sob condição de casa de vegetação, nas soluções nutritivas de NaCl a 50 mM e concentrações de 0; 0,1; 0,3; 1,0 e 10 mM de CaSO_4 , observaram que as concentrações de CaSO_4 inferiores a 1,0 mM prejudicaram o crescimento das plantas, enquanto que nas altas concentrações as plantas cresceram satisfatoriamente, não diferindo significativamente das que não receberam NaCl.

PRISCO & O'LEARY (1970), conseguiram isolar os efeitos osmótico e tóxico do cloreto de sodio sobre a germinação de sementes de feijão, *P. vulgaris* L., usando concentrações isotônicas de NaCl e de polietileno glicol 1540, um produto não tóxico para as plantas. Observaram que, quando as sementes foram submetidas a potenciais de água compreendidos entre 0 e -8 bar, o efeito do cloreto de sodio foi principalmente osmótico, enquanto que em potenciais inferiores a -12 bar os efeitos do sal foram principalmente osmóticos e tóxicos. O polietileno glicol 1540 inibiu mais a absorção de água e a emersão da radícula do que o NaCl em potenciais de água compreendidos entre -8 e -16 bar.

MEIRI & MOR (1970), expuseram plantas de feijão, *P. vulgaris* L., cultivadas em vasos, a meio salino, não encontraram diferenças significativas nos pesos fresco e seco e na relação raiz-parte aérea das plantas expostas a meio salino

durante 12 horas de luz, em comparação com as expostas ao mesmo meio, durante 12 horas de escuro. O tempo de exposição ao sal foi o principal fator a afetar o crescimento das plantas.

PRISCO et alii (1975a), observando os efeitos da salinidade na germinação e no vigor de plântulas de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, encontraram que tanto o NaCl, como o Na_2SO_4 inibiram a germinação e o vigor das plântulas, sendo que o Na_2SO_4 inibiu mais o vigor do que o NaCl.

PRISCO et alii (1975b), encontraram que a prévia embebição de sementes de sorgo, *S. bicolor* (L.) Moench, em água destilada não foi suficiente para eliminar os efeitos inibitórios do NaCl na germinação, entretanto, este tratamento eliminou, parcialmente, os efeitos inibitórios do Na_2SO_4 . Observaram, também, que os efeitos deletérios do NaCl na germinação ocorreram principalmente após a emergência da radícula e no caso do Na_2SO_4 , estes efeitos foram aparentes, mesmo durante a embebição.

Em outra pesquisa, PRISCO et alii (1975c) efetuaram a pré-embebição de sementes de sorgo, *S. bicolor* (L.) Moench, em ácido giberélico (GA) ou N6-benzil-adenina (BA) e posterior semeadura em soluções de NaCl ou Na_2SO_4 , observaram que os hormônios citados reverteram parcialmente os efeitos inibitórios dos sais na germinação.

SHYBANY & KASHIRAD (1978) encontraram que plantas de *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendle, cultivadas em areia e irrigadas em soluções de NaCl de diversas concentrações, tiveram o crescimento reduzido em 50% quando a concentração do sal na solução variou de 96 a 144 milequivalente por litro de solução. Encontraram ainda, um aumento nos níveis de Na, Cl e Zn nas raízes e caules e redução nos níveis de K e Ca, sendo que a concentração de Mg diminuiu nos caules, mas aumentou nas raízes.

EFEITOS DO TAMANHO DA SEMENTE NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO

O tamanho das sementes aumenta desde o início de sua formação, após a fecundação, até a sua maturação. Existem variações no tamanho entre as espécies e até entre as sementes de um lote de uma mesma espécie. O emprego de sementes grandes geralmente resulta em aumento da porcentagem e da velocidade de emergência embora, ocasionalmente, sementes maiores apresentem menor desempenho que as menores.

Varios trabalhos foram desenvolvidos objetivando de terminar os efeitos do tamanho da semente sobre a germinação e crescimento.

KNEEBONE & CREMER (1955) estudaram a germinação e o vigor de varias espécies de gramíneas forrageiras, sob condições de casa de vegetação e de campo e mostraram que as sementes maiores de um mesmo lote produziram plântulas cuja emergência e crescimento ocorreram rapidamente, evidenciando, assim, maior vigor. Diferenças foram notadas tanto entre espécies, como entre linhagens de uma mesma espécie.

HENSON & TAYMAN (1961), observando o efeito do tamanho das sementes de seis variedades de trevo vermelho, *Trifolium pratense* L., sobre o crescimento das plantas, em condições de casa de vegetação, verificaram que as sementes mais pesadas produziram plantas mais altas, de maior peso seco e de maior relação parte aérea-raiz.

VECHI (1969), trabalhando com *Caupi*, *V. sinensis* (L.) Savi, observou que embora as sementes pequenas emergissem primeiro, o peso seco das plântulas, medido dez dias após o plantio, elevou-se com o aumento do tamanho das sementes.

COOPER & MACDONALD (1970), trabalhando com sementes de milho, *Zea mays* L., admitiram que as reservas da semente forneciam energia para a germinação e crescimento inicial das plântulas, até que uma adequada área foliar fosse desenvolvida para a fotossíntese. Observaram ainda, que a área foliar das plântulas era função direta das reservas das sementes.

FIGUEIREDO (1970), pesquisando o efeito do tamanho de sementes de feijão, *P. vulgaris* L., variedades "rico 23" e "manteigão fosco 11", sobre o estande, produção e altura das plantas, verificaram que, para a segunda variedade, o tamanho da semente não afetou a cultura, a não ser, em raros casos, a altura das plantas, mais baixas quando provenientes de sementes pequenas. As sementes pequenas da variedade "rico 23" podiam dar, entretanto, menor estande, plantas mais baixas e menor produção de sementes por área.

OLIVEIRA (1972), observando o efeito do tamanho da semente de três lotes de Caupi, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar "Dixie Lie", na velocidade de emergência, crescimento e produção das plantas, verificaram que as plântulas resultantes de sementes pequenas emergiram mais rapidamente que as originadas de sementes grandes. Entretanto, quinze dias após o plantio, as plântulas oriundas de sementes grandes e médias apresentavam-se bem maiores que as provenientes de sementes pequenas. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na produção das plantas resultantes de sementes dos diversos tamanhos.

ASSUNÇÃO & GONÇALVES (1972), estudando o efeito da densidade das sementes na cultura do algodão Mocô, (*Gossypium hirsutum* marie galante Hutch), observaram que as sementes pesadas apresentaram uma porcentagem de germinação superior à das categorias média, leve e mistura (testemunha) e produziram

plântulas com maior comprimento de raiz. As plântulas provenientes das categorias média e mistura não apresentaram diferença significativa quanto ao comprimento da raiz.

CARMO & SOBRINHO (1975), trabalhando com sementes de sorgo, *S. bicolor* (L.) Moench, de diferentes diâmetros, verificaram que não houve diferenças significativas entre as porcentagens de germinação de sementes com diâmetros 0,39; 0,35 e 0,32 cm, embora com relação ao comprimento da raiz, as plântulas resultantes de sementes com 0,39 cm de diâmetro fossem superiores às de diâmetros 0,35 e 0,32 cm. Observaram, também, maior peso seco das plântulas oriundas de sementes com diâmetro de 0,39 cm.

POPINIGIS (1977) cita que o tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica razão porque, dentro de um mesmo lote, as sementes pequenas apresentam menor germinação e vigor que as sementes de tamanho médio e grande.

WOOD et alii (1977) afirmaram que as variações no tamanho das sementes são devidas às diferenças genéticas entre uma planta e outra, à competição interplanta por luz, água e nutrientes e a efeitos de doenças e, dentro de uma mesma planta, o tamanho varia com a localização das sementes na inflorescência, o que reflete diferenças na época de florescimento e na nutrição e desenvolvimento destas.

EFEITOS DA DEFICIÊNCIA DE ÁGUA NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO

A disponibilidade de água para a reidratação de uma semente viável e não dormente é a primeira condição para a sua germinação. Assim, a semente lançada num solo com deficiência hídrica não absorverá água em quantidade suficiente para provocar a sua germinação. Caso esta condição somente ocorra após a germinação, a plântula originada terá o seu crescimento reduzido, com reflexos negativos na produção. A condição de severa deficiência de água causará não apenas o raquitismo, como também a própria morte da plântula.

Inúmeros trabalhos foram desenvolvidos objetivando determinar os efeitos da deficiência de água sobre a germinação e o crescimento das plantas. Uns foram realizados pelo emprego de compostos químicos que simulam as condições de "estresse" hídrico; outros, por meio da imposição de condições de deficiência de água propriamente ditas.

DONEEN & MACGULLIWRAY (1943), em estudos realizados em sementes de hortaliças encontraram, em condições de campo, diminuição na porcentagem de emergência para algumas espécies à medida que o teor de umidade se aproximou do ponto de murcha permanente. Concluíram então, que para a maioria das espécies estudadas, não houve redução na porcentagem de emergência a teores de umidade acima do ponto de murcha permanente, porém, a velocidade de emergência decresceu progressivamente à medida que o teor de umidade do solo diminuiu.

WIGGANS & GARDNER (1959), ao observarem os efeitos de condições simuladas de seca produzidas por várias soluções, concluíram que o aumento progressivo na concentração das soluções de glicose, sucrose e D-manitol, determinou redução na porcentagem de germinação e na alongação da radícula de semen-

tes de rabanete e de sorgo. Quando empregaram soluções de cloreto de sódio ou de polyvinylpyrrolidone (PVP), o efeito sobre a germinação das sementes foi aparentemente tóxico.

BURMAN & BOHMONT (1961), avaliando a taxa de crescimento de plantas de feijão cultivadas em vasos e submetidas às tensões de umidade do solo de 0,5, 1, 2 e 4 atm, observaram que sob a tensão de 0,5 atm a taxa de crescimento das plantas foi máxima e aproximadamente três vezes maior do que a das plantas submetidas à tensão de 4 atm.

EVANS & STICKLER (1961), ao estudarem a influência de soluções de D-manitol de 0,5, 10 e 15 atm de tensão, na germinação e no crescimento de varios cultivares de sorgo granífero, observaram que a germinação e os comprimentos da radícula e da plúmula diminuíram progressivamente com o aumento da tensão de umidade.

PAINTER (1966) ao cultivar plântulas de milho, *Z. mays* L., em solo continuamente deficiente em água, mostrou que a taxa de crescimento das plântulas foi inversamente proporcional ao estresse de umidade do solo, anulando-se quando a tensão alcançou o valor de 8 atm.

PALMAR & MOORE (1968a), utilizando soluções de diferentes pressões osmóticas de "carbowax" 6000 (polietileno glicol) e cloreto de sódio para simular condições de seca durante a germinação de sementes de milho, *Z. mays* L., de alto e baixo vigor, bem como sobre os estágios não fotossintéticos de desenvolvimento das plântulas, verificaram que aumentando os níveis de pressão osmótica, as sementes absorviam menor quantidade de água, ocorria um atraso na germinação e um menor alongamento da raiz primária e, sobretudo, da parte aérea de plântulas resultantes de sementes de baixo vigor.

PALMAR & MOORE (1968b) ao observarem os efeitos de condições simuladas de seca produzidas por polietileno glicol 6000, na germinação de sementes de milho, *Z. mays* L., bem como no desenvolvimento das plântulas, concluíram que a porcentagem de germinação diminuiu, à proporção que aumentavam os níveis de pressão osmótica das soluções e que em soluções de 8 a 10 atm, a redução da porcentagem de germinação foi mais acentuada nas sementes de menor vigor.

SLATYER (1969) afirma que os efeitos adversos da deficiência de água são usualmente mais pronunciados nos tecidos em estágio de rápido crescimento, fato claramente exemplificado pelas fases de germinação, emergência e crescimento inicial da plântula.

JENSEN (1971), trabalhando com algodão, *G. hirsutum* L., observou que, quando a tensão de umidade do solo aumentou de 1/3 para 3 bar não houve redução significativa na porcentagem de germinação, contudo, o número de plântulas emergidas na tensão de 4 bar, foi bem menor do que em menores tensões. Verificou ainda, bruscas reduções no número de plântulas emergidas quando a tensão se situou entre 9 e 11 bar, sendo que a 15 bar, a porcentagem de emergência foi nula.

EDWARDS Jr. et alii (1971), estudando a emergência de plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merr., resultantes de sementes de três diferentes tamanhos e semeadas em solos com os níveis de umidade de 20,0; 22,5; 25,0; 27,5 e 30% na base do peso seco, observaram uma emergência mais rápida e um maior crescimento de raízes de plântulas oriundas de sementes pequenas e médias do que nas de sementes grandes, em cada nível de umidade onde ocorreu germinação.

PANDYA et alii (1973), estudando o efeito do tamanho da semente de *Brassica campestris* Lam., sobre a germinação e o vigor, em condições de estresse hídrico induzido por polietileno no glicol 4000, encontraram redução na porcentagem de germinação, no crescimento das raízes e no alongamento do hipocótilo em soluções de potencial osmótico mais baixo. Com a manutenção do estresse aumentou a taxa de crescimento da raiz em relação ao hipocótilo, diminuiu a transferência de matéria seca dos cotilédones para o embrião e a quantidade de açúcares solúveis nas plântulas. Observaram, ainda, que plântulas de sementes maiores apresentaram hipocótilos mais desenvolvidos e com maior capacidade de absorção da umidade.

HADAS & RUSSO (1974), trabalhando com sementes de ervilha (*P. sativum* L.), ervilha comum (*Vicia sativa* L.) e grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), encontraram que a absorção de água e a germinação não foram afetadas pelo potencial de água do solo, na amplitude de 0 a -3,8 bar. A condutividade capilar e área de contato da água do solo com a semente afetaram a taxa de absorção de água, mesmo a potenciais de água do solo variando de -0,02 a 0,055 bar.

GULLIVER & HEYDECKER (1974), citados por POPINIGIS (1977), estudando os efeitos da disponibilidade de água na velocidade de embebição, em sementes de ervilha, *P. sativum* L., verificaram que o prazo médio de germinação foi menor quando a disponibilidade de água foi maior (tensão = 0 cm).

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas sementes de feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, provenientes de um campo de multiplicação de sementes básicas localizado em área do "campus" do Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, Ceará, Brasil, durante o ano agrícola de 1979.

Uma amostra de 50 kg destas sementes foi separada em uma série de peneiras de furos circulares com diâmetros de 0,75; 0,71; 0,67; 0,63; 0,59 e 0,55 cm. As peneiras foram colocadas uma sobre as outras, em ordem crescente, de modo que se obteve as seguintes categorias de semente:

- a) Sementes grandes - aquelas que passaram através da peneira com furos de 0,75 cm de diâmetro, mas foram retidas pela peneira com furos de 0,71 cm de diâmetro;
- b) Sementes médias - aquelas que passaram através da peneira com furos de 0,67 cm de diâmetro, mas foram retidas pela peneira com furos de 0,63 cm de diâmetro;
- c) Sementes pequenas - aquelas que passaram através da peneira com furos de 0,59 cm de diâmetro, mas foram retidas pela peneira com furos de 0,55 cm de diâmetro.

Após a obtenção das três categorias de sementes, dois experimentos foram implantados.

Experimento 1 - Germinação e Vigor de Sementes com Diferentes Tamanhos em Soluções Salinas.

O estudo sobre salinidade foi realizado no laboratório de análise de sementes do Centro de Ciências Agrárias, no período de 23 de outubro a 03 de novembro de 1979. Na preparação das soluções com os potenciais de água de 0, -1, -3, -5, -7 e -9 bar, utilizou-se o cloreto de sódio PA-ACS (Montedison Farmacêutica Carlo Erba). As quantidades de solutos necessárias à obtenção das diversas soluções foram 0, 24, 72, 120, 168 e 216 me/l de solução, calculadas de acordo com RILEY (1968), citado por FROTA (1972).

Os parâmetros estudados foram os que se seguem:

(a) Porcentagem de germinação

Neste estudo foram usados dezoito tratamentos, representados por seis níveis de potencial de água, combinados com as sementes grandes, médias e pequenas.

Quatro repetições de 50 sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel toalha Germitest (DE LEO & Cia. Ltda., Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) previamente umedecidas com água destilada ou solução de NaCl e cobertas com uma terceira folha também umedecida. O papel foi disposto sob a forma de rolo, colocado dentro de sacos plásticos em posição vertical e levado a uma câmara de germinação Treas, modelo 805 ("Precision Scientific, General Electric", Chicago U.S.A.) à temperatura constante de 27°C e umidade próxima à saturação.

A avaliação da germinação foi feita após quatro e sete dias do início do teste. As sementes foram consideradas germinadas quando as plântulas possuíam perfeito desenvolvimen

to do hipocótilo e da raiz principal, esta com comprimento igual ou superior a 5 cm.

(b) Comprimento da raiz e do hipocótilo.

No estudo destes parâmetros procedeu-se a instalação do experimento de maneira semelhante ao teste de germinação, com excessão do número de semente, que foi apenas de 15 sementes por repetição.

Decorridos cinco dias do início do teste, as raízes e os hipocótilos das plântulas foram medidos em cada repetição.

(c) Peso seco de plântulas.

Após a determinação do comprimento da raiz e do hipocótilo, as plântulas foram repostas no germinador. Sete dias após o início do teste, as plântulas de cada repetição, sem os cotilédones, foram colocadas em frascos de vidro e levadas para estufa à temperatura de 105°C, por 24 horas. Em seguida, os frascos com as plântulas foram colocados em dissecador, para evitar o ganho de umidade. As plântulas foram pesadas em balança METTLER (Politecnica Kentil Instrumental Ltda., Rio de Janeiro, Brasil) com precisão de 0,0001 g.

Delineamento experimental e análise estatística

Para avaliar os efeitos do potencial osmótico da água da solução salina e do tamanho das sementes, empregou-se o experimento fatorial 6 x 3, no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. Os dados relativos a porcentagem de germinação foram transformados para arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$. Procedeu-se, também, a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES, 1973).

Experimento 2 - Efeitos do Potencial Mático da Água do Solo na Germinação e no Vigor de Sementes Grande, médias e Pequenas.

Esta pesquisa foi realizada no período de 24/11/79 a 07/12/79 em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Utilizou-se como substrato um Aluvião fluvial, proveniente da Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará.

Determinada quantidade do mesmo, aproximadamente 400 kg, foi homogeneizada e seca ao ar. Duas amostras de 150 g foram utilizadas para determinação gravimétrica (base seca) do teor de umidade e daí a obtenção do correspondente potencial mático da água do solo, utilizando-se a curva característica deste solo, determinada por SAUNDERS et alii (1979), como mostra a FIGURA 1.

Posteriormente foi adicionado 420, 630, 840, 1.050 e 1.260 ml de água a cada 7 kg de solo seco ao ar. Cada mistura foi homogeneizada manualmente em uma bacia de matéria plástica e acondicionada em sacos plásticos, os quais foram imediatamente fechados, onde permaneceram por três dias para que houvesse distribuição e equilíbrio da umidade com o solo. Após este período determinou-se o teor de umidade de cada mistura e também o valor do potencial de água do solo. Desta maneira foram obtidos potenciais de -6,80; -1,20; -0,28; -0,17 e -0,14 atm, correspondentes a 420, 630, 840, 1.050 e 1.260 ml de água para cada 7 kg do solo. O solo de cada saco plástico foi colocado em caixas de papel grosso, internamente revestidas com plástico e medindo, cada uma, 33 cm de comprimento, 25 cm de largura e 11 cm de altura.

Neste experimento foram usados quinze tratamentos, representados por cinco potenciais da água do solo que foram combinados, cada um, com sementes grandes, médias e pequenas. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes para cada potencial e tamanho de semente. A semeadura foi efetuada a 2 cm de profundidade, com espaçamento de 3 cm entre covas e 3 cm entre fileiras. Após o plantio, cada caixa foi coberta com plástico, com o objetivo de evitar uma evaporação excessiva. Esta cobertura foi retirada quando as plântulas começaram a emergir, tendo-se considerado como germinada a semente cujos cotilédones atingissem a superfície do solo.

Os parâmetros estudados foram os que se seguem:

- (a) Índice de velocidade de germinação de sementes viáveis - (I.V.G.S.V.).

Para a determinação deste parâmetro foram realizadas, do segundo ao sexto dia a partir do plantio, contagens diárias do número de sementes germinadas. Considerou-se como plântula emergida, aquela cujos cotilédones se encontrassem acima da superfície do solo. Este índice foi calculado por meio da fórmula $I.V.G.S.V. = 100 \sum(n_i/i)/n$, de acordo com AMARAL (1979), onde:

- n_i = número de plântulas emergidas e contadas no dia i ;
 i = dia de contagem;
 n = porcentagem de plântulas emergidas até o dia i .

Tomou-se como índice de velocidade de germinação de sementes viáveis, a média dos índices apresentados pelas quatro repetições.

(b) Porcentagem de germinação

A porcentagem de germinação foi calculada com base no número de plântulas emergidas em cada repetição dos diversos tratamentos, até o sexto dia, a partir da data de semeadura. A porcentagem de germinação corresponde, portanto, à média das quatro repetições.

(c) Comprimento do hipocótilo

Seis dias após o plantio foram medidos os comprimentos dos dipocótilos de quinze plântulas escolhidas, ao acaso, em cada repetição. A medida foi tomada a partir da superfície do solo até o ponto de inserção dos cotilédones. Cada medida foi efetuada com o emprego de régua milimetrada, tendo-se determinado posteriormente, o comprimento médio do hipocótilo por plântula por repetição. O comprimento do hipocótilo, representado pela média das quatro repetições, acha-se expresso em cm/plântula.

(d) Peso seco da parte aérea das plântulas

Dez dias após a semeadura cortaram-se, ao nível do solo, as quinze plântulas anteriormente medidas em cada repetição. As plântulas, sem os cotilédones, foram postas em estufa à temperatura de 105°C , durante 24 horas, para efeito de determinação do peso seco. Para cada repetição calculou-se o peso seco médio da parte aérea por plântula e, posteriormente, a média das quatro repetições.

No estudo dos parâmetros comprimento do hipocótilo e peso seco da parte aérea não foram obtidos os dados relativos ao nível de potencial de umidade do solo de $-6,80$ atm, uma

vez que as sementes, apesar de germinarem, não produziram plântulas com hipocótilos que permitissem perfeita medição e pesagem. Em razão do exposto, procederam-se as análises de variância considerando-se somente quatro níveis de umidade do solo (-1,20; -0,28; -0,17 e -0,14 atm).

Delimitação experimental e análise estatística

Os efeitos do potencial mátrico da água do solo e dos tamanhos das sementes foram reunidos num fatorial 6 x 3, delimitado em blocos completos casualizados. A avaliação do experimento foi feita pela análise de variância, de par com a comparação de medidas pelo teste de Tukey, ao nível fiducial de 5% (PIMENTEL GOMES, 1973). Os dados referentes à porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação de sementes viaíveis foram transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\text{porcentagem}}$.

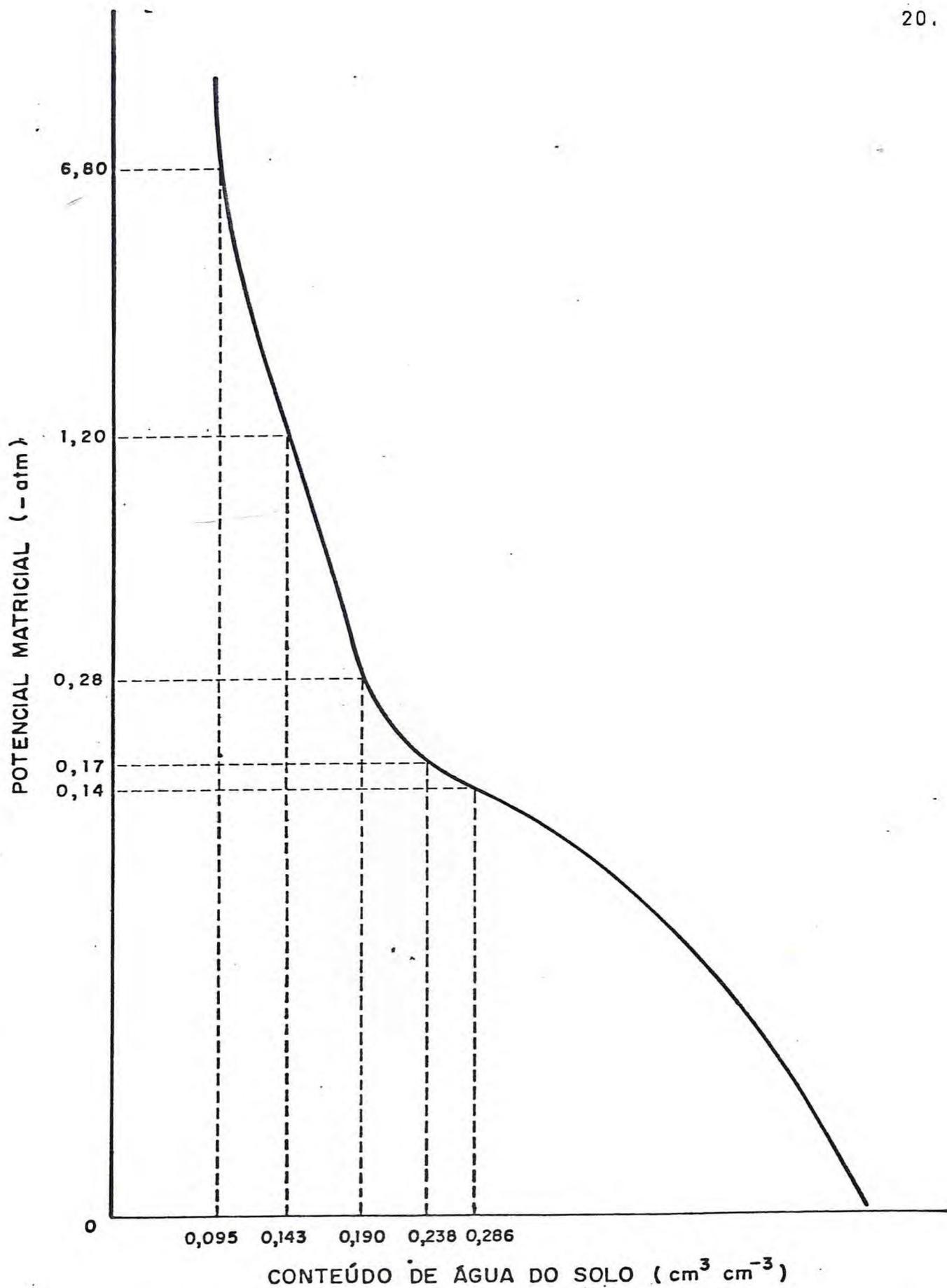


FIGURA 1 - Curva Característica da Água do Solo Aluvião Fluvial (Profundidade 0 - 15 cm),

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO 1 - Germinação e Vigor de Sementes com Diferentes Tamanhos em Soluções Salinas

Porcentagem de germinação

A germinação das sementes decresceu à medida que diminuiu o potencial de água na solução salina (TABELA 01). As sementes grandes e médias apresentaram germinação estatisticamente não significativa nos potenciais de 0 a -5 bar. As sementes pequenas apresentaram uma redução na germinação em torno de 8%, em relação a 0 e -1 bar, quando submetidas a -3 e -5 bar.

Quando o potencial de água na solução foi de -7 bar houve reduções de germinação de 30, 33,5 e 20%, em relação a 0 bar, nas sementes grandes, médias e pequenas, respectivamente. Apesar de as sementes pequenas terem apresentado neste potencial (-7 bar) maior porcentagem de germinação do que as grandes e médias, a análise estatística não indicou significância entre os diferentes tamanhos (TABELA 02).

Quando as sementes foram submetidas a -9 bar, a germinação foi reduzida acentuadamente. Reduções de germinação provocadas por aumento de concentração de soluções salinas foram também observadas por PEARSON (1966), em arroz e por PRISCO *et alii* (1977), em sorgo granífero. De acordo com FIREMAN & HAYWARD (1955) e MANOHAR (1966), reduções na germinação podem ser causadas pela ação tóxica dos íons Na^+ e /ou Cl^- .

TABELA 01 - Porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água, da solução (bar)	Sementes			Médias
	Grandes	Médias	Pequenas	
0	87,0	85,5	87,0	86,5 a
-1	84,5	85,0	88,5	86,0 a
-3	84,0	83,0	79,0	82,0 a
-5	82,5	82,5	80,0	81,6 a
-7	57,0	52,0	67,0	58,6 b
-9	6,0	5,5	3,5	5,0 c
Médias	66,8	65,5	67,5	66,6

Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 02 - Análise de variância da porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em soluções de cloreto de sodio de diferentes potenciais de água. Dados transformados para $\text{arc sen}\sqrt{\text{porcentagem}}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F	
Potencial de água (P)	5	5.781,71	263,76	*
Tamanho de semente (T)	2	10,73	0,48	ns
Interação (P x T)	10	24,89	1,13	ns
Resíduo	54	21,93	-	

(*) Signficativo ao nivel de 5%;

(ns) Não significativo.

Comprimento da raiz e do hipocótilo

O vigor das plântulas, indicado pelo comprimento da raiz e do hipocótilo (TABELAS 03 e 04), foi mais afetado por decréscimo do potencial de água na solução do que a porcentagem de germinação (TABELA 01). Assim é que, enquanto a germinação das sementes sofreu redução significativa somente a partir de -7 bar, os comprimentos das raízes e dos hipocótilos sofreram reduções a partir de -3 e -1 bar, respectivamente.

Independentemente do tamanho das sementes os comprimentos das raízes e dos hipocótilos sofreram reduções acentuadas nos potenciais compreendidos entre -3 e -9 bar.

Estas reduções de crescimento ocorreram possivelmente, devido a alguma alteração no metabolismo da planta, acarretando diminuição no vigor. Tal observação concorda com as constatações de EVANS & STICKLER (1961) e de PRISCO *et alii* (1977). Além do mais, durante a avaliação das plântulas, verificou-se que aquelas produzidas em concentrações salinas mais altas possuíam áreas necróticas de cor marrom, na região da raiz e do hipocótilo.

A exemplo do que ocorreu com a porcentagem de germinação, também não foram evidenciados efeitos significativos do tamanho das sementes nos dois parâmetros em apreciação (TABELAS 05 e 06).

TABELA 03 - Comprimento (cm) das raízes das plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água, da solução (bar)	Sementes			Médias
	Grandes	Médias	Pequenas	
.0	18,03	17,61	16,96	17,53 a
-1	16,40	16,97	16,55	16,64 a
-3	9,68	10,82	9,18	9,89 b
-5	5,12	4,16	3,81	4,36 c
-7	3,42	3,16	2,35	2,97 c
-9	2,16	1,90	1,93	1,99 d
Médias	9,13	9,10	8,46	-

Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 04 - Comprimento (cm) do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água da solução (bar)	Sementes			Médias
	Grandes	Médias	Pequenas	
0	9,74	9,83	9,85	9,80 a
-1	8,95	8,81	9,08	8,95 b
-3	3,92	4,49	4,73	4,38 c
-5	2,29	1,86	2,05	2,06 d
-7	1,00	1,00	1,01	1,00 e
-9	0,85	0,58	0,67	0,70 e
Médias	4,46	4,43	4,56	4,48

Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 05 - Análise de variância do comprimento das raízes das plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Potencial de água (P)	5	573,58	424,87 *
Tamanho de semente (T)	2	3,47	2,54 ns
Interação (P x T)	10	0,81	0,60 ns
Resíduo	54	1,35	-

(*) Significativo ao nível de 5%;

(ns) Não significativo.

TABELA 06 - Análise de variância do comprimento do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, cinco dias após a semeadura em soluções de cloreto de sodio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Potencial de água (P)	5	193,08	13,79 *
Tamanho de semente (T)	2	0,12	0,86 ns
Interação (P x T)	10	0,13	0,93 ns
Resíduo	54	0,14	-

(*) Significativo ao nível de 5%;

(ns) Não significativo.

Peso seco das plântulas

Os resultados indicam que houve uma relação direta entre o peso seco das plântulas e o potencial de água da solução (TABELA 07). Os dados da TABELA 08 revelam que o tamanho da semente e o nível de potencial de água da solução produziram efeitos significativos no peso seco das plântulas. A interação classe de tamanho x nível de potencial de água na solução, também foi significativa.

Considerando cada tamanho de semente, observa-se que não ocorreu diferença de peso seco das plântulas nos potenciais de 0 a -1 bar. Porém, no potencial de -3 bar houve uma redução significativa de aproximadamente 26, 14 e 5 mg/plântula, em relação 0 bar, no peso das plântulas resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, respectivamente. De -5 a -9 bar a diminuição de peso seco foi mais acentuada, com valores mais baixos sendo obtidos neste último potencial.

Levando em conta cada nível de potencial, as plântulas resultantes de sementes grandes foram mais pesadas do que as de sementes médias e estas, por sua vez, mais pesadas do que as de sementes pequenas, nos potenciais de 0 a -1 bar. Os resultados obtidos nos potenciais de 0 e -1 bar concordam com os encontrados por VECHI (1969), em Caupi e, em parte, com os de HENSON & TAYMAN (1961), em trevo vermelho, sob condição de ausência de salinidade. Por outro lado, MEIRI & MOR (1970) encontraram que o peso seco de plantas de *Phaseolus vulgaris* L. expostas a solução salina (NaCl) de potencial de água igual a -2,8 bar, foi significativamente menor do que o daquelas submetidas ao potencial de água de -0,6 bar.

TABELA 07 - Peso seco (mg) das plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, sete dias após a semeadura em soluções de cloreto de sodio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água da solução (bar)	Sementes		
	Grandes	Médias	Pequenas
0	A 88,75 a	B 73,50 a	C 57,25 a
-1	A 88,75 a	B 74,00 a	C 58,50 a
-3	A 62,25 b	A 59,25 b	B 52,25 b
-5	A 36,00 c	A 33,50 c	B 27,25 c
-7	A 21,00 d	A 19,25 d	A 17,25 d
-9	A 11,50 e	A 11,50 e	A 10,50 e

Duas médias não seguidas pela mesma letra minúsculas em cada coluna ou não precedidas pela mesma letra maiúscula em cada linha diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 08 - Análise de variância e decomposição da soma dos efeitos de potencial de água da solução, tamanho de semente e de interação (P x T) do peso seco de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, sete dias após a semeadura em soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Potencial de água da solução (P)	5	8.932,16	1.094,63 *
Tamanho de semente (T)	2	1.164,13	142,66 *
Interação (P x T)	10	166,21	20,37 *
Potencial (P) + interação (P x T)	(15)		
Potencial (P) d. semente grande	5	4.411,94	540,67 *
Potencial (P) d. semente média	5	3.018,96	369,97 *
Potencial (P) d. semente pequena	5	1.833,66	224,71 *
Tamanho (T) + interação (P x T)	(12)		
Tamanho (T) d. potencial 0	2	992,58	121,64 *
Tamanho (T) d. potencial -1	2	800,58	98,11 *
Tamanho (T) d. potencial -3	2	105,33	12,90 *
Tamanho (T) d. potencial -5	2	81,25	9,96 *
Tamanho (T) d. potencial -7	2	14,08	1,72 ns
Tamanho (T) d. potencial -9	2	1,33	0,16 ns
Resíduo	54	8,16	-

(*) Significativo ao nível de 5%;

(ns) Não significativo.

EXPERIMENTO 2 - Efeitos do Potencial mátrico da Água do Solo na Germinação e no Vigor de Sementes Grandes, Médias e Pequenas.

Índice de velocidade de Germinação de sementes viáveis (IVGSV)

O exame dos resultados da TABELA 09 indicam que ocorreu uma relação inversa entre o potencial mátrico da água do solo e o índice de velocidade de germinação. Os dados da TABELA 10 revelam que o tamanho da semente e o potencial mátrico da água do solo produziram efeitos significativos no índice de velocidade de germinação das sementes viáveis. A interação, classe de tamanho x potencial da água do solo, também foi significativa.

Observações dos tamanhos de sementes não mostram diferenças significativas para as três classes nos potenciais de água do solo de -0,14 a -1,20 atm, embora as sementes pequenas tenham tido maiores IVGSVs do que as sementes médias e estas, por sua vez, do que as sementes grandes. No entanto, sementes pequenas tiveram maior índice do que as médias, no potencial de -6,80 atm; sementes médias não diferem das grandes neste potencial de água do solo. Estes resultados concordam, em parte, com os obtidos por EDWARDS Jr. *et alii* (1971), que observaram em soja uma mais rápida emergência de sementes médias e pequenas, naqueles níveis de umidade do solo onde ocorreu germinação. Por outro lado, KNEEBONE & CREMER (1955) observaram que sob condições favoráveis de umidade as plântulas de gramíneas forrageiras resultantes de sementes maiores emergiram mais rapidamente.

A maior velocidade de emergência de sementes pequenas com ou sem deficiência de água no solo está ligada, possivelmente, a uma maior capacidade de absorção de umidade e/ou a uma menor quantidade de água requerida para o início e manutenção do processo germinativo.

TABELA 09 - Índice de velocidade de germinação de sementes viáveis grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água do solo (atm)	Sementes		
	Grandes	Médias	Pequenas
-6,80	AB 4,00 b	B 2,08 b	A 8,89 b
-1,20	A 12,74 a	A 13,77 a	A 14,17 b
-0,28	A 14,83 a	A 15,24 a	A 16,27 a
-0,17	A 15,00 a	A 15,93 a	A 16,59 a
-0,14	A 16,38 a	A 16,71 a	A 16,70 a

Duas médias não seguidas pela mesma letra minúscula em cada coluna ou não precedidas pela mesma letra maiúscula em cada linha diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 10 - Análise de variância e decomposição da soma dos efeitos de potencial de água do solo, tamanho de sementes e de interação (p x T) do índice de velocidade de germinação de sementes viáveis grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, semeadas em solo com diferentes potenciais de água. Dados transformados para $\arcsen \sqrt{\text{porcentagem}}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Bloco	3	13,33	1,21
Potencial de água do solo (p)	4	423,43	38,70 *
Tamanho de semente (T)	2	51,82	4,73 *
Interação (p X T)	8	33,46	3,05 *
Potencial (p) + interação (p x T) (12)			
Potencial (p) d. semente grande	4	168,71	15,42 *
Potencial (p) d. semente média	4	288,60	26,38 *
Potencial (p) d. semente pequena	4	29,78	3,01 *
Tamanho de semente + interação (pxT) (10)			
Tamanho (T) d. potencial -6,80	2	181,18	16,56 *
Tamanho (T) d. potencial -1,20	2	1,56	0,14 ns
Tamanho (T) d. potencial -0,28	2	1,36	0,12 ns
Tamanho (T) d. potencial -0,17	2	1,48	0,13 ns
Tamanho (T) d. potencial -0,14	2	0,08	0,00 ns
Resíduo	42	10,94	-

(*) Significativo ao nível de 5%;

(ns) Não significativo.

Porcentagem de germinação

Praticamente não houve diferença de germinação nas três classes de sementes para os potenciais de -0,14, -0,17 e -0,28 atm. Redução na germinação foi observada nos potenciais de água do solo de -1,20 e -6,80 atm, sendo que no potencial mais elevado a germinação foi reduzida acentuadamente (TABELA 11). Em nenhum dos potenciais mátricos da água do solo se verificou efeito significativo do tamanho das sementes na porcentagem de germinação (TABELA 12).

A ocorrência de decréscimo de germinação no potencial de -1,20 atm não pode ser generalizada para outras culturas de feijão-de-corda ou outras leguminosas. HADAS & RUSSO (1974) observaram que para potenciais de água do solo compreendidos entre 0 e -3,8 bar, não houve efeito direto do potencial na embebição e germinação de três espécies de leguminosas. PALMAR & MOORE (1968), usando polietileno glicol 6000 e manitol para simular condições de estresse hídrico em milho, observaram reduções de germinação, especialmente nos potenciais de -8 e -10 bar.

TABELA 11 - Porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, seis dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água do solo (atm)	Sementes			Médias
	Grandes	Médias	Pequenas	
-6,80	1,0	3,0	5,0	3,0 c
-1,20	85,0	89,0	87,5	87,2 b
-0,28	96,5	97,5	96,5	96,8 a
-0,17	95,0	99,0	97,0	97,0 a
-0,14	96,0	95,5	99,0	96,8 a
Médias	74,7	76,8	77,0	76,1

Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 12 - Análise de variância da porcentagem de germinação de sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, seis dias após a sementeira em solo com diferentes potenciais de água. Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\text{porcentagem}}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Bloco	3	34,67	0,73 ns
Potencial de água do solo (p)	4	12.615,53	266,99*
Tamanho de semente (T)	2	114,45	2,42 ns
Interação (p x T)	8	29,13	0,61 ns
Resíduo	42	47,25	-

(*) Significativo ao nível de 5%;

(ns) Não significativo.

Comprimento do hipocótilo

Os dados da TABELA 13 mostram que, dentro de cada classe de semente, os maiores comprimentos de hipocótilo foram apresentados pelas plântulas submetidas ao potencial de $-0,14$ atm. A comparação das médias pelo teste de Tukey revelou diferença entre o hipocótilo de plântulas expostas a este potencial e as que cresceram sob os potenciais de $-0,17$ e $-0,28$ atm. Assim, sendo, foi possível evidenciar-se que, enquanto o crescimento do hipocótilo foi significativamente reduzido em potencial de água do solo igual ou inferior a $-0,17$ atm, a porcentagem de germinação somente o foi a partir de potencial igual ou inferior a $-1,20$ atm. Por outro lado, considerando-se cada nível de potencial, nota-se que o tamanho da semente não afetou significativamente o comprimento do hipocótilo (TABELA 14).

Os menores comprimentos de hipocótilo observados sob potenciais menos elevados, concordam com os resultados obtidos em *P. vulgaris* L., por BURMAN & BOHMONT (1961), em outras espécies, por PALMAR & MOORE (1968), PAINTER (1966) e EVANS & STICKLER (1961). Estes resultados já eram esperados, pois a deficiência de água no solo provoca reduções no crescimento das plantas. Como se sabe, os processos fisiológicos se desenvolvem em meio aquoso, sendo a água requerida como agente de transporte, atuando também como reagente em muitos desses processos.

TABELA 13 - Comprimento (cm) do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, seis dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água do solo (atm)	Sementes			Médias
	Grandes	Médias	Pequenas	
-1,20	2,83	2,83	2,99	2,82 a
-0,28	3,30	3,26	3,26	3,27 b
-0,17	3,27	3,24	3,23	3,25 b
-0,14	3,80	3,46	3,7	3,68 c
Médias	3,30	3,15	3,31	3,25

Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 14 - Análise de variância do comprimento do hipocótilo de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, seis dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Bloco	3	0,66	7,33 *
Potencial de água do solo (p)	3	1,50	16,67 *
Tamanho de semente (T)	2	1,14	1,56 ns
Interação (p x T)	6	0,05	0,56 ns
Resíduo	33	0,09	-

(*) Significativo ao nível de 5%;

(ns) Não significativo.

Peso seco da parte aérea das plântulas

O peso seco da parte aérea das plântulas variou linearmente com o tamanho das sementes e com o nível de potencial mátrico da água do solo (TABELA 15). Os dados da TABELA 16, portanto, indicam que houve efeito significativo do tamanho das sementes e do nível de potencial mátrico da água do solo. Entretanto, a interação, classe de tamanho x nível de potencial da água, não foi significativa.

Ocorreu redução significativa do peso seco da parte aérea das plântulas, a partir de potencial de água igual ou inferior a $-0,28$ atm. Plântulas submetidas aos potenciais de água de $-0,28$ e $-1,20$ atm apresentaram menores pesos secos.

Por meio da imposição de estresse hídrico simulado, pesquisadores constataram redução no peso seco de plântulas. Desse modo, PANDYA *et alii* (1973) verificaram em sementes de *Brassica campestris* Lam., menor transferência de matéria seca dos cotilédones para o embrião e, em consequência, uma redução na quantidade de açúcares solúveis nas plântulas. Já PALMAR & MOORE (1968) observaram, em milho, uma redução mais acentuada na parte aérea das plântulas resultantes de sementes de baixo vigor do que nas de alto vigor.

TABELA 15 - Peso seco da parte aérea de plântulas (mg/plântula) de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, dez dias após semeadas em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Potencial de água do solo (atm)	Sementes			Médias
	Grandes	Médias	Pequenas	
-1,20	62	52	40	51 c
-0,28	71	57	47	58 bc
-0,17	76	59	50	62 ab
-0,14	82	67	60	70 a
Médias	73 a	59 b	49 c	60

Duas médias não seguidas pela mesma letra na última coluna ou não precedidas pela mesma letra na linha inferior diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 16 - Análise de variância do peso seco da parte aérea de plântulas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, resultantes de sementes grandes, médias e pequenas, dez dias após a semeadura em solo com diferentes potenciais de água. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Causas de variação	Q.L.	Q.M.	F
Bloco	3	56,72	1,19 ns
Potencial de água do solo (p)	3	888,16	18,66 *
Tamanho de semente (T)	2	2.573,44	54,06 *
Interação (p x T)	6	29,10	0,61 ns
Resíduo	33	47,60	-

(*) Significativo ao nível de 5%;

(ns) Não significativo.

SUMÁRIO

Foram empregadas nesta pesquisa sementes grandes, médias e pequenas de feijão-de-corda, *V. sinensis* (L.) Savi, cultivar Pitiúba, produzidas no ano de 1979, em um campo de multiplicação de sementes básicas do Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, Ceará, Brasil. A separação das sementes nas três classes de tamanho foi realizada com o emprego de peneiras de orifícios circulares com diâmetros de 0,75; 0,71; 0,67; 0,63; 0,59 e 0,55 cm.

O estudo constou de dois experimentos, sendo o primeiro realizado no Laboratório de Análise de Sementes e o segundo, em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, no "Campus" do Pici, Fortaleza, Ceará.

Em laboratório, estudaram-se os efeitos do potencial de água das soluções salinas na germinação e vigor de sementes das três classes de tamanho. No estudo de laboratório empregaram-se soluções de NaCl com os potenciais de água de 0 (água destilada), -1, -3, -5, -7 e -9 bar. Os resultados obtidos permitiram evidenciar que a germinação das sementes sofreu redução significativa somente quando o potencial de água da solução salina atingiu -7 bar. Embora as sementes pequenas tenham apresentado neste potencial (-7 bar) maior porcentagem de germinação, a análise estatística não indicou significância entre os diferentes tamanhos. Os comprimentos da raiz e do hipocótilo diminuíram a partir de soluções com potenciais de -3 e -1 bar, respectivamente. Verificou-se, também, a superioridade do peso seco das plântulas resultantes de sementes grandes, sobre as médias e destas sobre as pequenas, nos potenciais de 0 e -1 bar. Nos potenciais de -3 a -5 bar, a redução no peso seco das plântulas resultantes de sementes grandes

e médias, ocorreu independentemente do efeito do tamanho das sementes, a exemplo do que aconteceu nos potenciais de -7 e -9 bar, com as plântulas das três categorias estudadas.

No segundo experimento avaliaram-se os efeitos do potencial mátrico da água do solo na germinação e no vigor das sementes grandes, médias e pequenas, as quais foram semeadas em solo com potenciais de água de -6,80; -1,20; -0,28; -0,17 e -0,14 atm. A avaliação do índice de velocidade de germinação de sementes viáveis mostrou não haver diferença entre as três classes de tamanho de sementes nos potenciais compreendidos entre -0,14 e -1,20 atm. Entretanto, no potencial de -6,80 atm, as sementes pequenas apresentaram maior índice de velocidade de germinação do que as médias. Redução na porcentagem de germinação foi observada em potenciais de água do solo de -1,20 e -6,80 atm. Os comprimentos dos hipocótilos foram significativamente reduzidos em potencial de água do solo igual ou inferior a -0,17 atm. O peso seco da parte aérea das plântulas variou linearmente com o tamanho das sementes e com o nível de potencial mátrico da água do solo. As plântulas submetidas aos potenciais de água de -0,28 e -1,20 atm apresentaram menores pesos secos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nos dois experimentos, pode-se concluir:

1. - Sementes grandes e médias de feijão-de-corda, cultivar Pitiúba, possuem melhores atributos de qualidade para produção de plântulas vigorosas do que sementes pequenas sob condição de estresse salino (devido ao cloreto de sódio) e hídrico ou mesmo na ausência de estresse.
2. - A cultivar estudada apresentou plântulas com pequeno desenvolvimento quando as sementes foram semeadas em condições em que o potencial de água na solução salina foi igual ou menor do que -3 bar.
3. - Ocorreu redução na germinação e vigor das plântulas quando as sementes foram semeadas em solo com potencial igual ou menor do que -1,20 atm. Como não foi possível a obtenção de potenciais entre -1,20 e -5,80 atm, sugere-se que em outras pesquisas sejam incluídos potenciais de água do solo entre estes dois valores, para que se possa determinar quais os potenciais menores que -1,20 atm que causam diminuição mais acentuada nos parâmetros aqui estudados.
4. - Na avaliação dos efeitos da salinidade deve-se incluir, além da porcentagem de germinação, outros parâmetros de crescimento, pois evidenciou-se que, enquanto a porcentagem da germinação foi afetada em potenciais mais baixos (-7 e -9 bar), o comprimento da raiz e do hipocótilo foram reduzidos significativamente a partir de -3 bar.

LITERATURA CITADA

- AMARAL, E. Alguns problemas de estatística aplicada em análise de sementes. Tecnol. Sem., 2 : 12-18, 1979.
- ASSUNÇÃO, M.V. & GONÇALVES, W.M.F. Efeito da densidade das sementes na cultura de algodão "Mocô" (*Gossypium Hirsutum* marie galante Hutch). Ciênc. Agron. 2 (2) : 79-82, 1972.
- AYERS, A.D. WADLEIGH, C.H. & MAGISTRAD, O.C. The Interrelationships of salt concentration and soil moisture content with the growth of beans. J. Amer. Soc. Agron. 35 : 796-810. 1943.
- AYERS, A.D. Seed Germination as affected by soil moisture and salinity. Agron. J., 44 : 82-84, 1952.
- BURMAN, R.D. & BOHMONT, D.W. Evaluating the growth, rate of germination of northern beans as influenced by soil moisture level under greenhouse conditions. Agron. J., 53 : 354-355, 1961.
- CARMO, C.M. & SOBRINHO, R.B. Influência do tamanho da semente no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Ciênc. Agron., 5(1-2) : 33-38, 1975.
- COOPER, C.S. & MACDONALD, P.W. Energetics for early seedling growth in corn, *Zea mays* L. Crop. Sci. 10 : 136-139, 1970.
- DAKER, A. A água na agricultura. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos S/A, 1973, 3 ed., 3 vol. 453 p.

- DONEEN, L.D. & MACGULLIWRAY, J.H. Germination of vegetable seed as affected by different soil moisture conditions. Plant.Phys., 18 : 524-529, 1943.
- EDWARDS Jr., C.I. & HARTWIG, E.E. Effect of seed upon rate of germination in soybeans. Agron. J., 63 : 429-430, 1971.
- EVANS, W.F. & STICKLER, F.C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stress. Agron. J., 53 : 369 - 372, 1961.
- FIGUEIREDO, M.S. Efeitos do tamanho das sementes sobre o "stand", produção e altura das plantas na cultura do feijão, *Phaseolus vulgaris* L. Tese (M.S.), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1970, 35 p.
- FIREMAN, M. & HAYWARD, R.E. Irrigation water and saline alkali soils. U.S. Department of Agriculture, Yearbook of agriculture, 321-327, 1955.
- FROTA, J.N.E. Nitrogen metabolism in Red Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under water and stress. Thesis (ph.D.), University of Arizona, Tucson, 1972.
- GAUCH, H.G. & WADLEIGH, C.H. Effects of high salt concentrations on growth of bean plants. Botanical Gaz., 105; 379-387, 1944.
- BADAS, A. & RUSSO, C. Water uptake by seeds as affected by water stress, capillary conductivity and seed - soil water contact. I. Experimental study. Agron. J., 66 : 643 - 647, 1974.
- HENSON, P.R. & TAYMAN, L.A. Seed weights of varieties of birdsfoot trefoil as affecting seedling growth. Crop. Sci., 1 : 306, 1961.

- JENSEN, R.D. Effects of soil water on the emergence and growth of cotton seedlings. Agron. J., 63 : 766-768, 1971.
- KNEEBONE, W.R. & CREMER, C.L. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. Agron. J., 47 : 472-477, 1955.
- LAGERWERFF, I.V. & HOLLAND, J.P. Growth and mineral content of carrots and beans as related to varying osmotic and ionic-composition effects in saline-sodic sand cultures. Agron. J., 52 : 603-608, 1960.
- LAHAYE, P.A. & EPSTEIN, E. Salt toleration by plants: Enhancement with calcium. Science, 166 : 395-396, 1969.
- LUNIN, I. & GALLATIN, M.H. Salinity-fertility interactions in relation to the growth and composition of beans. I. Effect of N, P and K. Agron. J., 57 : 339-342, 1965a.
- LUNIN, I. & GALLATIN, M.H. Salinity-fertility interactions in relation to the growth and composition of beans. II. Varying levels of N and P. Agron. J., 57 : 342-345, 1965b.
- MANOHAR, M.S. Effect of "Osmotic" system on germination of peas, *Pisum sativum* L. Planta, 71 : 81-86, 1966.
- MEIRI, A., MOR, E. & POLJAKOFF-MEYBER, A. Effect of time of exposure to salinity on growth water status and salt accumulation in bean plants. Ann. Bot., 34 : 383-391, 1970.
- OLIVEIRA, M.A. Effects of seed size and sowing rate on cowpea [*Vigna sinensis* (L.) Savi] performance. Thesis (M.S.), Mississippi State University, State College, Mississippi, 1972.
- PAINTER, L.I. Method of subjecting growing to a continuous soil moisture stress. Agron. J., 58 : 459-460, 1966.

- PALMAR, M.T. & MOORE, R.P. Carbowax 6000, manitol and sodium chloride for simulating drought condition studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. Agron. J., 60 : 192-195, 1968a.
- PALMAR, M.T. & MOORE, R.P. Effects of simulated drought by polyethylene glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. Agron. J., 58 : 391 - 392, 1968b.
- PANDYA, R.B., KHAN, M.I., GUPTA, S.K. & DRINDSA, K.S. Effect of seed size upon germination, moisture uptake, seedling growth, dry weight changes and soluble sugars under polyethylene glycol (PEG) induced stress. Biochem. Physiol. Pflanzem., 164 : 80-87, 1973.
- PEARSON, G.A., AYERS, A.D. & EBERHARD, D.L. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. Soil. Sci., 102 : 151-156, 1966.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel S/A, São Paulo - SP., Brasil, 1973, 430 p.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. M.A., BID, Brasília, 1977, 290 p.
- PRISCO, J.T. & O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. Turrialba, 20 : 177-184, 1970.
- PRISCO, J.T., BARBOSA, L. & FERREIRA, L.G.R. Efeitos da salinidade na germinação e vigor de plântulas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Ciên. Agron., Fortaleza, 5 (1 e 2) : 13 - 17, 1975a.

- PRISCO, J.T., BARBOSA, L. & FERREIRA, L.G.R. Prê-embebição como meio para sobrepujar os efeitos inibitórios da salinidade na germinação de sementes de Sorghum bicolor (L.) Moench. Ciên. Agron., Fortaleza, 5 (1 e 2) : 19-23, 1975b.
- PRISCO, J.T. BARBOSA, L. & FERREIRA, L.G.R. Reguladores do crescimento e a reversão dos efeitos da salinidade na germinação e vigor de plântulas de Sorghum bicolor (L.) Moench. Ciên. Agron., Fortaleza, 5 (1 e 2) : 25-32, 1975c.
- SAUNDERS, L.C.U., BARBOSA, C.E., PAIVA, F.L. & LIMA V.M. Condutividade Hidráulica de um aluvião fluvial sob condições de campo. Fortaleza, C.C.A. - U.F.C., 1979, 15 p., Boletim.
- SHAYBANY, B. & KASHIRAD, A. Effect of NaCl em growth and mineral composition of Acacia saligna in sand culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 103 (6) : 823-826, 1978.
- SLATYER, R.O. Physiological significance of internal water relation to crop yield, p. 53-83. In J.O. Eastin (Chairman), Physiological aspects of crop yield. Amer Soc. Agron. and Crop. Sci. Soc. Amer., Madison, Wis, 1969.
- VECHI, C. Physiological responses of cowpea, [Vigna sinensis (L.) Savi], seeds to differential deterioration levels. Thesis (M.S.), Mississippi State University, State College, Mississippi, 1969.
- WADLEIGH, C.H. Soil Moisture in relation to plant growth. Yearbook of agriculture. 358-361, 1955.
- WIGGANS, S.C. & GARDNER, F.P. Effectiveness of various solutions for simulating drought conditions as measured by germinations and seedling growth. Agron. J., 51 : 315-318, 1959.
- WOOD, D.W., LONGDEN, F.C. & SCOTT, R.K. Seed size variation, its extent, source and significance in field crops. Seed Sci. & Technol., 5 : 337-352, 1977.