

EFEITOS DA SALINIDADE NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE
ALGUMAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS

Joaquim Evando Freire

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1991

A meus pais e irmãos

DEDICO

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Tese é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.


Joaquim Evando Freire

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 06/09/91


VERA LÚCIA BAIMA FERNANDES
Orientadora da Tese


FERNANDO F. FERREYRA HERNANDEZ


FRED CARVALHO BEZERRA

Feliz aquele que se compraz no serviço do Senhor
E medita sua lei dia e noite.

Ele é como a árvore plantada
Na margem das águas correntes:

Dá fruto na época própria,
Sua folhagem não murchará jamais.
Tudo o que empreende, prospera.

(Salmo 1, 2-3)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora VERA LÚCIA BAIMA FERNANDES, cuja orientação e compreensão, principalmente nas etapas finais deste estudo, muito ajudaram a concretizá-lo.

Ao Professor FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNANDEZ pela valiosa contribuição, através de sugestões e esclarecimentos.

Ao Doutor FRED CARVALHO BEZERRA, pesquisador da EMBRAPA, pela concepção da idéia inicial e pelo apoio e incentivo na condução deste trabalho.

Aos Departamentos de Ciências do Solo e Fitotecnia pelo uso de suas instalações e pelos materiais concedidos para o desenvolvimento deste experimento.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, pelo elevado espírito de amizade e companheirismo demonstrado durante os anos de convivência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro, sem o que este trabalho não seria possível.

Finalmente, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização do presente estudo.

SUMÁRIO

Página

UNIDADES E CONVERSÕES

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	01
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	03
2.1 - Salinidade dos Solos.....	03
2.2 - Influência da Salinidade na Germinação e Vigor de Plântulas.....	04
2.3 - Tolerância das Plantas à Salinidade.....	10
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	16
3.1 - Germinação.....	16
3.1.1. - Gramíneas.....	16
3.1.2. - Leguminosas.....	17
3.2 - Percentagem de Plântulas Anormais.....	18
3.3 - Vigor das Plântulas.....	19
3.3.1. - Comprimento Médio da Radícula.....	19
3.3.2. - Comprimento Médio da Parte Aérea.....	19
3.3.3. - Comprimento Médio da Plântula.....	20
3.3.4. - Peso Médio da Matéria Seca da Plântula.....	20
3.4 - Análise Estatística.....	20
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	22
4.1 - Influência da Salinidade na Germinação.....	22
4.1.1. - Gramíneas.....	22

4.1.2. - Leguminosas.....	26
4.2 - Influência da Salinidade na Ocorrência de Plântulas Anormais.....	31
4.2.1. - Gramíneas.....	31
4.2.2. - Leguminosas.....	34
4.3. - Influência da Salinidade no Vigor de Sementes.....	37
4.3.1. - Gramíneas.....	37
4.3.2. - Leguminosas.....	46
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	56
6 - <u>LITERATURA CITADA</u>	57

UNIDADES E CONVERSÕES

GRANDEZA	UNIDADE/ABREVIATURA
Condutividade elétrica	milimho por centímetro (mmho/cm)
	decisiemens por metro (dS/m)
Potencial hídrico	megapascal (MPa)
	bar
	(bar)
	atmosfera
	(atm)
Concentrações de soluções	miligramas por litro (mg/l)
	milimolar
	(mM)

CONVERSÕES

$$1 \text{ mmho/cm} = 1 \text{ dS/m}$$

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} = 9,87 \text{ atm}$$

$$1 \text{ mol} = \text{Peso Molecular (PM) expresso em gramas}$$

$$1 \text{ mM} = (\text{mol/l})/10^3 = 1 \text{ mol/m}^3$$

$$1 \text{ mmho/cm} \approx 640 \text{ mg/l de sais totais dissolvidos na solução}$$

$$\text{NaCl } 11\text{mM} \approx 1 \text{ mmho/cm} \approx 0,36 \text{ bar}$$

$$1 \text{ MPa} \approx 27,8 \text{ mmhos/cm.}$$

LISTA DE TABELAS

Tabela

Página

- 1 Percentagem de germinação de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM)..... 24
- 2 Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon), nas percentagens de germinação e plântulas anormais..... 25
- 3 Percentagem de germinação de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM)..... 28
- 4 Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena), nas percentagens de germinação e de plântulas anormais..... 29
- 5 Percentagem de plântulas anormais de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM)..... 33

6	Percentagem de plântulas anormais de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	36
7	Comprimento médio de radícula (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Bufel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	39
8	Comprimento médio da parte aérea (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Bufel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	40
9	Comprimento médio de plântulas normais (cm) resultantes de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	41

10	Peso médio da matéria seca de plântulas normais (mg/pl) oriundas de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Branquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na ₂ SO ₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	42
11	Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon), nos comprimentos da radícula, parte aérea, plântula e no peso da matéria seca da plântula.....	43
12	Comprimento médio de radícula (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na ₂ SO ₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	48
13	Comprimento médio da parte aérea (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na ₂ SO ₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	49

14	Comprimento médio de plântulas normais (cm) oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na ₂ SO ₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200mM).....	50
15	Peso médio da matéria seca de plântulas normais (mg/pl) oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na ₂ SO ₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).....	51
16	Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena), nos comprimentos da radícula, parte aérea, plântula e no peso da matéria seca da plântula.....	52

RESUMO

Conduziu-se um ensaio de laboratório objetivando estudar os efeitos da salinidade na germinação e vigor de sementes de seis espécies de plantas de reconhecido valor forrageiro: Andropogon, Braquiária, Buffel, Cunhã, Guandu e Leucena. Os tratamentos consistiram em colocar sementes para germinar em substratos umedecidos com água destilada (0 mM) ou soluções salinas de cloreto de sódio ou sulfato de sódio nas concentrações de 50, 100, 150 e 200 mM, para ambos os sais. Constatou-se que a germinação e o vigor de plântulas decresceram, enquanto que, o número de plântulas anormais aumentou, quando as sementes foram semeadas em substratos salinizados com concentrações crescentes dos sais, sendo que, o efeito nocivo do sulfato de sódio foi mais acentuado do que o do cloreto de sódio. Verificou-se que a espécie Braquiária foi menos afetada pelos sais do que as demais espécies de gramíneas forrageiras (Buffel e Andropogon). Semelhantemente, a espécie Leucena foi menos prejudicada pelos sais do que as outras espécies de leguminosas forrageiras (Guandu e Cunhã). As espécies forrageiras Braquiária e Leucena, por se mostrarem como as mais tolerantes às condições adversas de salinidade descritas neste estudo, poderiam ser testadas em condições de campo, visando o aproveitamento de parte dos solos que apresentam problemas de salinidade.

ABSTRACT

Laboratory studies were conducted to determine the saline tolerance of 3 tropical grasses and 3 tropical legumes. This study examined the salt effects on seed germination and seedling vigor of Brachiaria decumbens Stapf., Cenchrus ciliaris L., Andropogon gayanus L., Clitoria ternatea L., Cajanus cajan (L.) Huth. and Leucaena leucocephala Lam. The substrate for germination (Germitest paper) was moistured with distilled water (0 mM) or solution of NaCl and Na₂SO₄ and the concentrations of salt solutions were 50, 100, 150 and 200 mM for both salts. Results indicated that seed germination and seedling vigor declined linearly as salinity increased. For all species Na₂SO₄ was more effective in reducing germination and vigor than CaCl. The most tolerant grass was Brachiaria decumbens Stapf. and the most tolerant legume was Leucena leucocephala Lam. Field trials are needed for establishment of these species as forage crops on saline problems soils.

1. INTRODUÇÃO

Inúmeras são as informações que tratam dos efeitos de letêrios da salinidade sobre as plantas, o que demonstra a sua importância como fator limitante da produção agrícola em diversas áreas do mundo. No Brasil não existem dados precisos capazes de possibilitar uma estimativa do total de áreas salinizadas ou em via de salinização (DINIZ, 1979). No caso particular do Nordeste brasileiro, estima-se que cerca de 30% da área irrigada já apresenta problemas de salinidade (GOES, 1978).

O excesso de sais solúveis acarreta uma redução no potencial hídrico do solo que interfere inicialmente na absorção de água pelas sementes, afetando o processo germinativo, o vigor das plântulas e consequentemente o desenvolvimento normal das plantas (EPSTEIN, 1975). O acúmulo de sais, a níveis acima dos quais o crescimento e o desenvolvimento das plantas é afetado, depende de vários fatores, tais como: textura do solo, distribuição dos sais no perfil do solo, composição dos sais e espécie de planta (RICHARDS, 1954).

O processo de salinização dos solos é geralmente causado pela acumulação de cloretos, sulfatos e, com menor frequência, carbonatos (STROGONOV, 1964). Como os solos afetados por sais ocorrem, geralmente, em regiões de clima árido e semi-árido, verifica-se que estas áreas combinam duas características adversas às plantas que são a salinidade e a aridez (DREGNE, 1963; citado por EPSTEIN, 1975).

Em face da importância econômica dos problemas gera -

dos pela salinidade, faz-se necessária a obtenção de informações detalhadas sobre a sensibilidade das culturas aos sais, em suas diferentes fases de desenvolvimento. Como a germinação e o crescimento subsequente das plântulas são, na maioria das vezes, os estágios mais sensíveis à salinidade (AYERS, 1952), um estudo dos efeitos salinos sobre estas fases do desenvolvimento deve ser conduzido, visando a garantia de um "stand" satisfatório de plantas em áreas salinizadas. Neste sentido, as espécies forrageiras mostram-se muito promissoras, pois, além de serem bastante rústicas e precoces no seu aproveitamento, algumas delas apresentam-se pouco sensíveis à salinidade. Ressalte-se ainda que, a forragem é a fração mais econômica da alimentação dos herbívoros, pois além de ser produzida na propriedade agrícola, não precisa obrigatoriamente ser colhida, sendo consumida no próprio campo pelos animais (PUPO, 1979).

O presente trabalho tem como objetivo determinar os efeitos dos sais, comumente encontrados nos solos (cloreto de sódio e sulfato de sódio), sobre a germinação e vigor de sementes de seis espécies de plantas (Braquiária, Buffel, Andropogon, Leucena, Guandu e Cunhã) de reconhecido valor forrageiro e larga utilização na Região Nordeste do Brasil, para serem utilizadas como opção de cultivo em áreas afetadas por sais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Salinidade dos Solos

Os solos afetados por sais são mais frequentes em regiões de clima árido e semi-árido, onde as baixas precipitações pluviométricas associadas a elevadas taxas de evaporação favorecem o aumento da concentração dos sais solúveis nas camadas superficiais do solo. Estes solos apresentam altas concentrações dos cátions sódio, cálcio e magnésio e ânions cloreto e sulfato (RICHARDS, 1954). Embora os sais ocorram em concentrações e proporções variáveis, o cloreto de sódio predomina na maioria das vezes (BERNSTEIN, 1975). Por esta razão, a relação entre o sódio e os demais cátions trocáveis constitui-se num dos parâmetros usados na classificação dos solos com problemas de salinidade. Segundo a classificação do "U.S. Salinity Laboratory", solos salinos são aqueles que possuem pH menor do que 8, condutividade elétrica do extrato de saturação (CEe) maior do que 4 dS/m e percentagem de sódio intercambiável (PSI) menor do que 15%; os salinos-sódicos possuem pH menor do que 8, CEe maior do que 4 dS/m e PSI maior do que 15% e os solos sódicos apresentam pH maior do que 8, CEe menor do que 4 dS/m e PSI maior do que 15% (RICHARDS, 1954).

Dentre outros fatores, o uso inadequado da irrigação tem contribuído para a salinização de áreas anteriormente consideradas férteis. HAYWARD & WADLEIGH (1949) apontam como causas para este fenômeno a utilização de águas com concentra -

ções elevadas de sais, drenagem deficiente, quantidade de água inadequada e o emprego indiscriminado e excessivo de adubos químicos. Nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro, observou-se que entre 25 e 30% destas áreas encontram-se afetadas por sais (GOES, 1978), sendo que o Estado do Ceará apresentava cerca de 15% da sua área total com problemas de salinidade (PEREIRA, 1983).

2.2 - Influência da Salinidade na Germinação e Vigor de Plântulas.

Os efeitos adversos da salinidade sobre a germinação de sementes são conhecidos há muito tempo (PRISCO, 1969; citando BUFFUM, 1896 e 1899). Estudos desenvolvidos por HARRIS (1915) identificaram os efeitos da salinidade sobre o comportamento do trigo, milho, beterraba, alfafa, aveia e cevada. O autor verificou que o período de germinação foi consideravelmente aumentado em presença de sais solúveis no solo e que os sais solúveis no solo apresentaram a seguinte ordem decrescente de toxicidade: cloreto de sódio, cloreto de cálcio, cloreto de potássio, nitrato de sódio, cloreto de magnésio, nitrato de potássio, nitrato de magnésio, carbonato de sódio, carbonato de potássio, sulfato de sódio, sulfato de potássio e sulfato de magnésio. O pesquisador conclui ainda que, os sais adicionados ao solo na forma de pó não tiveram efeito tão pronunciado como em culturas em soluções nutritivas e que o cloreto foi o ânion mais tóxico, enquanto que, o cátion mais tóxico foi o sódio.

A germinação e emergência de plântulas, da maioria das espécies cultivadas em meio salino, são reduzidas com o aumento da tensão de água do solo, causada pelo aumento da concentração salina da solução do solo, provocando desta forma uma redução na absorção de água pelas sementes (JENSEN, 1972). Neste sentido, NOVIKOV (1942), citado por STROGONOV (1964), mostrou que a redução da germinação de sementes cultivadas em meio salino resulta do potencial osmótico mais baixo na solução salina do que nas células das sementes. Segundo AYERS (1952) a redução do processo de absorção de água e a entrada de íons salinos em quantidade suficiente para tornarem-se tóxicos às sementes são as causas principais da inibição da germinação sob condições de salinidade do solo. De acordo com o mesmo autor (1953), trabalhando com trinta cultivares de cevada, uma alta percentagem de germinação e emergência em meio salino não assegura que a cultivar apresentará uma boa tolerância durante todo o seu ciclo de vida. Resultados semelhantes de BERNSTEIN et alii (1955) mostraram que, a níveis salinos muito elevados, as plântulas podem emergir normalmente; contudo, seu crescimento posterior poderá ser prejudicado devido ao efeito residual do sal na região de influência do sistema radicular. UHVITS (1946) observou o efeito inibitório do potencial osmótico na germinação e emergência de plântulas, ao comparar os efeitos de um eletrólito (NaCl) com os de um não eletrólito (Manitol), em potenciais osmóticos que variaram de -1 a -15 atm. A autora constatou que estas substâncias inibiram a germinação de sementes de alfafa e que as diferenças de respostas nos dois substratos, à mesma concentração osmótica, mostravam um efei

to tóxico do cloreto de sódio, que foi incrementado com o aumento da concentração salina. Por sua vez, GEORGE & WILLIAMS (1964), conduzindo trabalho em solução salina, obtiveram redução de 50% na germinação de sementes de cevada (cultivar Mariout), trevo moranguinho (cultivar Salina) e trevo ladino, reduzindo os potenciais osmóticos das soluções aos níveis de -8,5 atm para a cevada, de -4,3 atm para o trevo moranguinho e de -3,3 atm para o trevo ladino. O poder germinativo da cultura do arroz (cultivares SR-26B e Dular), sob vários potenciais osmóticos, foi observado por GHILDYAL & JARNAL (1966). Os autores constataram que soluções de potencial osmótico de até 1000 milibares praticamente não afetaram a germinação nem o crescimento da radícula e da plúmula; entretanto, o aumento do potencial osmótico implicou na redução da percentagem de germinação e no retardamento da emergência. PETRASOVITS (1968) mostrou que a percentagem e a velocidade de germinação decresceram com o aumento da concentração salina e que a quantidade de água absorvida pelas sementes foi também reduzida, ao submeter dezesseis cultivares de milho a diversas concentrações salinas. O autor constatou ainda que, sementes oriundas de lotes de baixo vigor foram mais sensíveis à salinidade e que, este comportamento foi mais pronunciado na parte aérea do que na raiz. Sementes de arroz postas para germinar em substratos salino de condutividade elétrica igual a 8 mmhos/cm, após dez dias, mostraram uma redução na germinação superior a 50% (BHUMBLA et alii, 1968). Quando a contagem foi efetuada somente após vinte dias, o decréscimo na germinação de 50% só se verificou sob condutividade elétrica de 12 mmhos/cm, o que confirma segundo o autor o

arroz como cultura que apresenta relativa tolerância à salinidade. Por outro lado, NARALE et alii (1969) encontraram como valores críticos para a germinação e crescimento vegetativo desta espécie (cultivar Dular), condutividades elétricas iguais a 15,8 e 9,8 mmhos/cm, respectivamente.

A redução da germinação de sementes em condições salinas poderá ser função dos efeitos osmótico e tóxico dos sais, dependendo da concentração e do tipo de sal presente no substrato (RAO et alii, 1969). Assim sendo, PRISCO & O'LEARY (1970), trabalhando com feijão comum, concluíram que o aumento da pressão osmótica da solução externa acarreta uma redução na absorção de água pelas sementes, provocando desta forma uma diminuição na velocidade e na percentagem de germinação das mesmas. Estes autores conseguiram isolar os efeitos osmótico e tóxico do cloreto de sódio sobre a germinação, utilizando concentrações isotônicas de cloreto de sódio e de polietileno glicol 1540, produto não tóxico às plantas. Eles observaram que, quando as sementes foram submetidas a potenciais hídricos de até -8 bar, o efeito do cloreto de sódio foi essencialmente osmótico, enquanto que em potenciais inferiores a -12 bar a germinação foi prejudicada devido a ação osmótica e tóxica do sal. BARI et alii (1973), enfatizando os efeitos da concentração salina no meio sobre a absorção de água pelas sementes de arroz e consequente retardamento na germinação, verificaram que o efeito do sal foi principalmente osmótico, visto que, as sementes submersas em solução 1,5% de uma mistura de sulfato de sódio, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio e bicarbonato de sódio na proporção 8:6:2:2:1 germinaram quando transferidas para água destilada. Caso

as sementes não germinassem, ficaria ratificado o efeito tóxico. Os autores verificaram ainda que, a parte aérea das plântulas mostrou-se menos sensível à salinidade do que a raiz, devido ao contato direto desta com a solução salina, contrariando evidências anteriores (PETRASOVITS, 1968) de que o aumento da salinidade restringe mais o crescimento da parte aérea do que da raiz.

Inúmeros são os trabalhos que tratam dos efeitos específicos dos sais sobre a germinação de sementes e o vigor de plântulas, porém, os resultados obtidos se mostram contraditórios. Neste sentido, HAYWARD & WADLEIGH (1949) concluíram que diversas espécies e variedades de plantas cultivadas apresentaram respostas diferenciais aos sais, quando tratadas sob condições uniformes de salinidade. Para estes pesquisadores existem evidências de que determinados íons podem ser tóxicos ao embrião ou plântula quando ocorrem em concentrações altas, toxidez esta que é refletida na redução da germinação, provocando, frequentemente, anormalidades no crescimento e desenvolvimento das plântulas. Por outro lado, SHARMA *et alii* (1971) verificaram que as diferenças obtidas na germinação de feijão mungo, sob condições de salinidade ocasionada por diferentes sais em concentrações variadas, indicavam que os íons presentes na solução salina tinham efeitos específicos sobre a germinação, sendo portanto, a natureza do sal tão importante quanto a sua concentração na solução. BLAGLOVESHCHENSKII (1942), citado por STROGONOV (1964), verificou que o cloreto de sódio foi menos tóxico para sementes de feijão mungo do que o sulfato de sódio, enquanto que para sementes de algodão ocorreu o

contrário. Segundo VARADINOV (1967), sementes de sorgo semeadas em substrato salinizado com cloreto de sódio e sulfato de sódio, tiveram sua germinação reduzida. Esta redução foi maior com o aumento da concentração salina de 0,5% para 1%. As soluções de cloreto de sódio tiveram efeitos mais pronunciados do que as de sulfato de sódio. Sementes de sorgo, semeadas em substratos salinizados com soluções de cloreto de sódio e sulfato de sódio, mostraram uma redução na germinação a medida que aumentava a concentração do sal, tendo o sulfato de sódio se comportado como o mais tóxico para as sementes (BARBOSA, 1975). Resultados semelhantes foram obtidos por PRISCO et alii (1975), onde concluíram que tanto o cloreto de sódio como o sulfato de sódio inibiram a germinação e o vigor de plântulas de sorgo, sendo que o sulfato de sódio provocou uma maior inibição no vigor. Por sua vez, DINIZ (1979), estudando os efeitos da salinidade sobre cultivares de algodão herbáceo, mostrou que o vigor das plântulas foi afetado por níveis de salinidade inferiores aqueles que reduziram a germinação, mas também variaram com a cultivar, o teor e o tipo de sal. CAMPOS (1986), estudando o comportamento de seis cultivares de arroz em meio salino, verificou que a germinação e o comprimento das plântulas foram mais afetados pelo sulfato de sódio do que pelo cloreto de sódio. O autor admitiu que o potencial de -0,8 MPa, obtido com o uso de quaisquer dos sais testados, poderia ser considerado crítico para a germinação das cultivares estudadas. A percentagem média de germinação, com relação ao controle, mostrou-se decrescente com o aumento da concentração salina, quando analisou-se os efeitos do cloreto de sódio e do cloreto de cálcio sobre a germinação de

cultivares de "Fescue" (HORST & BEADLE, 1984). Por outro lado, SOARES (1985), trabalhando com sementes de algodão em meio salino, verificou a ocorrência de inibição na germinação, tanto em soluções de sulfato de sódio como de cloreto de sódio. O autor observou ainda, uma tendência generalizada no aumento do número de plântulas anormais, com o aumento da concentração salina do substrato. O surgimento de plântulas anormais foi maior nos tratamentos com sulfato de sódio, sugerindo maior toxicidade deste sal. A influência do tipo de sal foi evidente também no crescimento de plântulas e na produção de matéria seca das mesmas.

2.3. - Tolerância das Plantas à Salinidade

Grande tem sido o interesse dos pesquisadores em estudar a questão da tolerância das plantas aos sais. Entretanto, as conclusões a que chegaram estes pesquisadores são, em muitos casos, conflitantes. Existem espécies que se mostram extremamente sensíveis aos sais durante as fases iniciais da germinação e crescimento de plântulas e apresentam tolerância nas fases finais do seu desenvolvimento e vice-versa. Neste sentido, HARRIS (1928) constatou que a cultivar de algodão "Pima Egipcio" semeada em solos salinos mostrou-se extremamente superior quanto à sua capacidade para estabelecer plântulas, quando comparada com outras cultivares anuais. A cultivar "Sea Islândia" apresentou idêntica superioridade.

Vários pesquisadores têm observado uma certa relação entre plantas tolerantes à seca e plantas tolerantes à salini-

nidade (MAGISTAD, 1945). De acordo com IVANOV (1972), a tolerância aos sais entre espécies e cultivares da mesma espécie depende da origem das plantas, sendo esta tolerância mais acentuada em plantas oriundas de clima seco. Segundo CLARCK & WEST (1971), citados por BARI et alii (1973), as diferenças de comportamento entre cultivares em meio salino podem ser atribuídas a diferenças genéticas. LONGENECKER (1973) verificou que, por tratar-se de uma das culturas mais tolerantes à salinidade, não ocorreram reduções substanciais na germinação, desenvolvimento e produção do algodão, em solos cujos valores de condutividade elétrica do extrato de saturação não ultrapassaram a 6 mmhos/cm. Contudo, outros estudos realizados com esta cultura revelaram que as plantas resultantes de sementes produzidos sob condições de salinidade não apresentaram nenhum ganho quanto a sua tolerância à salinidade (HAYWARD & BERNSTEIN, 1958; citados por STROGOV, 1964). DEWEY (1962) e MALIWAL (1967) conduziram vários experimentos objetivando avaliar a variabilidade entre espécies e cultivares, no que diz respeito à tolerância aos sais. Os autores observaram que a diferença de tolerância entre espécies e entre cultivares de uma mesma espécie se mostrou como excelente subsídio na seleção de espécies e cultivares para fins de cultivo em condições salinas, possibilitando assim bases fisiológicas para programas de melhoramento. MALIWAL & PALIWAL (1962), estudando o comportamento de onze cultivares de milho, sob condições de salinidade, observaram que os efeitos da salinidade e dos níveis de Relação de Adsorção de Sódio (RAS) sobre a germinação diferiram entre as diversas cultivares estudadas.

Muitos pesquisadores têm observado os efeitos inibit^orios dos sais sobre os diversos est^agios de crescimento das plantas cultivadas. Assim sendo, pesquisas desenvolvidas por PEARSON et alii (1966) mostraram que o desenvolvimento do arroz estava relacionado com o est^agio de crescimento no qual a planta foi submetida ^a condi^ção salina e que a salinidade retardou a germina^ção, mas não reduziu, consideravelmente, a percentagem final de germina^ção. Os autores observaram ainda que, esta cultura é menos tolerante ^a salinidade durante a fase inicial do desenvolvimento, sendo que a toler^ância aumenta com a idade da planta e que existiam diferen^ças entre o comportamento das cultivares em meio salino. As quatorze cultivares testadas apresentaram uma queda de 50% na germina^ção, em meio cuja condutividade el^êtrica da solu^ção salina se encontrava entre 21,2 e 30,5 mmhos/cm. A produ^ção de mat^éria seca das pl^ântulas foi tamb^ém reduzida de 50% em m^édia, para uma condutividade el^êtrica de 6,4 mmhos/cm.

Diversos pesquisadores constataram que diferentes esp^écies e, at^é mesmo, diferentes cultivares da mesma esp^écies comportam-se distintamente sob as mesmas condi^ções de salinidade, no que se refere a germina^ção e o crescimento de pl^ântulas. Deste modo, experimentos desenvolvidos por SELAVRI & RANTSAN (1936), citados por STROGO NOV (1964), mostraram que algumas esp^écies tolerantes ao cloreto de s^ódio revelaram-se pouco tolerantes ou sens^íveis ao sulfato de s^ódio. Para os autores, estes resultados confirmam que não há correla^ção entre toler^ância ao cloreto de s^ódio versus sulfato de s^ódio. Por outro lado, AYERS & HAYWARD (1949) constataram que não há cor

relação entre a tolerância à salinidade na fase de germinação das sementes e aquela apresentada nas fases subsequentes do desenvolvimento, contrariando evidências anteriores de que a germinação e o crescimento de plântulas são particularmente sensíveis à salinidade do solo. ARCA & CANEPA (1963) mostraram que sementes de milho e cevada foram mais tolerantes, quando semeadas em condições de salinidade (cloreto de sódio e nitrato de sódio), nas fases de germinação e emergência de plântulas, do que sementes de algodão. Os autores observaram ainda que, o retardamento e o decréscimo na percentagem de germinação das sementes destas espécies foram diretamente proporcionais aos aumentos nas concentrações dos sais. Estudos realizados por ABEL & MACKENZIE (1964) constataram a existência de grandes diferenças entre espécies, quanto à tolerância ao sal, fato que não ocorreu para a maioria das cultivares de uma mesma espécie, cujas diferenças foram muito pequenas. Os autores investigaram a tolerância salina em seis cultivares de soja, durante os estágios de germinação e crescimento de plântulas, e verificaram que quatro das cultivares testadas eram muito sensíveis aos sais, enquanto que as outras duas mostraram-se tolerantes. Resultados semelhantes foram encontrados por MERCADO & MALABAYAMAS (1971) para seis cultivares de arroz. TAILAKOV (1967) mostrou que sementes de sorgo foram menos afetadas por vários tipos de sais do que sementes de milho, exceto com relação ao sulfato de sódio. As diversas cultivares estudadas apresentaram comportamentos diferentes em relação aos sais e estas diferenças foram maiores para o milho. Experimentos conduzidos por SHARMA et alii (1971), BA-

RI et alii (1973) e EL-ZAHAB (1973), com feijão, arroz e algodão, respectivamente, mostraram diferenças significativas entre estas culturas no que se refere a germinação, em função do tipo e da concentração do sal. MAAS & HOFFMAN (1983), avaliando a tolerância de várias cultivares de milho ao conteúdo de sais do meio, verificaram que, sete dias após a semeadura, a percentagem de germinação de algumas cultivares foi significativamente reduzida pelos níveis de salinidade, quando a condutividade elétrica do extrato de saturação encontrava-se acima de 8 dS/m. Contudo, outras cultivares não tiveram a sua germinação afetada pela salinidade mesmo quando a condutividade elétrica do extrato de saturação atingiu valores da ordem de 15 dS/m. Experimentos realizados por CLEMENS et alii (1983), utilizando espécies do gênero Casuarina, mostraram total inibição da germinação em soluções de 400 mM de cloreto de sódio; porém, em concentrações inferiores, houve grande variação nas respostas entre espécies.

As diferenças de respostas à salinidade das diversas culturas têm possibilitado a elaboração de escalas de tolerância (KEARNEY & SCOFIELD, 1936). Assim, o algodão, a cana-de-açúcar e a cevada são consideradas como culturas que apresentam alta tolerância à salinidade (AYERS et alii, 1952 e KOVDA et alii, 1973), o tomate e a soja apresentam tolerância moderada (BERNSTEIN, 1975) e o feijão e a cenoura são sensíveis aos sais (BERNSTEIN, 1975). Com relação a tolerância aos sais, as plantas são classificadas em duas categorias, segundo LAUCHI & EPSTEIN (1984): halófitas são plantas tolerantes aos sais, nativas de habitat salino e glicófitas são plantas que

apresentam respostas que variam de muito sensíveis a moderadamente sensíveis à salinidade; a este grupo pertencem a maioria das espécies cultivadas.

O aproveitamento de áreas com problemas de salinidade, para fins de cultivo com espécies forrageiras, tem despertado o interesse de alguns pesquisadores. Neste sentido, RUSSEL (1976) estudou a possibilidade de utilização de plantas forrageiras em áreas salinizadas para a formação de pastagens. O autor comparou várias espécies de leguminosas e de gramíneas cultivadas em solos com diversos níveis de salinidade, obtidos com o emprego de cloreto de sódio, e observou diferenças entre as mesmas, com relação as suas tolerâncias à salinidade. Segundo o mesmo pesquisador, estes resultados poderiam ser usados na seleção de plantas para cultivo em áreas moderadamente salinizadas.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Química do Solo e Tecnologia de Sementes do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Os tratamentos consistiram em colocar sementes para germinar em substratos umedecidos com água destilada (0mM) ou soluções salinas de cloreto de sódio ou sulfato de sódio nas concentrações de 50, 100, 150 e 200 mM, para ambos os sais.

As sementes das espécies forrageiras (safra 88/89), que se seguem, foram testadas quanto a sua tolerância aos sais, no que diz respeito a germinação e vigor.

(a) Gramíneas

- . capim Braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.);
- . capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.);
- . capim Andropogon (*Andropogon gayanus* L.).

(b) Leguminosas

- . Cunhã (*Clitoria ternatea* L.);
- . Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth.);
- . Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.).

3.1. - Germinação

3.1.1. - Gramíneas

As sementes foram postas para germinar em placas de

Petri de 10 centímetros de diâmetro, sobre duas folhas de papel toalha marca Germipel previamente umedecidas com 4 mililitros da solução salina, segundo os tratamentos. Em cada tratamento foram utilizadas 100 sementes das espécies testadas, distribuídas em 2 placas de Petri. O conjunto (placa+papel+sementes) foi acondicionado em cubas de germinação de 24x24x42 centímetros e deixado à temperatura ambiente (28-30°C), luz fluorescente constante e umidade relativa próxima da saturação (100%). As observações foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, para efeito da determinação da percentagem de germinação e plântulas anormais, sendo que foram consideradas germinadas apenas as plântulas normais, de acordo com o que dispõe as Regras para Análise de Sementes. O material resultante dos testes foi classificado em plântulas normais, anormais, sementes deterioradas e firmes, descartando-se as duas últimas categorias.

3.1.2. - Leguminosas

Inicialmente, as espécies de Cunhã e Leucena foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado (95-97%), objetivando a quebra da dormência por impermeabilidade do tegumento à água, presente nestas espécies. Quatro repetições de 100 sementes, por tratamento, foram colocadas em um beaker de 250 ml e imersas em ácido sulfúrico, sob agitação manual através de um bastão de vidro, durante 25 minutos; em seguida, foram lavadas em água corrente por igual período de tempo e postas para secar entre folhas de papel toalha marca Germipel, em

condições de ambiente, durante uma noite (VIDAL NETO, 1983). No dia seguinte foram semeadas, conforme a metodologia descrita abaixo.

As sementes de Cunhã, Leucena e Guandu foram colocadas para germinar entre folhas de papel toalha marca Germi - pel, medindo 28x38 centímetros, previamente umedecidos com água destilada (0mM) ou soluções de cloreto de sódio ou sulfato de sódio nas concentrações de 50, 100, 150 e 200 mM. Após a distribuição das sementes, as duas folhas do substrato foram dobradas sobre si mesmas em forma de cartucho, dispostas verticalmente em recipiente de matéria plástica contendo as soluções dos respectivos tratamentos (aproximadamente 100 ml/recipiente) e acondicionados em cubas de vidro transparente de 24x24x42 centímetros à temperatura ambiente (28-30°C), umidade relativa próxima da saturação e condições ambientais de luz. As observações foram realizadas no 7º dia após a semeadura, quando se determinou todas as variáveis em estudo. O material resultante dos testes foi classificado em plântulas normais, anormais, sementes deterioradas e duras, descartando-se as duas últimas categorias, de acordo com BRASIL (1976).

3.2. - Percentagem de Plântulas Anormais

Esta determinação foi feita por ocasião das contagens do teste padrão de germinação, descrito anteriormente, adotando-se o mesmo procedimento para ambas as famílias de forrageiras em estudo. Para efeito deste trabalho, as plântu

las anormais foram caracterizadas segundo BRASIL (1976).

3.3. - Vigor das Plântulas

O vigor, tomando como base os comprimentos médios (cm) da radícula, da parte aérea e da plântula e o peso da matéria seca da plântula, foi determinado sete dias após a semeadura para as duas famílias de forrageiras a partir de plântulas normais (BRASIL, 1976).

3.3.1. - Comprimento Médio da Radícula

Nas gramíneas, esta variável foi determinada por ocasião da primeira contagem, quando ocorreu um maior número de plântulas germinadas. A medida foi tomada utilizando-se régua milimetrada de 20 cm de comprimento ou com auxílio de um barbante, tendo sido estas medidas feitas em todas as plântulas consideradas normais em cada repetição. Mediu-se do ápice da radícula ao ponto de inserção da mesma no hipocótilo (colo).

Para as leguminosas, seguiu-se o mesmo procedimento, sendo que apenas 25 plântulas foram tomadas ao acaso e medidas.

3.3.2. - Comprimento Médio da Parte Aérea

Como no item anterior, esta variável foi determinada através de medição direta na régua milimetrada ou com o auxílio de um barbante. Nas gramíneas, tomou-se o comprimento cor-

respondente entre o ponto de inserção da radícula no hipocôtilo (colo) e o ápice da primeira folha formada ou do coleôptilo, caso a primeira folha não tivesse emergido.

Para as leguminosas, mediu-se o comprimento correspondente entre o ponto de inserção da radícula no hipocôtilo (colo) e o ponto de inserção dos cotilédones (POPINIGIS, 1977).

3.3.3. - Comprimento Médio da Plântula

Esta variável foi encontrada pela soma aritmética dos comprimentos da radícula e da parte aérea das plântulas.

3.3.4. - Peso Médio da Matéria Seca da Plântula

Após realizadas todas as medidas, as plântulas tiveram os seus cotilédones eliminados e foram acondicionadas em latas de alumínio e colocadas em estufa elétrica a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas e, em seguida, pesadas para a obtenção do peso da matéria seca da plântula (POPINIGIS, 1977). Os valores obtidos em grama, com aproximação de 0,0001 g, foram converti-dos em mg/plântula para facilitar a análise estatística e interpretação dos resultados.

3.4. - Análise Estatística

Os resultados de cada variável foram analisados estatisticamente com base no esquema fatorial $3 \times 2 \times 5$ (3 espécies x

2 saís x 5 concentrações salinas), totalizando 30 tratamentos com 4 repetições de 100 sementes cada, por grupo (família) de espécie, com delineamento inteiramente casualizado. As médias foram comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (GOMES, 1978).

Para a aplicação da análise estatística aos dados de percentagem de germinação, usou-se a correção 0,05% a todos os valores justificando o número de zeros e em seguida a transformação $y = \text{arc.sen}\sqrt{\%}$. Com o mesmo objetivo, em relação aos dados de percentagem de plântulas anormais das espécies de gramíneas, usou-se a correção $1/4n$ a todos os valores e em seguida a transformação $y = \text{arc.sen}\sqrt{\%}$. Onde n corresponde ao número de repetições por tratamento. No caso das leguminosas, usou-se apenas a transformação $y = \text{arc.sen}\sqrt{\%}$, sobre os valores originais (CUNHA et alii, 1990).

Em virtude da ocorrência de caselas vazias, nas variáveis para análise de vigor, o fatorial foi reduzido para $3 \times 2 \times 2$, nas gramíneas e $3 \times 2 \times 3$, nas leguminosas (CUNHA et alii, 1990).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. - Influência da Salinidade na Germinação

4.1.1. - Gramíneas

As percentagens de germinação de sementes das espécies Braguiária, Buffel e Andropogon, em substratos salinizados com cloreto de sódio ou sulfato de sódio de diferentes concentrações salinas encontram-se na Tabela 1. A análise de variância para esta variável (Tabela 2) mostra que apenas a interação Gramíneas vs Sais não foi significativa pelo teste F aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, sendo que as demais fontes de variação se mostraram altamente significativas. Constatou-se que, a medida que aumentava a concentração salina, para ambos os sais, ocorreu uma redução na percentagem de germinação das espécies estudadas (Tabela 1). Resultados semelhantes também foram encontrados por PEARSON (1969), para arroz e por PRISCO et alii (1975), para sorgo granífero.

Em substratos salinizados com cloreto de sódio (Tabela 1) observa-se que as percentagens de germinação da espécie Braguiária somente diferiram significativamente do controle (0mM) a partir de 150 mM, com uma redução de 68%; no entanto, o mesmo não aconteceu com as demais espécies (Buffel e Andropogon) nas quais as percentagens de germinação decresceram significativamente, em relação ao controle (0mM), a partir dos níveis 50 e 100 mM, respectivamente, com reduções de 51 e 52%; demons

trando assim uma possível menor tolerância destas espécies ao cloreto de sódio. Na concentração 200 mM, a espécie *Braquiária* - ria apresentou 8,5% de germinação, um decréscimo de 70% em relação ao controle (0mM); enquanto que, as demais espécies apresentaram germinação nula nesta concentração.

Ao considerar os substratos salinizados com sulfato de sódio (Tabela 1), verifica-se que, de modo semelhante ao que ocorreu em substratos salinizados com cloreto de sódio, a percentagem de germinação da espécie *Braquiária* apresentou decréscimo significativo (67%) em relação à testemunha (0mM) somente a partir de 100 mM. Todavia, o mesmo não ocorreu para as percentagens de germinação das duas outras espécies estudadas, cuja redução significativa (83 e 79%, respectivamente, para *Buffel* e *Andropogon*) se deu a partir de 50 mM. A espécie *Braquiária* apresentou 4% de germinação no nível de salinidade 150 mM, um decréscimo de 86% em relação ao controle (0mM); enquanto que, as demais espécies não germinaram a partir dos níveis 100 e 150 mM, respectivamente para *Andropogon* e *Buffel*.

Comparando-se as médias referentes as percentagens de germinação das espécies em substratos salinizados com cloreto de sódio e sulfato de sódio (Tabela 1) observa-se que, a espécie *Braquiária* revelou-se relativamente mais tolerante que as espécies *Andropogon* e *Buffel*.

De acordo com o que mostram vários autores sobre diferenças interespecíficas na percentagem de germinação de sementes de gramíneas em função da salinidade (TAILAKOV, 1967; BHUMBLA et alii, 1968; PETRASOVITS, 1968; MERCADO & MALABAYAMAS, 1971), constatou-se marcantes diferenças entre as espécies de

TABELA 1 - Percentagem de germinação de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Braquiária	Buffel	Andropogon
NaCl	0	28,5a (100)	47,5a (100)	21,0a (100)
	50	27,0a (95)	23,5b (49)	13,0ab (62)
	100	26,0a (91)	12,0c (25)	10,0bc (48)
	150	9,0b (32)	3,0de (6)	2,0d (10)
	200	8,5b (30)	0,0e (0)	0,0d (0)
	Médias	19,8a (69)	17,2a (36)	9,2b (44)
Na ₂ SO ₄	0	28,5a (100)	47,5a (100)	21,0a (100)
	50	21,0a (74)	8,0cd (17)	4,5cd (21)
	100	9,5b (33)	5,0cde (11)	0,0d (0)
	150	4,0bc (14)	0,0e (0)	0,0d (0)
	200	0,0c (0)	0,0e (0)	0,0d (0)
	Médias	12,6a (44)	12,1a (25)	5,1b (24)

(1) Os valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Excetuando-se as médias de cada espécie, dentro de cada sal, que foram comparadas na horizontal, todas as demais o foram na vertical.

Os dados entre parêntese representam percentagens do controle (0mM).

TABELA 2 - Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de gramíneas forrageira (Braquiária, Buffel e Andropogon), nas percentagens de germinação e plântulas anormais.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios (1)	
		% germinação	% plântulas anormais
Gramíneas (A)	2	509,08 ^{xx}	197,32 ^{xx}
Conc. Salinas (B)	4	1976,84 ^{xx}	35,10 ^{xx}
Sais (C)	1	568,20 ^{xx}	1,35ns
A vs B	8	140,21 ^{xx}	36,58 ^{xx}
A vs C	2	9,89ns	7,27 ^{xx}
B vs C	4	73,99 ^{xx}	17,50 ^{xx}
A vs B vs C	8	19,95 ^{xx}	12,55 ^{xx}
Resíduo	90	5,32	1,33
Coeficiente de Variação (%)		9,49	7,08

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5%

xx = significativo ao nível de 1%.

(1) = dados transformados em arc.sen/%.

gramíneas forrageiras estudadas neste trabalho.

Os sais influenciaram diferentemente na percentagem de germinação, sendo esta relativamente menor nos substratos salinizados com sulfato de sódio do que com cloreto de sódio (Tabela 1). Este resultado está de acordo com aqueles obtidos por BARBOSA (1975) e SOUTO (1976), ambos para sementes de sorgo e CAMPOS (1986), para sementes de arroz e confirma os efeitos mais acentuados do sulfato de sódio sobre as sementes e plântulas, quando comparado com o cloreto de sódio.

4.1.2. - Leguminosas

As percentagens de germinação de sementes das espécies Guandu, Cunhã e Leucena, em substratos salinizados com cloreto de sódio ou sulfato de sódio de diferentes concentrações salinas, encontram-se na Tabela 3 e na Tabela 4 acha-se a análise de variância para esta variável, onde verifica-se que todas as fontes de variação apresentaram significância pelo teste F aos níveis de 5 e 1% de probabilidade. Observa-se (Tabela 3) que, semelhantemente ao que ocorreu com as gramíneas, o aumento de salinidade, para ambos os sais, acarretou uma redução gradativa na percentagem de germinação das sementes das espécies estudadas. Resultados semelhantes também foram encontrados por DINIZ (1979) e SOARES (1985), ambos trabalhando com algodão.

Ao analisar os substratos salinizados com cloreto de sódio (Tabela 3), verifica-se que as percentagens de germinação das espécies estudadas diferiram significativamente do controle (0mM) a partir do nível 50, com reduções de 13, 16 e

24%, para Guandu, Cunhã e Leucena, respectivamente; demonstrando assim uma similaridade de comportamento entre as espécies estudadas nas concentrações iniciais deste sal. Na concentração 100 mM, a espécie Guandu apresentou o maior decréscimo de germinação (47%) em relação ao controle (0mM), seguida pela Leucena (36%) e a Cunhã (23%). No nível 150, a espécie Leucena mostrou a menor redução nesta variável (48%), seguida pela Cunhã (69%) e a Guandu (82%). A Leucena apresentou 12,5% de germinação na concentração 200 mM, um decréscimo de 86% em relação ao controle (0mM), onde as outras espécies não germinaram.

Considerando os substratos salinizados com sulfato de sódio (Tabela 3), verifica-se que a percentagem de germinação da espécie Leucena somente apresentou decréscimo significativo (35%), em relação ao nível testemunha (0mM), a partir de 100 mM, enquanto que as demais espécies o fizeram já na concentração 50 mM, com redução de 42 e 18%, para Guandu e Cunhã, respectivamente. As sementes das espécies Guandu e Cunhã não germinaram a partir do nível de salinidade 150 mM. Todavia, a Leucena apresentou 9% de germinação nesta concentração, com decréscimo em relação ao controle (0mM) de 90% ; mostrando germinação nula somente no nível 200 mM.

Confrontando-se as médias referentes as percentagens de germinação das espécies em substratos salinizados com cloreto de sódio e sulfato de sódio (Tabela 3), observa-se que a espécie Leucena apresentou uma queda mais suave no seu poder germinativo em função do aumento da concentração salina, para ambos os sais, mostrando-se assim relativamente mais tolerante que as demais espécies estudadas.

TABELA 3 - Percentagem de germinação de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Guandu	Cunhã	Leucena
NaCl	0	79,5a(100)	94,0a(100)	92,0a(100)
	50	69,0b(87)	79,0b(84)	69,5b(76)
	100	42,5c(53)	72,0b(77)	59,0c(64)
	150	14,0d(18)	29,5c(31)	47,5d(52)
	200	0,0e(0)	0,0d(0)	12,5e(14)
	Médias	41,0b(52)	55,0a(59)	56,0a(61)
Na ₂ SO ₄	0	79,5a(100)	94,0a(100)	92,0a(100)
	50	46,0c(58)	77,0b(82)	88,5a(96)
	100	21,5d(27)	22,0c(23)	60,0c(65)
	150	0,0e(0)	0,0d(0)	9,0e(10)
	200	0,0e(0)	0,0d(0)	0,0f(0)
	Médias	29,0c(36)	39,0b(41)	50,0a(54)

(1) Os valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Excetuando-se as médias de cada espécie, dentro de cada sal, que foram comparadas na horizontal, todas as demais o foram na vertical.

Os dados entre parênteses representam percentagens do controle (0mM).

TABELA 4 - Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena), nas percentagens de germinação e de plântulas anormais.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios (1)	
		% germinação	% plântulas anormais
Leguminosas (A)	2	1832,09 ^{xx}	3842,33 ^{xx}
Conc. Salina (B)	4	16777,47 ^{xx}	10314,17 ^{xx}
Sais (C)	1	2382,89 ^{xx}	2445,23 ^{xx}
A vs B	8	103,87 ^{xx}	309,05 ^{xx}
A vs C	2	107,77 ^{xx}	400,59 ^{xx}
B vs C	4	646,38 ^{xx}	367,53 ^{xx}
A vs B vs C	8	254,75 ^{xx}	249,39 ^{xx}
Resíduo	90	5,17	6,61
Coeficiente de Variação (%)		5,67	5,56

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5%.

xx = significativo ao nível de 1%.

(1) dados transformados em $\text{arc. sen} \sqrt{\%}$.

Constatou-se diferenças consideráveis entre as espécies de leguminosas forrageiras aqui estudadas, no que se refere a percentagem de germinação de sementes em função da salinidade. Este resultado concorda com aqueles obtidos por ABEL & MACKENZIE (1964), PRISCO & O'LEARY (1970) e SHARMA et alii (1971), todos trabalhando com leguminosas.

Como nas gramíneas, os sais influenciaram diferentemente na percentagem de germinação, sendo esta relativamente menor nos substratos salinizados com sulfato de sódio do que com cloreto de sódio (Tabela 3). Este resultado está de acordo com aqueles encontrados por PRISCO & O'LEARY (1970) e SHARMA et alii (1971), ambos para sementes de feijão.

Observou-se reduções significativas na percentagem de germinação em função do aumento da salinidade, para ambos os sais, tanto nas espécies de gramíneas como de leguminosas aqui testadas. Estas reduções na percentagem de germinação sob condições de salinidade são devidas provavelmente a diminuição do processo de absorção de água e a entrada de íons salinos que podem ser tóxicos ao embrião ou plântula, quando ocorrem em concentrações altas (HAYWARD & WADLEIGH, 1949 e AYERS, 1952).

Comparando-se os tratamentos 100 e 200 mM de cloreto de sódio com os de 50 e 100 mM de sulfato de sódio, respectivamente, que receberam quantidades equivalentes de sódio (Tabela 1), verifica-se que, mesmo assim, nas três espécies de gramíneas estudadas (Braquiária, Buffel e Andropogon) os efeitos do sulfato de sódio sobre a germinação foram mais acentuados, confirmando os resultados de vários pesquisadores já mencionados neste estudo. No que diz respeito às leguminosas (Ta

bela 3), verifica-se que as espécies Guandu e Cunhã mostraram comportamentos similares, apresentando uma redução na percentagem de germinação ligeiramente superior em cloreto de sódio, quando comparada com sulfato de sódio. Por outro lado, a espécie Leucena apresentou maiores reduções na percentagem de germinação nos substratos com cloreto de sódio em relação ao sulfato de sódio, nas concentrações acima indicadas.

4.2. - Influência da Salinidade na Ocorrência de Plântulas Anormais

4.2.1. - Gramíneas

Na Tabela 5 encontram-se as percentagens de plântulas anormais decorrentes da ação de substratos salinizados com soluções de diferentes concentrações salinas de cloreto de sódio e sulfato de sódio e na Tabela 2 encontra-se a análise de variância para esta variável em gramíneas. Nesta Tabela, o teste F mostra que apenas a fonte de variação sais não apresentou significância aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, sendo que todas as demais mostraram-se altamente significativas nos níveis acima citados. Os resultados revelam que, de uma maneira geral, há uma tendência de aumento na ocorrência de plântulas anormais com o aumento da concentração salina, para ambos os sais. Este comportamento está de acordo com aqueles encontrados por vários pesquisadores com relação ao aumento de anormalidades em plântulas de gramíneas resultantes dos efeitos salinos sobre as mesmas (PRISCO et alii, 1975; MAAS & HOFFMAN, 1983; CAMPOS, 1986).

Analisando-se os efeitos das soluções de cloreto de sódio, verifica-se que o acréscimo de plântulas anormais em relação ao nível testemunha (0mM) na espécie *Braquiária* tornou-se significativo (400%) a partir do nível 100 mM. As espécies *Buffel* e *Andropogon* se mostraram indiferentes aos efeitos deste sal, nas concentrações testadas. Este comportamento, contudo, não significa superioridade destas espécies sobre a *Braquiária*, pois, contrastando-se a percentagem de germinação (Tabela 1) com os valores de ocorrência de plântulas anormais (Tabela 5) verifica-se que os efeitos deste sal, principalmente nos dois últimos níveis de salinidade, inibiram quase que totalmente a germinação nestas duas espécies.

Ao considerar os substratos salinizados com sulfato de sódio, registra-se a ocorrência de um maior percentual de plântulas anormais para a espécie *Braquiária* no nível 150 mM, um acréscimo de 1300% em relação ao controle (0mM), o mesmo não ocorrendo para as demais espécies, cujos valores se mantiveram praticamente constantes. Este comportamento da espécie *Braquiária* pode ser explicado pela baixa percentagem de germinação mostrada no referido nível de salinidade que foi de 4% (Tabela 1), correspondendo a um decréscimo de 86% em relação ao controle (0mM). No que se refere a concentração 200 mM, fica evidente pela germinação nula (Tabela 1), que uma parcela das sementes que originaram plântulas normais na concentração anterior (150 mM) não germinou nem originou plântulas anormais neste nível de salinidade.

Analisando-se as respostas obtidas para sais (Tabela 5), constatou-se que não houve diferença significativa entre

TABELA 5 - Percentagem de plântulas anormais de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Braquiária	Buffel	Andropogon
NaCl	0	1,0d(100)	1,0a(100)	0,0b(100)
	50	1,0d(100)	1,0a(100)	0,5ab(100)
	100	5,0c(500)	2,5a(250)	0,0b(100)
	150	4,5c(450)	0,5a(50)	0,5ab(100)
	200	9,0b(900)	0,0a(0)	1,5ab(100)
	Médias	4,1a(410)	1,0b(100)	1,0b(100)
Na ₂ SO ₄	0	1,0d(100)	1,0a(100)	0,0b(100)
	50	2,0cd(200)	2,0a(200)	0,0b(100)
	100	2,5cd(250)	0,0a(0)	1,5ab(100)
	150	14,0a(1400)	2,0a(200)	0,0b(100)
	200	8,5b(850)	0,0a(0)	0,0b(100)
	Médias	5,5a(550)	1,0b(100)	0,5b(100)

(1) Os valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Excetuando-se as médias de cada espécie, dentro de cada sal, que foram comparadas na horizontal, todas as demais o foram na vertical.

Os dados entre parênteses representam percentagens do controle (0mM).

as percentagens de plântulas anormais provocadas pelo sulfato de sódio ou pelo cloreto de sódio. Este resultado possivelmente originou-se dos efeitos acentuados dos sais nas últimas concentrações, reduzindo significativamente a percentagem de germinação (Tabela 1). Com relação a ação de diferentes níveis de salinidade constatou-se que há uma tendência, principalmente na espécie *Braquiária*, de aumento da percentagem de plântulas anormais com o aumento da concentração salina do substrato, para ambos os sais.

A razão pela qual a gramínea *Braquiária* apresentou uma percentagem maior de plântulas anormais em praticamente todos os níveis de salinidade, para ambos os sais, parece residir no fato desta espécie mostrar-se nitidamente mais vigorosa, quando comparada com as demais. Enquanto que, as gramíneas *Buffel* e *Andropogon* não apresentam sinais de iniciação do processo germinativo, como por exemplo emissão radicular, a *Braquiária* o faz, originando, contudo, plântulas anormais.

4.2.2. - Leguminosas

Na Tabela 6 encontram-se as percentagens de plântulas anormais resultantes da ação de substratos salinizados com soluções de diferentes concentrações salinas obtidas através dos sais cloreto de sódio ou sulfato de sódio e na Tabela 4 pode ser vista a análise de variância para esta variável em leguminosas. Nesta Tabela, o teste F mostra que todas as fontes de variação se mostraram altamente significantes aos níveis de 5 e 1% de probabilidade. Os dados apresentam uma tendência gene-

realizada de aumento na ocorrência de plântulas anormais com o aumento da concentração salina (Tabela 6). Resultados semelhantes foram obtidos por diversos autores para leguminosas como PRISCO & O'LEARY (1970) e SHARMA et alii (1971), ambos trabalhando com feijão.

Analisando-se as respostas das concentrações salinas das soluções obtidas através da adição do cloreto de sódio, observa-se que o acréscimo de plântulas anormais em relação ao nível controle (0mM) na espécie Guandu tornou-se significativo (438%) somente a partir do nível 100 mM, o mesmo não ocorrendo para as demais espécies (Cunhã e Leucena) nas quais o referido acréscimo apresentou-se significativo a partir do nível 50 mM, 250 e 175%, respectivamente. Este comportamento não significa que a espécie Guandu seja mais tolerante que as demais em relação a este sal, ao contrário, pode significar um efeito mais pronunciado do sal sobre a espécie, inibindo fortemente a germinação. Conforme se observa na Tabela 3, esta espécie apresentou uma queda mais brusca na germinação quando comparada com as demais espécies, confirmando o comportamento observado acima.

Considerando os substratos salinizados com sulfato de sódio (Tabela 6), verifica-se que a espécie Leucena somente apresentou acréscimo significativo (450%) de plântulas anormais, em relação ao controle (0mM), a partir da concentração 100 mM; o mesmo não acontecendo para as demais espécies (Guandu e Cunhã), nas quais este acréscimo tornou-se significativo a partir de 50 mM, 325 e 267%, respectivamente. Este resultado mostra uma certa tolerância da Leucena a concentrações baixas de sulfato de sódio, o que pode ser confirmado na Tabela 3.

TABELA 6 - Percentagens de plântulas anormais de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Guandu	Cunhã	Leucena
NaCl	0	8,0d(100)	6,0f(100)	4,0f(100)
	50	15,5d(194)	21,0e(350)	11,0d(275)
	100	43,0c(538)	26,5e(442)	11,0d(275)
	150	70,0b(875)	65,0d(1083)	24,0c(600)
	200	81,0a(1012)	90,0b(1500)	43,0b(1075)
	Médias	43,5a(544)	42,0a(700)	19,0b(475)
Na_2SO_4	0	8,0d(100)	6,0f(100)	4,0f(100)
	50	34,0c(425)	22,0e(367)	5,0ef(125)
	100	55,0b(688)	78,0c(1300)	22,0c(550)
	150	68,0b(850)	99,0a(1650)	63,5a(1588)
	200	76,0ab(950)	99,0a(1650)	72,5a(1812)
	Médias	48,0b(600)	61,0a(1017)	33,0c(825)

(1) Os valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Excetuando-se as médias de cada espécie, dentro de cada sal, que foram comparadas na horizontal, todas as demais o foram na vertical.

Os dados entre parênteses representam percentagens do controle (0mM).

Em todos os casos estudados, observou-se que a ocorrência do maior número de plântulas anormais foi registrada no último nível de salinidade testado (200 mM), para ambos os sais. Este resultado era esperado, visto que, há consenso entre os pesquisadores de que o aumento da concentração salina do substrato resulta no aumento da ocorrência de plântulas anormais (PRISCO et alii, 1975; SOARES, 1985 ; CAMPOS, 1986).

Analizando-se as respostas obtidas para os sais (Tabela 6), observa-se uma maior percentagem de plântulas anormais em sulfato de sódio do que em cloreto de sódio. Este fato evidencia que o sulfato de sódio provocou, em relação ao cloreto de sódio, maiores danos às plântulas (radícula, hipocótilo e cotilédones), tornando-as tortuosas, quebradiças, apodrecidas e atrofiadas. Resultados semelhantes foram encontrados por DINIZ (1979) e SOARES (1985), ambos para plântulas algodão e CAMPOS (1986), para plântulas de arroz.

De acordo com o presente estudo o número de plântulas anormais aumentou com o incremento da salinidade, para ambos os sais, tanto nas gramíneas como nas leguminosas. Este acréscimo no número de plântulas anormais pode ser explicado pela toxidez de alguns íons, como por exemplo sódio e cloreto, ao embrião ou plântula, provocando, frequentemente, anormalidades no crescimento e desenvolvimento das mesmas (HAYWARD & WADLEIGH, 1949).

4.3. - Influência da Salinidade no Vigor de Sementes

4.3.1. - Gramíneas

Os resultados das Tabelas 7,8,9 e 10 revelam que em substratos salinizados com cloreto de sódio ou sulfato de sódio, os comprimentos da radícula, da parte aérea e da plântula e o peso da matéria seca da plântula das espécies estuda-

das (Braquiária, Buffel e Andropogon) decresceram em função do aumento do nível de salinidade. Este fenômeno foi observado por vários pesquisadores, em diversas espécies e cultivares de gramíneas (PEARSON et alii, 1966; PRISCO et alii, 1975; CAMPOS, 1986). A análise de variância para as variáveis acima (Tabela 11) mostra que apenas as fontes de variação gramíneas e concentrações salinas foram significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Ressalte-se que, para a variável comprimento da radícula, as fontes de variação sais e interação concentrações salinas vs sais mostraram-se significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo citado teste.

Analisando-se os substratos salinizados com cloreto de sódio (Tabela 7), verifica-se que, os valores para comprimento de radícula da espécie Braquiária diferiram significativamente do controle (0mM) a partir do nível 100 mM, com uma redução de 32%; no entanto, com relação as demais espécies (Buffel e Andropogon) somente houve diferenças significativas no nível 150 mM, com reduções de 32 e 55%, respectivamente. Com referência a parte aérea (Tabela 8), as espécies Braquiária e Andropogon apresentaram reduções significativas, em relação ao controle (0mM), a partir do nível 50 mM, com decréscimos de 18 e 12%, respectivamente; enquanto que, a Buffel somente o fez a partir da concentração 100 mM, com uma redução de 46%. Ao analisar o comprimento da plântula (Tabela 9), observa-se que a espécie Braquiária apresentou decréscimo significativo (9%) em relação ao controle (0mM) a partir do nível de 50 mM; ao passo que, as demais espécies (Buffel e Andropogon) somente o fizeram a partir da concentração 100 mM, com decréscimos de 37 e 22%, res -

TABELA 7 - Comprimento médio de radículas (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Braquiária	Buffel	Andropogon
NaCl	0	6,29a (100)	3,31a (100)	3,20a (100)
	50	6,17a (98)	2,89a (87)	3,13a (98)
	100	4,25b (68)	2,32ab (70)	2,88a (90)
	150	2,92c (46)	2,25ab (68)	1,45b (45)
	200	2,78c (44)	- -	- -
Na ₂ SO ₄	0	6,29a (100)	3,31a (100)	3,20a (100)
	50	4,05b (64)	2,81ab (85)	2,47a (77)
	100	1,42d (22)	1,75b (53)	- -
	150	1,11d (18)	- -	- -
	200	- -	- -	- -

(1) Os dados seguidos da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados entre parênteses representam percentagens do controle (0mM).

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 8 - Comprimento médio da parte aérea (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)			
		Braquiária	Buffel	Andropogon	
NaCl	0	5,26a(100)	2,94a(100)	4,59a(100)	
	50	4,32b(82)	2,59a(88)	4,06b(88)	
	100	4,06b(77)	1,60b(54)	3,16c(69)	
	150	2,50c(48)	1,55b(53)	2,55d(56)	
	200	2,68c(51)	- -	- -	
Na ₂ SO ₄	0	5,26a(100)	2,94a(100)	4,59a(100)	
	50	4,77a(91)	2,56a(87)	3,95b(86)	
	100	2,48b(47)	2,50a(85)	- -	
	150	2,25b(43)	- -	- -	
	200	- -	- -	- -	

(1) Os valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados entre parênteses são relativos ao controle (0mM).

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 9 - Comprimento médio de plântulas normais (cm) resultantes de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Braquiária	Buffel	Andropogon
NaCl	0	11,54a (100)	6,26a (100)	7,78a (100)
	50	10,49b (91)	5,48a (88)	7,20a (92)
	100	8,31c (72)	3,92b (63)	6,04b (78)
	150	5,43d (47)	3,80b (61)	4,00c (51)
	200	5,46d (47)	- -	- -
Na_2SO_4	0	11,54a (100)	6,26a (100)	7,78a (100)
	50	8,82b (76)	5,38a (86)	6,47b (83)
	100	3,90c (34)	4,25b (68)	- -
	150	3,36c (29)	- -	- -
	200	- -	- -	- -

(1) As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 10 - Peso médio da matéria seca de plântulas (mg/pl) normais oriundas de sementes de três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Braquiária	Buffel	Andropogon
NaCl	0	2,06a (100)	0,53a (100)	1,14a (100)
	50	2,09a (101)	0,46a (87)	1,12a (98)
	100	1,77b (86)	0,35a (66)	1,02a (89)
	150	1,34c (65)	0,12b (23)	0,35b (31)
	200	0,19d (9)	- -	- -
Na ₂ SO ₄	0	2,06a (100)	0,53a (100)	1,14a (100)
	50	1,68b (82)	0,43a (81)	0,91b (80)
	100	1,24c (60)	0,18b (34)	- -
	150	0,14d (7)	- -	- -
	200	- -	- -	- -

(1) As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados entre parênteses são relativos ao controle (0mM).

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 11 - Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de gramíneas forrageiras (Braquiária, Buffel e Andropogon), nos comprimentos da radícula, parte aérea, plântula e no peso da matéria seca da plântula.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios (1)			Peso da matéria seca da plântula.
		Comprimentos			
		radícula	parte aérea	plântula	
Gramíneas (A)	2	37,61 ^{xx}	19,49 ^{xx}	94,87 ^{xx}	8,97 ^{xx}
Conc. Salinas (B)	1	5,52 ^{xx}	3,66 ^{xx}	17,91 ^{xx}	0,20 ^{xx}
Sais (C)	1	2,73 ^x	0,03 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}
A <u>vs</u> B	2	0,75 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,01 ^{ns}
A <u>vs</u> C	2	1,10 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,04 ^{ns}
B <u>vs</u> C	1	2,73 ^x	0,03 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}
A <u>vs</u> B <u>vs</u> C	2	1,10 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Resíduo	36	0,38	0,34	1,07	0,05
Coeficiente de Variação (%)		15,75	14,73	13,07	18,87

(1) médias transformadas am $\text{arc.sen} \sqrt{\%}$.

ns = não significativo

xx = significativo ao nível de 1%

* = significativo ao nível de 5%

pectivamente. O peso da matéria seca da plântula (Tabela 10) refletiu as variações de comprimento, assim sendo, a espécie *Braquiária* apresentou decréscimo significativo (14%) em relação ao controle (0mM) a partir da concentração 100 mM; enquanto que, as demais (*Buffel* e *Andropogon*) o fizeram somente no nível 150 mM, com reduções de 77 e 69%, respectivamente. Ressalte-se que na concentração 200 mM apenas a espécie *Braquiária* conseguiu emitir radícula e parte aérea, as demais espécies não o fizeram, ou seja, não produziram nenhuma plântula normal. Nas demais concentrações todas as espécies estudadas produziram plântulas normais, apesar de se constatar reduções no vigor com o aumento da concentração salina.

Ao considerar os substratos salinizados com sulfato de sódio (Tabela 7), verifica-se que, os dados para comprimento de radícula da espécie *Braquiária* diferiram significativamente (36%) do controle (0mM) a partir do nível 50 mM; enquanto que, a espécie *Buffel* o fez somente no nível 100 mM, com decréscimo de 47%, e a *Andropogon* não mostrou diferença entre as concentrações passíveis de comparação. Analisando-se o comprimento da parte aérea (Tabela 8), observa-se que, a espécie *Braquiária* apresentou diferença significativa (53%) em relação ao controle (0mM) a partir da concentração 100mM; ao passo que, a espécie *Buffel* não mostrou diferença significativa e a *Andropogon* o fez já no nível 50 mM, com decréscimo de 14%. Com referência ao comprimento da plântula (Tabela 9), verifica-se que, as espécies *Braquiária* e *Andropogon* apresentaram diferenças significativas (24 e 17%, respectivamente) em relação ao controle (0mM) a partir da concentração

50 mM; enquanto que, a espécie Buffel somente apresentou este decréscimo (32%) no nível de salinidade 100 mM. O peso da matéria seca da plântula (Tabela 10) mostrou-se influenciado pelo comprimento das plântulas, deste modo, as espécies Braquiária e Andropogon apresentaram diferenças significativas (18 e 20%, respectivamente) em relação ao controle (0mM) a partir do nível 50 mM; enquanto que, a espécie Buffel o fez somente na concentração 100 mM, com uma redução de 66%. Ressalte-se que as espécies Andropogon, Buffel e Braquiária não emitiram radícula nem tampouco parte aérea, a partir dos níveis de salinidade 100, 150 e 200 mM, respectivamente.

De modo geral, analisando-se as Tabelas 7 e 8, verifica-se que a redução do comprimento das plântulas deveu-se mais a diminuição do comprimento radicular do que do comprimento da parte aérea, demonstrando um efeito deletério maior dos sais sobre o comprimento da radícula do que sobre o comprimento da parte aérea das plântulas. Este resultado concorda com os de BARI et alii (1973), para plântulas de arroz, e discorda dos de PETRASOVITS (1968), para plântulas de milho e PRISCO et alii (1975), para plântulas de sorgo.

Evidenciou-se que as três espécies testadas mostraram-se mais sensíveis aos substratos salinizados com sulfato de sódio do que com cloreto de sódio, quando comparadas nas mesmas concentrações molares (Tabelas 7,8,9 e 10). Este resultado está de acordo com aqueles obtidos por PEARSON (1966) e CAMPOS (1986), ambos trabalhando com arroz.

Baseado nas observações feitas é possível depreender que até a concentração 100 mM a espécie que se revelou como

a mais vigorosa, dentre aquelas estudada sob os efeitos salinos produzidos pelo cloreto de sódio ou pelo sulfato de sódio, foi a Buffel, sendo que a partir desta concentração o seu vigor cai bruscamente. Por outro lado, apesar da Braquiária apresentar reduções significativas, em relação ao controle (0mM), já a partir do nível 50 ou 100 mM, observa-se que a mesma em altas concentrações salinas consegue originar plântulas vigorosas, donde se conclui que esta espécie apresenta melhores condições de ser aproveitada em áreas com problemas de salinidade.

4.3.2. - Leguminosas

Os dados das Tabelas 12, 13, 14 e 15 mostram que em substratos salinizados com cloreto de sódio ou sulfato de sódio, os comprimentos da radícula, da parte aérea e da plântula e o peso da matéria seca da plântula das espécies estudadas (Guandu, Cunhã e Leucena) diminuíram em função do aumento do nível de salinidade. Este comportamento foi observado por diversos autores, em várias espécies e cultivares de leguminosas (ABEL & MACKENZIE, 1964; PRISCO & O'LEARY, 1970; SHARMA et alii, 1971). A análise de variância para as variáveis acima citadas (Tabela 16) revela que apenas a interação leguminosas vs concentrações salinas vs sais, para peso da matéria seca da plântula, não foi significativa aos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, sendo que as demais fontes de variação se mostraram altamente significativas, nos níveis acima citados.

Analisando-se os substratos salinizados com cloreto de sódio (Tabela 12), observa-se que, os valores para comprimento de radícula das espécies Guandu e Cunhã diferiram significativamente (45 e 31%, respectivamente) do controle (0mM) a partir da concentração 100 mM, o mesmo não ocorrendo para a Leucena, cujos dados se mostraram indiferentes aos efeitos deste sal, nas concentrações testadas. Ressalte-se que esta espécie apresentou um acréscimo em relação ao controle (0mM) de 12 e 9%, respectivamente nas concentrações 50 e 100 mM, demonstrando uma capacidade maior desta espécie em suportar as condições adversas impostas pelo cloreto de sódio. No que diz respeito a parte aérea as três espécies estudadas (Guandu, Cunhã e Leucena) apresentaram comportamento similar, com diferenças significativas (33, 16 e 33%, respectivamente) em relação ao controle (0mM) a partir do nível de salinidade 50 mM. O comprimento da plântula (Tabela 14) revelou um comportamento semelhante ao comprimento da parte aérea, com as espécies Guandu e Cunhã apresentando diferenças significativas (24 e 19%, respectivamente) a partir de 50 mM; enquanto que, a Leucena somente apresentou este decréscimo a partir da concentração 100 mM, com uma redução de 17% em relação ao nível controle (0mM). Analisando-se o peso da matéria seca da plântula (Tabela 15), observa-se que, a espécie Guandu apresentou redução significativa (18%) em relação ao controle (0mM) a partir do nível 50 mM, ao passo que, as demais espécies (Cunhã e Leucena) somente o fizeram a partir das concentrações 100 e 150 mM, com decréscimos de 15 e 20%, respectivamente. Saliente-se que na concentração 200 mM apenas a espécie Leucena conseguiu emi

TABELA 12 - Comprimento médio de radículas (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl e Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Guandu	Cunhã	Leucena
NaCl	0	12,91a(100)	8,92a(100)	7,51a(100)
	50	10,91a(84)	6,84a(77)	8,38a(112)
	100	7,05b(55)	6,17b(69)	8,16a(109)
	150	4,58c(35)	5,22b(58)	6,96a(93)
	200	- -	- -	6,34a(84)
Na ₂ SO ₄	0	12,91a(100)	8,92a(100)	7,51a(100)
	50	6,55b(51)	5,41b(61)	9,12a(121)
	100	3,41c(26)	3,83b(43)	8,60a(114)
	150	- -	- -	3,91b(52)
	200	- -	- -	- -

(1) As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 13 - Comprimento médio da parte aérea (cm) de plântulas normais oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Guandu	Cunhã	Leucena
NaCl	0	11,28a (100)	11,68a (100)	9,17a (100)
	50	7,51b (67)	9,82b (84)	6,11b (67)
	100	4,38d (39)	5,84c (50)	5,72b (62)
	150	2,98e (26)	3,54d (30)	4,33c (47)
	200	- -	- -	3,66c (40)
Na_2SO_4	0	11,28a (100)	11,68a (100)	9,17a (100)
	50	6,28c (56)	6,21c (53)	6,23b (68)
	100	2,40e (21)	2,54d (22)	3,94c (43)
	150	- -	- -	2,68c (29)
	200	- -	- -	- -

(1) As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 14 - Comprimento médio de plântulas normais (cm) oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na_2SO_4 de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Guandu	Cunhã	Leucena
NaCl	0	24,19a (100)	20,60a (100)	16,68a (100)
	50	18,43b (76)	16,65b (81)	14,49a (87)
	100	11,45c (47)	12,01c (58)	13,88b (83)
	150	7,55d (31)	8,76d (42)	11,30b (68)
	200	- -	- -	10,00b (60)
Na_2SO_4	0	24,19a (100)	20,60a (100)	16,68a (100)
	50	12,83c (53)	11,62c (56)	15,35a (92)
	100	5,82d (24)	6,37d (31)	12,54b (75)
	150	- -	- -	6,60c (40)
	200	- -	- -	- -

(1) As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 15 - Peso da matéria seca de plântulas normais (mg/pl) oriundas de sementes de três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena) semeadas em substratos salinizados com soluções de NaCl ou Na₂SO₄ de diferentes concentrações salinas (0, 50, 100, 150 e 200 mM).

Sal	Concentração Salina (mM)	Espécies (1)		
		Guandu	Cunhã	Leucena
NaCl	0	19,19a(100)	16,14a(100)	16,53a(100)
	50	15,74b(82)	16,51a(102)	16,90a(102)
	100	12,10c(63)	13,72b(85)	15,98a(97)
	150	9,44d(49)	10,32c(64)	13,20b(80)
	200	- -	- -	11,15c(67)
Na ₂ SO ₄	0	19,19a(100)	16,14a(100)	16,53a(100)
	50	12,38b(64)	14,01b(87)	15,49a(94)
	100	8,46c(44)	9,40c(58)	13,90b(84)
	150	- -	- -	10,60c(64)
	200	- -	- -	- -

(1) As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(-) Valores inexistentes, tendo em vista a não ocorrência de plântulas normais.

TABELA 16 - Análise de variância para efeitos da salinidade em três espécies de leguminosas forrageiras (Guandu, Cunhã e Leucena), nos comprimentos da radícula, parte aérea, plântula e no peso da matéria seca da plântula.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios (1)			
		Comprimentos			Peso da matéria seca da plântula
		radícula	parte aérea	plântula	
Leguminosas (A)	2	32,39 ^{xx}	9,34 ^{xx}	15,22 ^{xx}	17,58 ^{xx}
Conc.Salinas (B)	2	76,74 ^{xx}	260,75 ^{xx}	619,98 ^{xx}	152,73 ^{xx}
Sais (C)	1	24,99 ^{xx}	30,75 ^{xx}	111,08 ^{xx}	66,50 ^{xx}
A vs B	4	38,54 ^{xx}	8,09 ^{xx}	75,85 ^{xx}	29,95 ^{xx}
A vs C	2	14,13 ^{xx}	4,82 ^{xx}	24,37 ^{xx}	2,61 ^{xx}
B vs C	2	6,29 ^{xx}	8,59 ^{xx}	29,14 ^{xx}	17,90 ^{xx}
A vs B vs C	4	3,87 ^{xx}	1,83 ^{xx}	6,17 ^{xx}	0,97 ^{ns}
Resíduo	54	0,86	0,91	1,22	0,42
Coeficiente de Variação (%)		11,64	5,95	7,25	4,34

(1) médias transformadas em $\text{arc.sen}\sqrt{\%}$.

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5%

xx = significativo ao nível de 1%.

tir radícula e parte aérea as demais não o fizeram, ou seja, não produziram nenhuma plântula normal. Nas concentrações restantes todas as espécies estudadas produziram plântulas normais, apesar de se observar reduções no vigor com o aumento da concentração salina do substrato.

Analisando-se os substratos salinizados com sulfato de sódio (Tabela 12), verifica-se que, os valores de comprimento radicular das espécies Guandu e Cunhã diferiram estatisticamente (49 e 39%, respectivamente) do controle (0mM) a partir da concentração 50 mM; no entanto, a espécie Leucena somente apresentou esta redução (48%) na concentração 150 mM. Saliente-se que esta espécie revelou um acréscimo em relação ao controle (0mM) de 21 e 14%, respectivamente, nas concentrações 50 e 100 mM, sugerindo uma tolerância maior desta espécie em conviver com as condições adversas de salinidade geradas pelo sulfato de sódio. Considerando-se o comprimento da parte aérea (Tabela 13), verifica-se que, as três espécies estudadas apresentaram comportamentos semelhantes nos níveis iniciais de salinidade, apresentando diferenças significativas em relação ao controle (0mM) a partir da concentração 50 mM, com reduções de 44, 47 e 32%, respectivamente para Guandu, Cunhã e Leucena. Com referência ao comprimento da plântula (Tabela 14), observa-se que, as espécies Guandu e Cunhã apresentaram decréscimos significativos (47 e 44%, respectivamente) em relação ao controle (0mM) a partir do nível 50 mM, ao passo que, a Leucena somente o fez a partir da concentração 100 mM, com uma redução de 25%. Analisando-se o peso da matéria seca da plântula (Tabela 15), verifica-se que, as es-

pêcies Guandu e Cunhã mostraram decrêscimos significativos (36 e 13%, respectivamente) em relação ao controle (0mM) a partir do nível 50 mM, no entanto, a espécie Leucena somente revelou esta diferença a partir da concentração 100 mM, com um decrêscimo de 16%. Saliente-se que, as espécies estudadas (Guandu, Cunhã e Leucena) não emitiram radícula nem tampouco parte aérea, isto é, não produziram nenhuma plântula normal, a partir dos níveis de salinidade 150, 150 e 200 mM, respectivamente.

Analisando-se as Tabelas 12 e 13, verifica-se que a redução do comprimento da plântula deveu-se mais a diminuição do comprimento da parte aérea do que do comprimento da radícula, demonstrando assim um efeito deletério maior dos sais sobre o comprimento da parte aérea do que sobre o comprimento da radícula. Resultados semelhantes foram obtidos por PETRASOVITS (1968) e PRISCO et alii (1975).

Verificou-se que as três espécies estudadas revelaram maior sensibilidade aos substratos salinizados com sulfato de sódio do que com cloreto de sódio (Tabelas 12, 13, 14 e 15), evidenciando desta forma a maior toxicidade do sulfato de sódio em relação ao cloreto de sódio. Neste sentido, DINIZ (1979) e SOARES (1985) encontraram resultados semelhantes, ambos trabalhando com algodão.

Baseado nas constatações feitas, é possível concluir que a espécie Leucena revelou-se como a mais vigorosa, dentre as espécies testadas, sob os efeitos salinos provocados pelo cloreto de sódio e pelo sulfato de sódio, considerando-se as variáveis analisadas neste trabalho.

Conforme foi constatado anteriormente neste trabalho,

o aumento da concentração salina, para ambos os sais, resultou no decréscimo do vigor das plântulas, tanto para gramíneas como para leguminosas. Esta redução no vigor de plântulas decorre provavelmente devido aos efeitos deletérios dos sais na inibição da síntese e/ou atividade de enzimas hidrolíticas, necessárias na mobilização de reservas do endosperma para o embrião (EVANS & STICKLER, 1961; SARIN & NARAYANAN, 1968). A diminuição mais acentuada da radícula nas gramíneas, quando comparada com a parte aérea, deveu-se, segundo BARI et alii (1973), ao contato direto destas com a solução salina tornando-as mais passíveis de serem afetadas pelos sais. De acordo com PRISCO et alii (1975), a redução mais pronunciada da parte aérea nas leguminosas, quando comparada com a radícula, ocorreu possivelmente devido a interferência do sal na translocação de hormônios da radícula para aquela parte da plântula.

5 - CONCLUSÕES

A análise dos dados encontrados neste trabalho permitiu concluir o seguinte:

(i) a percentagem de germinação e o vigor de plântulas decresceram e, simultaneamente, a percentagem de plântulas anormais aumentou, quando sementes de Braquiária, Buffel e Andropogon, Leucena, Cunhã e Guandu foram semeadas em substratos salinizados com cloreto de sódio ou sulfato de sódio;

(ii) o efeito nocivo do sulfato de sódio, sobre as sementes e plântulas, foi mais pronunciado do que o do cloreto de sódio, nas mesmas concentrações molares;

(iii) a espécie Braquiária mostrou-se menos afetada pelos sais do que as espécies Buffel e Andropogon, para as variáveis analisadas;

(iv) a espécie Leucena foi menos afetada pelos sais do que as espécies Guandu e Cunhã, considerando as variáveis aqui estudadas.

6 - LITERATURA CITADA

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

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

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

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

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

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

BARBOSA, L. Efeitos de reguladores do crescimento na germinação de sementes de Sorghum bicolor (L) Moench semeadas em soluções salinas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará-Brasil. 49p., 1975.

- BARI, G.; HAMID, A. & AWAN, M.A. Effect of salinity on germination and seedling growth of rice varieties. Intern. Rice Com. Newsletter, 22: 32-36, 1973.
- BERNSTEIN, L. Effect of salinity and sodicity on plant growth. Annual Rev. Plant., 13: 259-312, 1975.
- BARNSTEIN, L.; MACKENZIE, A.J. & KRANTZ, B.A. The interaction of salinity and planting practice on the germination of irrigated row crops. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 19: 240 - 243, 1955.
- BHUMBLA, D.R.; SING, B. & SING, N.T. Effects of salt on seed germination. Indian J. Agron. 13: 181-185, 1968.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudanças. Regras para Análise de Sementes. Brasília, 188p., 1976.
- CAMPOS, I.S. Efeitos de diferentes potenciais osmóticos na germinação e crescimento do arroz (Oryza sativa L.). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará-Brasil. 112p., 1986.
- CLEMENS, J.; CAMPBELL, L.C. & NURISIAH, S. Germination, growth and mineral ion concentration of Casuarina species under saline conditions. Aust. J. Bot., 31: 1-9, 1983.
- CUNHA, A.M.S.da; NASCIMENTO, J.A. do & FORTE, M.V. Relatório Estatística Nº 17/90. Laboratório de Estatística e Matemática Aplicada. Centro de Ciências - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará-Brasil. 52p., 1990.
- DEWEY, D.R. Germination of crested wheatgrass in salinized soil. Agron. J., 54: 353-355, 1962.

- DINIZ, A.F. Efeito da salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará-Brasil. 37p., 1979.
- EL-ZAHAB, A.A. A salt tolerance of eight egyption cotton varieties. 1. At germination stage. Zeitschrift fur. Ac Kerund pflanzengan (1971) 133 (4) 299-307 (En, de 10 ref). Faculty of Agriculture, Cairo University Arab Republic of Egypt. In: Field Crops Abstracts, 26 (4), 1973.
- EPSTEIN, E. Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas. Traduzido do inglês por E. Malavolta. Editora da Universidade de São Paulo, S. Paulo-Brasil, 341p., 1975.
- EVANS, W.F. & STICKLER, F.C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stress. Agron. J., 53:369-372, 1961.
- GEORGE, L.Y. & WILLIAMS, W.A. Germination and respiration of barley, strawberry and ladino clover seeds in salt solutions. Crop Sci., 4: 450-452, 1964.
- GHILDYAL, B.P. & JANAL, R.K. Influence of soil water potential on rice germination and seedling. Riso, 15 (3) 211 - 218, 1966.
- GOES, E.S. de. O problema da salinidade e drenagem em projetos de irrigação no Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento. (Mimeografado) - SUDENE, Recife-Pernambuco-Brasil, 20p., 1978.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel S.A., Piracicaba-São Paulo-Brasil. 430p., 1978.

- HARRIS, J.A. Effect of alkali salts in soils on the germination and growth of crops. Jour. Agric. Res., 5: 1-58, 1915.
- HARRIS, J.A. A possible relationship between soil salinity and stand in cotton. Jour. Agric. Res., 37: 213-231, 1928.
- HAYWARD, H.E. & WADLEIGH, G.H. Plant growth on saline and alkali soils. Adv. Agron., 1: 1-38, 1949.
- HORST, G.L. & BEADLE, N.B. Salinity effects on germination and growth of tall fescue cultivares. J. Amer. Soc. Horst. Sci. 109 (3): 419-422, 1984.
- IVANOV, YU. M. Comparative salt tolerance of cereals, legumes and their varieties of different ecological and geographical origins and methods for diagnosis them. In. Voprosy Solenstoichivosti and Rastenii. Taskent, Uzbek SSR, "Fan" (1973) 296-307 (RU). In: Field Crops Abstracts., 27(8), 1972.
- JENSEN, R.D. Effects of water tension on the emergence and growth of cotton seedlings. Agron. J. 63: 766-768, 1972.
- KEARNEY, T.H. & SCOFIELD, C.S. The choince of crops for saline land U.S. Dept. Agric. Circ. 404, 1936.
- KOVDA, V.A.; BERG, C. van den & HAGAN, R.M. Irrigation Drainage and Salinity. An International Source Book. HUTCHINSON/FAO/UNESCO ed. 510p., 1973.
- LAUCHI, A. & EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. California Agriculture., p. 18-20, 1984.
- LONGENECKER, D.E. The influence of soil salinity upon fruiting and sheeding, boll characteristics, fiber quality, and yields of two cotton species. Soil Sci., 115: 294-302, 1973.

- MAAS, E.V. & HOFFMAN, G.J. Salt sensitivity of corn at various growth stages. California Agriculture, 37: 14-15, 1983.
- MAGISTAD, O.C. Plant growth relations on saline and alkali soils. Bot. Rev., 11: 181-230, 1945.
- MALIWAL, G.L. Salt tolerance studies at germination on jowar, moong and tabaco varieties. Indian J. Plant. Physiol., 10: 95-104, 1967.
- MALIWAL, G.L. & PALIWAL, K.V. Salt tolerance studies on some varieties of maize at germination stage. Science & Culture, 38: 446-447, 1962.
- MERCADO, B.T. & MALABAYAMAS, A. The response of some upland rice varieties to NaCl at the seedling stage. Phillip. Agric., 53: 8-9, 1971.
- NARALE, R.P.; SUBRAMANYAM, T.K. & MUKHERJEE, R.K. Influence of salinity on germination, vegetative growth and grain yield of rice (Oryza sativa var. Dular). Agron. J., 61: 341-344, 1969.
- PEARSON, A.G. Factores influencing salinity of submerged soils and growth of caloro rice. Soil Sci., 87: 198-206, 1969.
- PEARSON, A.G.; AYERS, A.D. & EBERHARD, D.L. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. Soil Sci., 102: 151-156, 1966.
- PEREIRA, J.R. Solos salinos e sódicos. In: Acidez e calagem no Brasil, por B. van Raij, O.C. Bataglia e N.M. da Silva, Coordenadores. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Campinas-São Paulo-Brasil, p. 127-143, 1983.

- PETRASOVITS, I. The salt tolerance of plants in the germination phase and under irrigation. Agroken Talajt., 17 (1-2) : 61-76, 1968.
- POPINIGIS, F. Fisiologia de Sementes. Brasília. Ministério da Agricultura/AGIPLAN/BID. 289p. il., 1977.
- PRISCO, J.T. Effect of salinity on water absorption and germination of Phaseolus vulgaris L. seeds. M.S. Thesis, University of Arizona, Tucson, Arizona, U.S.A., 61p., 1969.
- PRISCO, J.T. & O'LEARY, J.W. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of Phaseolus vulgaris L. seeds. Turrialba, 20: 117-184, 1970.
- PRISCO, J.T.; BARBOSA, L. & FERREIRA, L.G.R. Pré-embebição como meio para sobrepujar os efeitos inibitórios da salinidade na germinação de sementes de Sorghum bicolor (L.) Moench. Ciên. Agron., 5(1-2): 19-23, Fortaleza-Ceará-Brasil, 1975.
- PUPO, N.I.H. Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação e utilização. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas-São Paulo-Brasil, 1979.
- RAO, T.S.; PURNPRAGNACHAR, H. & HADIMANI, A.S. Effect of soil salinity on the germination of paddy varieties. J. Indian Soc. Soil Sci., 17: 431-435, 1969.
- RICHARDS, L.A. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. México, Centro Regional de Ayuda Tecnica, 1954.
- RUSSEL, F.S. Comparative salt tolerance of some tropical and temperate legumes and tropical grasses. Aust. J. Exp. Agric. Ani. Husb. 16: 103-109, 1976.

- SARIN, M.N. & NARAYANAN, A. Effects of soil salinity and growth regulators on germination and seedling metabolism of wheat. Physiol. Plant., 21: 1201-1209, 1968.
- SHARMA, D.C.; PUNTAMKAK, S.S.; METTHA, P.C. & SETH, S.P. Note on the effect of different common salts of sodium and calcium on the germination of green-gram (Phaseolus aureus Roxb) varieties. Indian Jour. Sci., 14: 636-638, 1971.
- SOARES, K.T. Efeitos de soluções salinas com diferentes potenciais osmóticos na germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará-Brasil. 56p., 1985.
- SOUTO, G.F. Pré-tratamento de hidratação-desidratação de sementes de Sorghum bicolor (L.) Moench, como meio de quebrar a dormência e sobrepujar os efeitos inibitórios da salinidade na germinação. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará-Brasil. 56p., 1976.
- STROGONOV, B.P. Physiological basis of salt tolerance of plants. Traduzido do russo por A. Poljakoff-Mayber & A.M.Mayer. Israel Program for Scientific Translation Ltd., Jerusalém, 279p., 1964.
- TAILAKOV, N. Germination of sorghum and maize seeds in salt solutions. Izv. Akad. Nauk. Tukmen, 1: 3-9, 1967.
- UHVITS, R. Effects of osmotic pressure on water absorption and germination of alfalfa seeds. Amer. J. of Bot., 33: 278-285, 1946.

VARADINOV, S.G. Soil salinity tolerance in sorghums. Sb. Trud. Aspi. Molod. Sotr., 8(12): 117-124, 1967.

VIDAL NETO, F. das C. Estudos sobre tamanho da semente, profundidade de plantio e quebra de dormência em leucena (Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará-Brasil. 72p., 1983.