

SÍLVIA GALINA

EFEITO DA SALINIDADE NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
ARROZ E FEIJÃO SUBMETIDAS A ESTRESSE SALINO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dario Munt de Moraes, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Ciências (M.S.).

Aprovada:

Dr. Flávio Herter

Prof.^a Eugênia Jacira Bolacel Braga

Prof. Nei Fernandes Lopes
(Co-Orientador)

Prof. Ronaldo do Nascimento
(Co-Orientador)

Dario Munt de Moraes
(Orientador)

Paciência e perseverança têm o efeito mágico de fazer as dificuldades desaparecerem e os obstáculos sumirem.

John Quincy Adams

À minha família

Ao meu namorado Paulo

Aos meus amigos

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo suporte financeiro.

Ao prof. Dario Munt de Moraes, pela orientação, incentivo e amizade.

À amiga Claudete Miranda Abreu pelo suporte e ajuda durante o transcorrer do curso.

Ao amigo Renato Moraes de Mello pela ajuda e amizade.

Às colegas Joseane de Almeida de Souza, Helen Lúcia da Cruz, Maria da Graça de Souza Lima, Cristina Rodrigues Mendes, Rafael Hansen Madail e Ariadne Ribeiro Henriques e aos laboratoristas Luisa Helena dos Santos Meireles e Rudinei Teixeira, pela colaboração no desenvolvimento dos trabalhos.

A minha família e ao meu namorado Paulo pela compreensão e auxílio nos momentos difíceis.

A todos os colegas e funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal que de alguma forma contribuíram para a realização do trabalho.

ÍNDICE

SUMÁRIO	vii
SUMMARY	ix
INTRODUÇÃO	1
MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
CONCLUSÕES	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

SUMÁRIO

GALINA, SÍLVIA, M.S., Universidade Federal de Pelotas, junho de 2004. **Salinidade e qualidade fisiológica de sementes de arroz e feijão.** Orientador: Prof. Dario Munt de Moraes. Co-orientadores: Prof. Nei Fernandes Lopes e Prof. Ronaldo do Nascimento.

Este trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica das sementes e o crescimento das plântulas de arroz cv. EL Passo L 144 e feijoeiro cv. FT Nobre, tratadas com soluções de cloreto de sódio (NaCl), nas diferentes concentrações de zero; 30; 60; 90; 120 e 150 mM. Para isto, utilizou-se testes de viabilidade, vigor e medidas do crescimento. A germinação e a emergência em sementes de arroz foram afetadas negativamente nas concentrações de 120 e 150 mM de NaCl, já as sementes de feijoeiro não mostraram redução na porcentagem da germinação, mas a emergência foi afetada drasticamente, para todos os níveis de salinidade avaliados. O índice de velocidade de emergência de ambas as espécies mostrou diminuição nas concentrações mais elevadas de NaCl. A massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular de plântulas de feijoeiro diminuíram conforme o aumento das concentrações salinas, já para o arroz, a salinidade não afetou significativamente esta cultivar. O comprimento da parte aérea das plântulas de arroz e de feijoeiro diminuíram drasticamente com aumento da salinidade. No teste de condutividade elétrica com zero, três e 24 horas de incubação, as sementes de arroz e de feijoeiro, apresentaram maior liberação de lixiviados, nas maiores concentrações de NaCl. O teor de clorofila total, de plântulas de feijoeiro apresentou diferenças significativas nos maiores

níveis de salinidade (120 e 150 mM de NaCl), mas não diferiram para as plântulas de arroz. Portanto, nas condições em que o trabalho foi realizado podemos concluir que a salinidade não tem efeito na absorção de água. No entanto, a qualidade fisiológica e o crescimento das sementes de ambas as espécies são comprometidos pelos níveis crescentes do cloreto de sódio.

SUMMARY

GALINA, SÍLVIA, M.S., Universidade Federal de Pelotas, June, 2004. Salinity in the physiological quality of rice and bean seeds. Advisor: Prof. Dario Munt of Moraes. Comittee: Prof. Nei Fernandes Lopes and Prof. Ronaldo do Nascimento.

Experiments were carried out to evaluate the physiological quality of seeds and the growth of the rice seedlings cv. EL I Passo L 144 and bean cv. FT Nobre, treated with solutions of sodium chloride (NaCl), in the different concentrations zero; 30; 60; 90; 120 and 150 mm. This, used viability tests, vigour and characteristics of the growth. The germination and the emergency rice seeds were negatively affected in the concentrations of 120 and 150 mM of NaCl, the bean seeds already show reduction in the percentage of the germination, but the emergency index was affected drastically, for all the appraised salinity levels. The speed of emergency of both species showed decrease in the highest concentrations of NaCl. The fresh and dry matters of the shoot and roots of bean seedlings reduced with increment in salt concentrations, but for the rice, the salinity didn't affect significantly this cultivar. The length of shoots part of the rice seedlings and of bean decreased drastically with increase of the salinity. In the test of electric conductivity with zero, three and 24 hours of incubation, the rice seeds and of bean presented larger liberation of having leached, in the largest concentrations of NaCl. The total chlorophyll content, of bean seedlings presented significant differences in the largest salinity levels (120 and 150 mM of NaCl), but

they didn't differ for the seedlings of rice. Therefore, in the conditions that the work was accomplished we can conclude that the salinity doesn't have effect in the absorption of water. However, the physiological quality and the seeds growth of both species are committed for the growing levels of the sodium chloride.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de arroz (*Oryza sativa* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), que se constitui a base da alimentação da maioria dos brasileiros. No entanto, para suprir a grande demanda interna destes grãos, faz-se necessário, também, à importação destes cereais.

A irrigação é prática cultural que pode conduzir com o tempo a salinização do solo. A lavoura de arroz irrigado por inundação utiliza terrenos planos e água de lagoas, rios, açudes, barragens, que podem conter indesejáveis níveis de NaCl. O feijoeiro semeado na época das secas é produzido utilizando irrigação por pivot central, dependendo da água empregada pode, também, salinizar o solo.

A salinidade pode ser definida como a concentração de sais minerais dissolvidos na água e nos solos. Os principais solutos encontrados no solo são os cátions, sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+), e os ânions, cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^-), bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^-) e nitrato (NO_3^-).

Quando a concentração de solutos nas águas utilizadas na irrigação é alta e o sistema de drenagem é inadequado, a salinidade pode alcançar níveis prejudiciais às plantas (Klar, 1988; Taiz & Zeiger, 2002).

Embora haja diferenças entre genótipos em relação a tolerância à salinidade, as plantas de feijão são consideradas sensíveis e as de arroz medianamente tolerantes ao sal (Loomis & Connor, 1992).

A salinidade afeta a germinação e o vigor da semente, não só dificultando a cinética da absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes em embebição (Santos et al., 1992).

Dentre os métodos mais defendidos para se determinar o limite de tolerância das plantas aos sais destaca-se a porcentagem de germinação e o vigor das sementes em substratos salinos.

A germinação da semente e o crescimento inicial de plântulas são os estádios do desenvolvimento mais sensíveis à salinidade (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989). Assim sendo, este trabalho teve como objetivo determinar a qualidade fisiológica das sementes e o crescimento das plântulas de arroz e feijão, submetidas a diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no laboratório de sementes e em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Botânica, Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas-RS, durante o ano de 2003. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (2x3), constituído por duas espécies (arroz cv. El Passo L 144 e feijão cv. FT Nobre) e seis concentrações de NaCl (Zero; 30; 60; 90; 120 e 150 mM), com três repetições.

Sementes de arroz e feijão (com aproximadamente um grama e quatro repetições) foram colocadas para embeber em béquer com as diferentes concentrações de NaCl em condições de ambiente de laboratório. Durante as primeiras oito horas, a pesagem foi feita a intervalos de 60 minutos e 24 horas após de embebição, em tratamentos isolados para cada período. A taxa de embebição foi medida por meio da determinação do aumento de massa do material após a embebição, em relação à massa inicial. Os valores foram transformados em porcentagem de ganho de água e efetuadas curvas de embebição.

O teste de germinação (TG) foi realizado com quatro subamostras de 100 sementes de arroz e de 50 sementes de feijão, utilizando como substrato rolos de papel germitest, previamente umedecidos com as diferentes concentrações salinas na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel, e mantidos na temperatura constante de 25°C (**+ ou -2**), sendo a avaliação final feita aos 14 dias para as sementes de arroz e aos nove dias para as do feijoeiro, após a incubação e os resultados expressos em porcentagem de germinação (Brasil, 1992);

A primeira contagem da germinação (PCG) foi conduzida em conjunto com o teste de germinação aos cinco dias após a semeadura, para ambas as espécies e os resultados expressos em porcentagem.

A emergência das plântulas em casa de vegetação (E) foi determinada com 200 sementes por espécie, constituídas de quatro subamostras de 50 sementes semeadas em linha, dentro de bandejas de isopor com 200 células para arroz e bandejas plásticas para as sementes de feijoeiro, ambas contendo areia, e a profundidade de semeadura de 30 mm. A irrigação com as diferentes concentrações salinas foi efetuada, para as sementes de arroz no dia da semeadura e repetida a cada dois dias até 21 dias após a semeadura. Para o feijoeiro irrigou-se uma única vez com os diferentes níveis de salinidade. A contagem das plântulas emersas foi realizada aos 21 dias após a data da semeadura conforme Vieira & Carvalho, (1994) e expressa em porcentagem.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi estabelecido conjuntamente com o teste de emergência, conforme descrito por Vieira & Carvalho (1994), sendo a contagem do número de plântulas emergidas efetuada diariamente até a estabilização da população, quando foi calculado o número de plântulas emergidas a cada dia pela fórmula: $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$ proposta por Edwad & Drapala (1958), citados por Vieira e Carvalho (1994), sendo **E** o número de plântulas emergidas computadas a cada contagem, e **N** o número de dias da semeadura.

O comprimento, as massas fresca e seca da parte aérea e das raízes das plântulas foram determinados ao final dos 21 dias após a instalação do teste de emergência de acordo com Popinigis (1977), expressas em mm plântula⁻¹ e g plântula⁻¹, respectivamente.

A condutividade elétrica (CE) foi determinada em sementes das duas espécies previamente embebidas por 60 minutos nas soluções salinas testadas, e logo após, lavadas com água destilada. A condutividade elétrica foi medida aos zero, três e 24 horas de incubação, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. As amostras foram pesadas e colocadas em copos de béquer com 80 mL de água deionizada e mantidas no germinador a temperatura de 20°C. As leituras da condutividade elétrica dos lixiviados das sementes foram realizadas em condutivímetro Digimed CD-21, conforme

metodologia descrita por Kryzanowski et al. (1991), e expressa em $S\text{ cm}^{-1}\text{ g}^{-1}$ de semente.

A clorofila total foi extraída de acordo com Arnon (1949), aos 21 dias após a emergência (DAE) das plântulas de arroz e feijão e os teores calculados em mg de clorofila g^{-1} MF conforme Lichenthäler (1987). Enquanto, a área foliar foi, também, determinada, aos 21 DAE, em medidor de área Li-Cor – 3000, e os resultados expressos em $\text{cm}^2\text{ plântula}^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A embebição não apresenta diferença significativa entre as concentrações de NaCl, tanto para o arroz (Figura 1) quanto para o feijão (Figura 2). Esperava-se que com o abaixamento do potencial de água, pelo excesso de salinidade, ocorresse diminuição na absorção de água pelas sementes, pois a absorção de água é dependente do gradiente de potencial de água entre o substrato e a semente. No entanto, a curva de absorção de umidade das sementes de arroz mostrou tendência semelhante ao modelo trifásico proposto por Bewley & Black (1994), no qual após a fase inicial de rápida absorção de água, segue-se uma fase intermediária de absorção lenta.

O processo de absorção de água pelas sementes é uma etapa essencial para o início da germinação. Em condições de ambiente consideradas ideais a fase I, ou embebição, é devido principalmente às forças mátricas. A entrada de água nas sementes ocorre independentemente destas estarem ou não dormentes, viáveis ou inviáveis. A fase II é conhecida como a fase estacionária da absorção de água, onde ocorrem os principais eventos metabólicos do processo germinativo, culminando com a emergência da raiz primária em sementes viáveis. A fase III é caracterizada principalmente pelo alongamento da raiz primária, acontecendo somente em sementes que já iniciaram o processo germinativo (Bewley & Black, 1994).

A embebição de água em sementes de *Lycopersicon esculentum* Mill. (Camejo & Torres, 2001) e de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Suarez *et al.*, 2002)

não é influenciada significativamente pela salinidade nos genótipos testados de ambas as espécies.

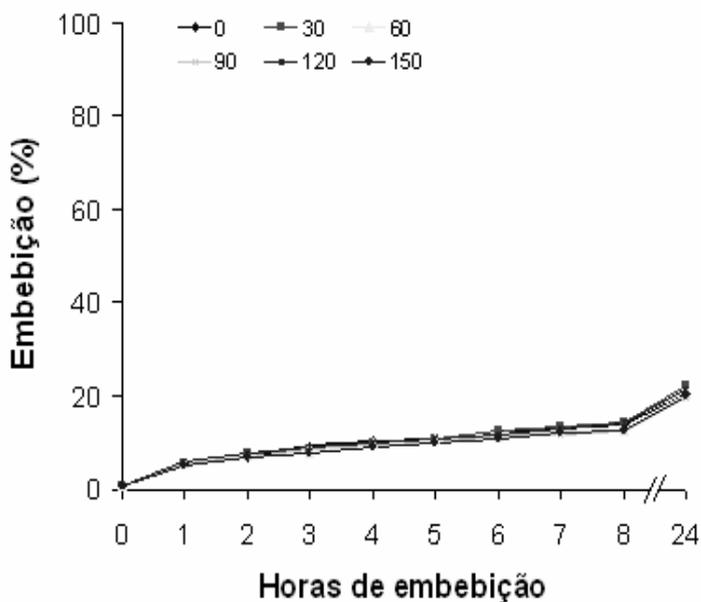


Figura 1. Curva de embebição das sementes de arroz cv. El Passo L 144, em função do tempo, submetidas a diferentes concentrações de NaCl (zero; 30; 60; 90; 120 e 150 mM).

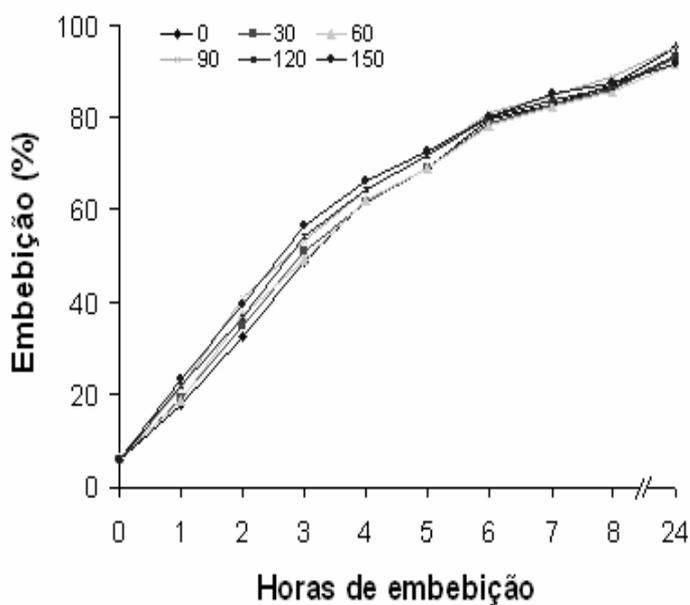


Figura 2. Curva de embebição da semente de feijão preto cv. FT Nobre, em função do tempo, submetidas a diferentes concentrações de NaCl (zero; 30; 60; 90; 120 e 150 mM).

Os resultados da germinação e do vigor das sementes de arroz cv. El Passo L 144 e de feijão cv. FT Nobre estão ilustrados na tabela 1. As sementes de arroz e de feijão não sofreram reduções significativas na porcentagem de germinação com o incremento na concentração salina até 90 e 150 mM de NaCl, respectivamente. Existe grande variabilidade entre espécies e genótipos no que tange a germinação de sementes em resposta a salinidade do meio. A germinação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Havaí é reduzida pelo NaCl (Costa et al., 2000). Por outro lado ocorre moderada inibição na germinação de sementes de *Spartina densiflora* Brong quando submetidas a concentrações salinas de 30 e 40 g L⁻¹ (Nieva et al., 2001). Enquanto, as variedades de trigo Cieta Cerros e Maxipak, tolerantes a salinidade, somente em concentrações altas (300 e 400 mM de NaCl) reduzem a germinação e induzem a formação de maior número de plântulas anormais (Al Anasari et al., 2003). Por outro lado o cloreto de sódio tem efeito sobre a porcentagem de germinação de três espécies do gênero *Prosopis* (D'Aubeterre et al., 2002).

A primeira contagem da germinação das sementes de arroz somente foi afetada negativamente na concentração de 150 mM de NaCl, enquanto que as sementes de feijoeiro não foram afetadas para os diferentes níveis de salinidade (Tabela 1).

Várias outras espécies como, alface (*Lactuca sativa* L.) (Zapata et al., 2003), *Salicornia rubra* Nels (Kham et al., 2000) duas espécies de algaroba (*Prosopis alpataco* e *P. Argentina*), (Villagra, 1997), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Jeller & Perez, 1997) apresentam decréscimo na porcentagem de germinação à medida que aumenta a concentração de NaCl. Sementes de *Solanum melongena* cv. Pala, submetidas a estresse salino (0; 35; 70; e 140 mM de NaCl), tiveram a germinação e a emergência das plântulas moderadamente inibidas pelos tratamentos com NaCl, sendo que, foram fortemente inibidas pela concentração de 140 mM de cloreto de sódio (Demir et al., 2003).

A emergência das plântulas de feijoeiro (Tabela 1), somente foi prejudicada nas concentrações de 120 e 150 mM de NaCl, enquanto a emergência do arroz não foi afetada pelo sal. Entretanto, o índice de velocidade de emergência das plântulas das sementes de arroz como as do feijoeiro, diminui com concentrações mais elevadas de cloreto de sódio. Resultados semelhantes foram obtidos por

Lima (2002), trabalhando com sementes de quatro cultivares de arroz, BR56 Chui, IAS 12-9 Formosa, BRS Agrisul e BRS Bojurú.

Tabela 1. Teste de germinação (TG) e vigor (primeira contagem da germinação (PCG), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE)), de sementes de arroz cv. El Passo L 144 e feijoeiro cv. FT Nobre, submetidas a diferentes concentrações de NaCl

NaCl (mM)	TG (%)		PCG (%)		E (%)		IVE	
	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão
0	94 a	93 a	90 a	93 a	84 a	94 a	0,49 a	0,69 a
30	95 a	95 a	91 a	95 a	86 a	93 a	0,48 a	0,66 ab
60	94 a	93 a	90 a	94 a	86 a	93 a	0,45 ab	0,61 ab
90	94 a	94 a	90 a	94 a	81 a	94 a	0,42 bc	0,57 b
120	91 b	94 a	89 a	94 a	87 a	82 b	0,42 bc	0,39 c
150	89 b	92 a	85 b	92 a	85 a	55 c	0,37 c	0,20 d
Média	93	94	90	94	85	85	0,11	0,13
CV (%)	1,90	2,18	1,95	2,18	5,10	6,34	7,81	12,67

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

A tolerância de algumas plantas a salinidade é variável em função do estágio de desenvolvimento. Algumas espécies como sorgo, milho, feijão e trigo são menos afetadas durante a fase inicial do seu ciclo (West & François, 1982; Maas et al., 1986). Entretanto, plantas como o arroz são bastante sensíveis durante a floração e a frutificação. Isto pode explicar as altas porcentagens de germinação e vigor, observadas no experimento (Tabela 1).

O comprimento da parte aérea das plântulas de arroz cv. El Passo L 144 e do feijoeiro cv. FT Nobre diminuiu drasticamente com aumento da concentração salina, sendo esta redução mais acentuada nas plântulas de feijoeiro. Enquanto, o comprimento das raízes das plântulas de arroz não foi influenciado significativamente pelo incremento na concentração salina, no entanto, as raízes das plântulas de feijoeiro tiveram decréscimo acentuado no seu comprimento em função do aumento dos níveis de cloreto de sódio (Tabela 2). Lima (2002), também detectou redução na altura das cultivares de arroz BRS Bojurú e BRS

Agrisul na presença de NaCl em solução nutritiva, mas não observou diferenças significativas no tocante as soluções com sal entre 25 a 100 mM de NaCl.

Em condições de casa de vegetação, quatro espécies de tomateiro: uma cultivada (*Lycopersicon esculentum* L. cv. Marglobe) e três silvestres (*L. pimpinellifolium*, *L. hirsutum* e *L. peruvianum*) crescidas em meio com 1% de cloreto de sódio, mostraram que o comprimento da parte aérea dos tomateiros não é significativamente afetado. No entanto o tomateiro cultivado (cv. Marglobe) é pouco tolerante a salinidade em comparação aos outros tomateiros silvestres, principalmente no que tange a porcentagem de germinação (Soloviev et al. 2003),

O vigor não apresentou diferenças significativas quando avaliado por meio da massa fresca da parte aérea e do sistema radicular das plântulas de sementes de arroz cv. El passo L 144 tratadas com diferentes concentrações de cloreto de sódio (Tabela 2). No entanto, houve diferenças significativas para as plântulas oriundas de feijoeiro cv. FT Nobre, ocorrendo diminuição gradativa na massa fresca da parte aérea e das raízes com o incremento da concentração salina. A massa seca da parte aérea e das raízes das plântulas de sementes de arroz, também não foram significativamente pela concentração de sal, (Tabela 2), no as plântulas de feijoeiro ocorreu decréscimo da massa seca da parte aérea e raiz das plântulas oriundas das sementes de feijoeiro, em que ocorre decréscimo na massa seca da parte aérea e raízes para todos os níveis de salinidade.

Lima (2002), verificou que a massa fresca da parte aérea das cultivares de arroz BRS Agrisul, BRS 6 Chuí e BRS Bojurú, não diferiram com relação a concentração de NaCl, porém a cv. IAS 12-9 Formosa, apresentou decréscimo significativo na massa fresca com o incremento na concentração salina. Em relação à massa fresca do sistema radical, Lima (2002), observou que as cvs. BRS Agrisul e IAS 12-9 Formosa não diferiram no que diz respeito à concentração da solução salina, enquanto as cvs BRS e Chuí e BRS Bojurú aumentaram significativamente a massa fresca com a salinização, em relação ao controle.

O comprimento da raiz e parte aérea, bem como massa seca destas partes das plântulas de arroz IAC-25, IAC-27, IAC-165, Lebonet, CNA-796019, IRAT-112 e CICA-8, são igualmente afetados pelo estresse salino, sendo que a cultivar de arroz IAC-25 reduz mais o crescimento da parte aérea que o das raízes, provavelmente devido a maior concentração dos sais naquela parte da plântula, onde os efeitos foram mais deletérios (Campos & Assunção, 1990).

É regra em ecofisiologia que um fator estressante nas raízes afeta mais a parte aérea e vice-versa. Normalmente, quando o sistema radical (SR) sofre um estresse hídrico, proporcionalmente, cresce mais do que a parte aérea (PA), fazendo com que a relação PA/SR diminua, de forma que as raízes possam explorar maior volume de solo. O estresse faz com que ambas as partes diminuam o seu crescimento, mas sempre a parte estressada é menos afetada do que a outra, ocorrendo crescimento compensatório.

Plântulas de feijoeiro cv. Carioca, acumulam mais sódio no sistema radical do que nas folhas, mas com o incremento da salinidade, também, ocorre acúmulo no caule e folhas (Rossi et al., 1997). Isto pode explicar a diminuição no comprimento e nas massas fresca e seca da parte aérea e das raízes, das plântulas de feijoeiro cv. FT Nobre.

A massa fresca de plântulas de guandu também é reduzida com o aumento das concentrações de cloreto de sódio (Ribeiro et al., 2003). Em genótipos de soja, submetidos a diferentes concentrações de NaCl, ocorre decréscimo na massa seca de plântulas, comprimento do hipocótilo e da raiz primária (Santos et al., 1996). Resultados semelhantes, também foram encontrados para sementes de tomateiro cv. Marglobe e *Solanum melongena* cv. Pala (Demir et al., 2003; Soloviev et al., 2003).

O cloreto de sódio em concentração a partir de 15 mM causa fitotoxicidade em Pupunheira (*Bactris gasipaes* h. b. k.), com redução no número de folhas e necrose nas pontas e margens da folhas, sendo que a redução foliar e as injúrias tornam-se mais severas com o aumento na concentração salina (Fernandes et al. 2003).

A diminuição progressiva do potencial osmótico de soluções com cloreto de sódio é prejudicial à germinação e principalmente ao crescimento das plântulas de pepino (Torres et al., 2000). Trabalhos conduzidos por Ghoulam & Fares (2001) com beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L.) observaram diminuição no crescimento das plântulas conforme o aumentava dos níveis de salinidade.

Tabela 2. Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e das raízes (MFR), e massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) de plântulas de arroz cv. El Passo L 144 e feijoeiro cv. FT Nobre, em função das concentrações de NaCl

NaCl (mM)	CPA (mm)		CR (mm)		MFPA (g pl ⁻¹)		MFR (g pl ⁻¹)		MSPA (g pl ⁻¹)		MSR (g pl ⁻¹)	
	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão
0	43,3 a	136,5 a	167,5 a	241,3 a	0,06 ab	1,89 a	0,05 b	1,62 a	0,01 a	0,25 a	0,02 a	0,15 a
30	39,6 b	123,2 b	155,0 a	188,3 b	0,07 a	1,73 a	0,08 ab	1,17 b	0,01 a	0,17 b	0,02 a	0,08 b
60	36,7 b	91,7 c	147,1 a	152,7 c	0,05 bc	1,45 b	0,07 ab	1,03 c	0,01 a	0,15 c	0,01 a	0,05 c
90	33,5 c	88,8 c	161,4 a	134,6 d	0,06 ab	1,31 b	0,09 a	0,91 d	0,01 a	0,14 cd	0,02 a	0,04 d
120	30,3 cd	67,1 d	141,9 a	106,7 e	0,05 bc	1,07 c	0,04 b	0,69 e	0,01 a	0,12 de	0,01 a	0,03 de
150	30,6 d	62,1 d	142,5 a	91,4 e	0,04 c	0,90 c	0,05 b	0,53 f	0,01 a	0,11 e	0,01 a	0,02 e
Média	35,7	94,9	152,6	152,5	0,05	1,39	0,06	0,99	0,01	0,16	0,01	0,06
CV (%)	4,60	3,17	9,22	5,95	11,82	7,13	27,81	5,37	0,00	8,29	33,94	10,02

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

No teste de condutividade elétrica com três e 24 horas de incubação (Tabela 3), as sementes de arroz cv. El Passo L 144 liberaram maior quantidade de eletrólitos nas concentrações de 120 e 150 mM de NaCl, não ocorrendo diferenças significativas em concentrações salinas iguais ou menores de 90 mM. Em sementes de feijoeiro cv. FT Nobre a liberação de lixiviados aumentou a partir da concentração de 60 mM de NaCl. A capacidade de reorganização das membranas celulares das sementes de arroz e feijão foi influenciada pelos níveis de salinidade. A desestruturação do sistema de membranas através da ação de radicais livres é uma das primeiras alterações bioquímicas provocadas, conduzindo ao desequilíbrio na capacidade de regulação do fluxo de solutos, tanto da célula como da organela (Delouche & Baskin, 1973).

Tabela 3. Condutividade elétrica (CE) de sementes de arroz cv. El Passo L 144 e de feijão cv. FT Nobre em função das concentrações de NaCl, determinadas em zero, três e 24 horas

NaCl (mM)	CE (S cm ⁻¹ g ⁻¹ sem.)					
	0 horas		3 horas		24 horas	
	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão
0	2,2 d	2,5 d	5,1 c	8,1 c	16,8 b	29,4 d
30	2,3 d	3,7 cd	5,4 bc	9,4 c	17,2 b	30,9 cd
60	2,4 d	4,9 bc	5,8 bc	11,9 b	16,6 b	34,1 bc
90	2,9 c	6,1 b	6,4 b	11,8 b	16,9 b	34,1 bc
120	3,4 b	9,7 a	7,4 a	16,4 a	23,7 a	38,2 a
150	3,8 a	9,1 a	7,9 a	15,6 a	21,9 a	34,5 b
Média	2,82	6,02	6,33	12,20	18,84	33,54
CV (%)	6,57	15,30	8,52	6,40	11,14	5,38

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

O teor de clorofila total (Tabela 4), obtido aos 21 dias após a semeadura, de plântulas de arroz e feijoeiro submetidas a diferentes níveis de salinidade, não diferiu para as plântulas de arroz, mas apresentou diferenças significativas nas de feijoeiro. Os maiores níveis de salinidade (120 e 150 mM de NaCl),

induziram aumento no teor de clorofila total nas plântulas de feijoeiro, em relação ao controle, enquanto que, as concentrações de 30; 60 e 90 mM de NaCl provocaram redução na clorofila total em torno de aproximadamente 50%. Os resultados obtidos para as plântulas de arroz cv. El Passo L 144, estão de acordo com os obtidos para a cultivar BRS Bojurú (Lima, 2002).

Tabela 4. Clorofila total e área foliar aos 21 dias após a semeadura de plântulas de arroz cv. El Passo L 144 e feijoeiro cv. FT Nobre, em função das concentrações de NaCl

NaCl (mM)	Clorofila total		Área foliar	
	(mg cl total g ⁻¹ MF)		(cm ² pl ⁻¹)	
	Arroz	Feijão	Arroz	Feijão
0	8,35 a	15,40 c	2,2 a	61,6 a
30	9,16 a	6,58 e	1,8 b	43,5 b
60	9,94 a	8,68 d	1,6 c	26,0 c
90	9,93 a	8,95 d	1,5 c	23,6 c
120	9,25 a	17,84 b	1,5 cd	18,7 d
150	8,83 a	20,90 a	1,3 d	13,5 e
Média	9,24	13,06	1,6	31,2
CV (%)	8,95	5,77	5,69	6,49

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

As plântulas de arroz e feijoeiro tiveram decréscimos na área foliar aos 21 dias após a semeadura com o incremento nos níveis de salinidade (Tabela 4), esta redução foi mais drástica no feijoeiro do que no arroz. A redução da área foliar, provavelmente foi devido, a menor disponibilidade de água para a planta em função da presença do sal. Em contraste, plântulas de quatro espécies de tomateiro submetidas ao estresse salino, aumentaram a área foliar com o incremento nos níveis de salinidade (Soloviev et al., 2003).

CONCLUSÕES

Nas condições e níveis de salinidade, em que as sementes de arroz cv. L 144 e de feijoeiro cv. FT Nobre foram expostas durante o desenvolvimento do experimento, podemos concluir que:

- a salinidade não tem efeito na embebição das sementes de arroz e feijão;
- a viabilidade das sementes de arroz é afetada pelos níveis mais elevados do cloreto de sódio, enquanto que as do feijoeiro mostraram-se mais tolerantes;
- o vigor das sementes e o crescimento das plântulas em ambas espécies são influenciados negativamente pela salinidade;
- a qualidade fisiológica das sementes é prejudicada pela salinidade;
- o feijoeiro é mais sensível ao sal comparando a o arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ANASARI, F.M.; Salinity tolerance during germination in two arid-land varieties of wheat (*triticum aestivum* L.). *Seed Science and Technology*, v.31, n.3, p.597-603, 2003.

ARNON, D.I.; Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, v.24, p.1-14, 1949.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M.; *Seeds: physiology of development and germination*. New York, 445 p., 1994.

BRASIL, Ministério da Agricultura e reforma agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, SDNA, DNDV, CLAV, 365 p., 1992.

CAMEJO, D.; TORRES, W.; The effect of salinity on the early developing stages of two tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill) varieties. *Cultivos Tropicales*, La Habana, v.21, n.2, p.23-26, 2001.

CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V.; Efeitos do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.25, n.6, p.837-843, 1990.

COSTA, N.P.da; BRUNO, R. de L.A.; BRUNO, G.B.; COSTA, N.P. da; CRANEJ.H.; Germination and vigour of pawpaw (*Carica papaya* L.) cv. Havai

seeds, subject to different substrates, sources and salinity levels. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Barquisemeto, v.42, p.142-147, 2000.

D'ABETERRE, R.; PRINCIPAL, J.; GARCIA, J.; Effect of different scarification methods on the germination of three species of the *Prosopis* genera. XI Congresso Venezolano de Produccion e Industria Animal, Valera, v. 2, p.575-577, 2002.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C.; Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. Seed Science and Technology, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DEMIR, I.; MAVI, K.; OZCOBAN, M.; OKCU, G.; Effect of salt stress on germination and seedling growth in serially harvested aubergine (*Solanum melongena* L.) seeds during development. Israel Journal of Plant Sciences, v.51, n.2, p.125-131, 2003

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. DE; CURI, N.; GUIMARÃES, P. DE T. G.; PINTO, J. E. B. P. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* h.b.k) sob diferentes níveis de salinidade. Ciênc. agrotec., Lavras. v.27, n.2, p.278-284, 2003.

GHOULAM C.; FARES K. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology, v.29, n.2, p.357-364, 2001.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.DE A.; Efeito da salinidade e sementeira em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaefera langsdorffii* desf. - Caesalpinaceae. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.19, n.2, p.219-225, 1997.

LICHTENTHALER, H.K; Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in enzymology, v.148, p.350-382, 1987.

LIMA, M. da G. de S.; Sensibilidade de genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) ao estresse salino. Pelotas, 52 p., 2002, Dissertação de Mestrado.

LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J.; Crop ecology: productivity and management in agricultural systems. Cambridge University, Press, Cambridge, 538 p., 1992.

KHAN, M. A.; GUL, B.; WEBER, D. J.; Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. Journal of Arid Environments, v.45, n.3, p.207-214, 2000.

KLAR, A. E.; A água no sistema solo-planta-atmosfera. 2ª ed. São Paulo, Nobel, 408 p., 1988.

KRZYZANOWSKI, F.C. *et al.*, Informativo ABRATES, v.1, n.2, p.15-50 , 1991.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; The germination of seeds. Oxford: Pergamon Press, 4ª ed., 270 p, 1989.

MAAS, E.V.; FRANCOIS, L.E.; DONOVANT, T.; YOUNJS, V.L.; Effect of salinity om grain yield and quality, vegetative growth, and germination. Agronomy Journal, v.78, n.1, p.145-152, 1986.

NIEVA, F.J.J.; CASTELLANOS, E.M.; FIGUEROA, M.E.; Effects of ligth and salinity on seed germination in the marsh invader *Spartina densiflora* Brong., 1829 (Gramineae) from Gulf of Cadiz, Spain. Boletin de la real Sociedad Espanola de Historia Natural, Huelva, v.96, n.3-4, p.117-124, 2001.

POPINIGIS, F. Fisiologia de semente. Brasília, AGIPLAN, 289 p., 1977.

RIBEIRO, L. DE S.; DANTAS, B.F.; REIS, I.S.C.; ARAGÃO, C.A.; Germinação de sementes de guandu submetidas a estresse salino. Informativo ABRATES, v.13, n.3, p.91, 2003.

ROSSI, C.; LOMA, G.P.P.; HAKVOORT, D.M.R.; Atividade de peroxidases (ec 1.11.1.7) e teor de prolina em feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. cultivado em condições de salinidade. Scientia Agricola, Piracicaba, v.54, n.3, p.123-127, 1997.

SANTOS, V.L.; SILVA, R.F. DE; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A, A.; Utilização do estresse salino na avaliação da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.18, n.1, p.63-72, 1996.

SANTOS, V.L.M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M.; Efeito do estresse salino e hídrico, na germinação e vigor de sementes de soja. Rev. Bras. de Sementes, Brasília, v.14, n.2, p.189-194, 1992.

SOLOVIEV, A.A.; KUKLEV, M.Y.; KARNAUKHOVA, T.V.; PARDOSSI, A.; SERRA, G.; TOGNONI, F. ; The functional status of some genotypes of tomato plants under salty conditions in greenhouse. Acta-Horticulturae, v.609, p.47-50, 2003.

SUAREZ, C.L.; GONZALEZ, M.L.; RAMIREZ, R.; Effect of salinity on the absorption of water by seeds of *Vigna unguiculata* (L.) Walp and its relation with varietal tolerance. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitov, Granma, v.40, n.339, p.99-102, 2002.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Plant Physiology. 3rd ed., Ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 690 p., 2002.

TORRES, S.B.; VIEIRA, E.L.; FILHO, J.M.; Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.22, n.2, p.39-44, 2000.

WEST, D.W.; FRANÇOIS, L.E.; Effects of salinity on germination, growth and yield of cowpea. Irrigation Science, v.3, n.2, p.169-175, 1982.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNDEP, 164 p., 1994.

VILLAGRA, P. E.; Germination of *Prosopis argentina* and *P. alpataco* seeds under saline conditions. Plant Cell, v.37, p.261-267, 1997.

ZAPATA, P. J.; SERRANO, M.; PRETEL, M. T., AMORÓS, A.; BOTELLA, M. Á. Changes in ethylene evolution and polyamine profiles of seedlings of nine cultivars of *Lactuca sativa* L. in response to salt stress during germination. Plant Science, v.164, n.4, p.557-563, 2003.