

Efeito de stresse salino em sementes de *Phaseolus vulgaris*

Saline stress effect in *Phaseolus vulgaris* seeds

Flávio C. Dalchiavon^{1,*}, Graciele Neves² e Kuniko I. Haga³

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso-Campus Campo Novo do Parecis, curso de Bacharelado em Agronomia, MT 235, km 12, Zona Rural, Caixa Postal 100, CEP 78360-000 Campo Novo do Parecis, MT, Brasil;

²Bióloga, Mestre em Agronomia, Faculdade de Engenharia -UNESP, Campus de Ilha Solteira, SP, Brasil;

³Departamento de Biologia e Zootecnia, Faculdade de Engenharia -UNESP, Campus de Ilha Solteira, SP, Brasil.

(*E-mail: flavio.dalchiavon@cnp.ifmt.edu.br)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15161>

Recebido/received: 2015.11.25

Aceite/accepted: 2016.03.15

RESUMO

Solos salinos tendem a prejudicar a germinação e o desenvolvimento de plantas de várias culturas, ocasionando problemas agroeconômicos. Este trabalho teve como objetivo verificar o desempenho fisiológico de sementes de feijão-comum submetidas ao efeito de stresse salino. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia e Zootecnia da UNESP, Ilha Solteira, no mês de maio de 2014, utilizando sementes de feijão-comum, cultivar Pérola. O delineamento utilizado foi o completamente casualizado, com seis tratamentos (0; 1,309; 1,964; 2,620; 3,273 e 3,928 g NaCl L⁻¹) e quatro repetições. Foram registrados os seguintes parâmetros: % de germinação, número de plântulas anormais, comprimento da raiz e da parte aérea, peso fresco e seco da raiz, da parte aérea e dos cotilédones, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Os diferentes níveis de solução salina testados não interferiram nos parâmetros germinação, número de plântulas anormais e condutividade elétrica. Consequentemente, para estes parâmetros, as sementes da cultivar Pérola tiveram bom desempenho fisiológico. Os parâmetros comprimento de raiz e da parte aérea, mostraram-se sensíveis aos níveis mais elevados de salinidade.

Palavras-chave: fisiologia de sementes, germinação, *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

Saline soils tend to impair germination and plant growth of various crops, resulting in agroeconomic problems. This study aimed to verify the physiological performance of common bean seeds submitted to salt stress. The research was conducted in the Plant Physiology Laboratory, Department of Biology and Animal Science, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brazil, in May 2014, using common bean cv. Perola seeds. The design was completely randomized, with six treatments (0; 1,309; 1,964; 2,620; 3,273 and 3,928 g NaCl L⁻¹) and four replications. The observations were recorded for: % germination, number of abnormal seedlings, root and shoot length, fresh and dry weight of the roots, shoots and cotyledons, electrical conductivity and accelerated aging. The different levels of saline tested did not affect the germination parameters, number of abnormal seedlings and electrical conductivity. Consequently, for these parameters, the seeds of the cultivar Perola had good physiological performance. The root and shoot length parameters, were sensitive to higher salinity levels.

Key words: seed physiology, germination, *Phaseolus vulgaris*.

INTRODUÇÃO

O Brasil é referência mundial em produção de grãos, em especial o feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). De acordo com Borém e Carneiro (2006), esta cultura pode ser cultivada em três épocas durante o mesmo ano, as quais são: a safra (cultivo das águas, com sementeira entre setembro e dezembro), a safrinha

(cultivo da seca, com sementeira entre janeiro e março) e a entressafra (cultivo outono-inverno, com sementeira entre maio e julho). Conforme os dados de produção das três safras (das águas, da seca e de inverno) de 2014/15, a produtividade média nacional foi de aproximadamente 14,1% acima da safra 2013/14, totalizando 1.042 kg ha⁻¹. Estima-se que a

produção nacional de feijão foi de 3,47 milhões de toneladas, 23,6% maior que 2013/14. Essa expansão deve-se, em grande parte, pela grande procura do grão no país, pois o consumo médio per capita, chega a 19 kg por ano (Mapa, 2015).

Dada a importância da cultura, deve-se ter em atenção o manejo do solo e da água durante o processo de produção das sementes de feijão, uma vez que tais fatores interferem tanto na qualidade fisiológica (germinação, vigor, plântulas anormais, comprimento da raiz e da parte aérea, peso fresco e seco da raiz, da parte aérea e dos cotilédones) quanto na produtividade final. Devido à grande procura de alimentos, a expansão de culturas por novas áreas é uma situação eminente no Brasil, contudo, o uso consciente dessas áreas com as devidas correções pode representar uma importante fronteira agrícola para o país (Larcher, 2000; Machado *et al.*, 2007).

Não obstante a constante expansão das áreas produtivas, é comum a utilização incorreta de técnicas de manejo agrícola, como excesso de adubações e irrigação inadequada, utilizando-se água com elevados teores de sódio (Na), facto que tende a alterar a composição química e física de solos férteis e produtivos transformando-os em terras impróprias à agricultura, favorecendo, desse modo, significativamente a salinização dos solos (Silva Jr. *et al.*, 1999; Freire *et al.*, 2009; Pessoa *et al.*, 2010).

A ocorrência de solos salinos e salino-sódicos é particularmente evidente nas regiões áridas e semiáridas devido à baixa precipitação pluvial e alta taxa de evaporação (Ruiz *et al.*, 2006). Em virtude do déficit hídrico referido, a prática da irrigação constitui o único meio para garantir a produção agrícola com segurança nas regiões semi-áridas. Também é comum nestas regiões, encontrar fontes de água com elevados teores de sais (Ayers e Westcot, 1991; Holanda *et al.*, 2010). Os sais presentes nos solos, dificilmente são lixiviados e acumulam-se em quantidades prejudiciais ao crescimento normal das plantas, além de interferir na germinação, no desenvolvimento inicial das raízes e no alongamento da parte aérea (Machado Neto *et al.*, 2006). Um dos métodos mais difundidos para a determinação da tolerância das plantas ao stresse salino é a observação da capacidade germinativa das sementes expostas a essas condições (Larcher, 2000).

Sementes de determinadas espécies (glicofitas), quando submetidas à condição de salinidade sofrem influências significativas na sua viabilidade e vigor devido ao baixo potencial osmótico, ocasionando prejuízos às diferentes fases do processo fisiológico (Lima *et al.*, 2005; Holanda *et al.*, 2010). Assim, a redução do potencial osmótico da solução do solo, ocasionado pelo excesso de sais solúveis, afeta o desenvolvimento das culturas, dificultando a absorção de água pela planta, causando desequilíbrio nutricional (Viana *et al.*, 2001). Com este trabalho pretendeu-se verificar o efeito de stresse salino em sementes de feijão-comum utilizando seis concentrações salinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia e Zootecnia da UNESP, Ilha Solteira, no mês de maio de 2014, utilizando sementes de feijão-comum (*P. vulgaris*), cultivar Pérola. O delineamento experimental adotado foi o completamente casualizado (DCC), com quatro repetições e seis tratamentos. Os tratamentos avaliados foram: **T0**: 0 g de NaCl L⁻¹; **T1**: 1,309 g de NaCl L⁻¹; **T2**: 1,964 g de NaCl L⁻¹; **T3**: 2,620 g de NaCl L⁻¹; **T4**: 3,273 g de NaCl L⁻¹ e **T5**: 3,928 g NaCl L⁻¹. As quantidades de NaCl foram calculadas a partir da equação de Van't Hoff, conforme Moraes *et al.* (2005), ou seja: $y_{os} = -RTC$, em que: y_{os} = potencial osmótico (atm); R = constante geral dos gases perfeitos (8,32 J mol⁻¹ K⁻¹); T = temperatura (K); C = concentração (mol L⁻¹) e T (K) = 273 + T(°C).

Para a caracterização fisiológica, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, contagens de plântulas anormais, registro do comprimento da raiz e da parte aérea, peso fresco e seco da raiz, da parte aérea e dos cotilédones, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado, conforme as regras para análise de sementes (Brasil, 2009).

Nos testes de germinação, por repetição, 50 sementes foram envolvidas em papel *germitest* em forma de rolo e colocadas para germinar em uma estufa incubadora (câmara BOD) regulada a temperatura constante de 25 °C. As contagens foram efetuadas no quinto e nono dias após a instalação do teste, registrando-se a percentagem de sementes germinadas (GE) e plântulas anormais (PA).

Na segunda contagem do teste de germinação foram retiradas, ao acaso, dez plântulas de cada repetição. Cada plântula foi separada em três partes: raiz, parte aérea e cotilédone. Determinou-se o **comprimento da raiz (CR)** e da **parte aérea (CA)**. Após a determinação do **peso fresco da raiz (PFR)**, da **parte aérea (PFA)** e do **cotilédone (PFC)**, os materiais foram colocados numa estufa a 65 °C para atingirem peso constante. O **peso seco da raiz (PSR)**, da **parte aérea (PSA)** e do **cotilédone (PSC)**, foi obtido após pesagem em balança analítica com precisão de 1 mg.

Para avaliar a **condutividade elétrica (CE)**, utilizaram-se mais 25 sementes por repetição, previamente pesadas e colocadas nas respectivas concentrações salinas durante um período de 1 hora. Após o período de exposição, as sementes foram enxugadas com papel absorvente e acondicionadas em copos descartáveis, contendo 75 mL de água desionizada, permanecendo em estufa de incubação, regulada a 25 °C, por 24 horas. Decorrido este período, os recipientes foram retirados da câmara BOD e suavemente agitados, onde, com o auxílio do aparelho condutivímetro (DIGIMED DM 31), foram efetuadas as leituras, expressas em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (Krzyzanowski *et al.*, 1999).

Para estudar o **envelhecimento acelerado (EA)**, foram distribuídas outras 200 sementes por tratamento (50 por repetição) sobre a superfície de uma tela metálica suspensa no interior de uma caixa gerbox, contendo 40 mL de água desionizada, mantida em estufa à temperatura constante de 41 °C por 72 horas. Decorrido o período de exposição, as sementes foram submetidas novamente ao teste de germinação com as diferentes soluções salinas, para avaliar a percentagem de germinação após o EA.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2011), constando de análise de variância, teste de Tukey e análise de regressão, a 5% de probabilidade. Previamente à análise de variância, os dados foram transformados (\sqrt{x}). Assim, os coeficientes de variação (CV%) contidos no trabalho referem-se aos dados transformados, mas as médias apresentadas referem-se aos valores originais dos parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados obtidos indicaram prováveis alterações no comportamento fisiológico das sementes de *P. vulgaris* em função dos tratamentos para os parâmetros comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CA), peso fresco da raiz (PFR), da parte aérea (PFA) e do cotilédone (PFC), peso seco da raiz (PSR), da parte aérea (PSA) e do cotilédone (PSC) e para o envelhecimento acelerado (EA), conforme pode ser observado no Quadro 1. Para os parâmetros germinação, plântulas anormais e condutividade elétrica, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. No estudo realizado por Deuner *et al.* (2011), a germinação de quatro genótipos de feijão-miúdo, em concentrações de cloreto de sódio de zero, 2,293, 5,845, 8,765 e 11,690 g L⁻¹, também não foi afetada até concentrações de 5,845 g L⁻¹.

Os valores médios, apesar de não significativos, observados para os parâmetros germinação, plântulas anormais e condutividade elétrica foram de 99%, 23% e 0,37 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente (Quadro 1). A não-significância estatística dos dados para estes parâmetros pode ter ocorrido devido à alta qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes utilizadas, bem como aos níveis de stresse salino testados não serem suficientes a ponto de interferir no desempenho das sementes, o que também foi evidenciado por Deuner *et al.* (2011), ao pesquisarem a viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipo de feijão-miúdo submetidos ao stresse salino.

O parâmetro CR apresentou maior valor (11,9 cm) para a testemunha, ao passo que o menor valor (9,0 cm) foi evidenciado no T6, indicando que o aumento da concentração salina ocasionou redução no crescimento da raiz de feijão (Quadro 2), impedindo que a raiz se desenvolvesse normalmente, exceto para o T3, que apresentou valor estatisticamente semelhante à testemunha, apesar de numericamente inferior. De acordo com Lima *et al.* (2007), tal facto ocorre porque o sistema radicular do feijoeiro é a parte da planta mais afetada com o aumento da salinidade, uma vez que é a estrutura que está diretamente em contato com a solução. Comportamento semelhante, porém menos intenso, também foi verificado em relação ao parâmetro CA, que teve seus maiores valores quando as sementes foram submetidas aos menores teores de NaCl. Segundo Lima *et al.* (2007), é comum que a planta, quando exposta em condições de

Quadro 1 - Resumo da análise de variância para os parâmetros germinação (GE), plântulas anormais (PA), comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CA), peso fresco da raiz (PFR), da parte aérea (PFA), e do cotilédone (PFC), peso seco da raiz (PSR), da parte aérea (PSA) e do cotilédone (PSC), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de *P. vulgaris* submetidas a seis níveis de estresse salino (NaCl). n = 10

Fonte de variação	GL	Valores de F					
		GE	PA	CR	CA	PFR	PFA
Tratamento	5	1,2	2,5	4,0*	5,2**	7,7**	8,2**
Resíduo	18	-	-	-	-	-	-
Total	23	-	-	-	-	-	-
Média	-	99	23	10,3	7,0	75	560
CV (%)	-	0,4	15,4	5,3	3,6	12,3	4,7
		PFC	PSR	PSA	PSC	EA	CE
Tratamento	5	16,5**	5,4**	2,9*	4,6**	42,1**	1,8
Resíduo	18	-	-	-	-	-	-
Total	23	-	-	-	-	-	-
Média	-	445	16	47	155	55,6	0,37
CV (%)	-	3,7	34,1	20,5	8,6	5,3	5,7

* e ** - Significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

stresse salino, apresente alterações morfológicas e anatômicas visando reduzir a perda de água pela transpiração, evidenciando que a espécie *P. vulgaris* é sensível ao stresse salino do ambiente. Resultados semelhantes foram obtidos por Xavier *et al.* (2014), que verificaram haver sensibilidade fisiológica nas sementes de feijão caupi, também conhecido como feijão-frade em alguns países, quando submetidas a diferentes níveis de salinidade.

O PFR apresentou comportamento inverso ao PFA, ou seja, a diminuição da concentração salina favoreceu o aumento do peso radicular e redução da parte aérea (Quadro 2). Verificou-se que o PFC apresentou comportamento semelhante ao PFR, indicando que o material orgânico de reserva contido nos cotilédones foi distribuído distintamente entre as estruturas primárias originadas das sementes (parte aérea e raiz), uma vez que foi translocado mais para a parte aérea que para a raiz. Estudos conduzidos por Gama *et al.* (2009), com feijão sob stresse salino, evidenciaram haver redução da raiz, indicando várias limitações de crescimento, afetando também outros parâmetros morfológicos, tais como a altura, número de folhas e parte aérea e, conseqüentemente, reduzindo o peso desses parâmetros, o que está de acordo com as principais constatações do presente estudo.

Já em relação ao PSR, seus valores aumentaram conforme se aumentou o stresse salino (Quadro 2), indicando haver maior acumulação de massa seca em comparação à acumulação de água (PFR x PSR). Assim, o valor máximo foi de 36 mg (T4), enquanto que o mínimo foi de 7 mg (T0, T2 e T3). Para o PSA, o maior valor foi para o T2 (61 mg), enquanto que o T4 apresentou o menor valor (26 mg). Esses dados são semelhantes aos resultados obtidos por Pertel *et al.* (2003), em que plântulas de feijão apresentaram maior quantidade de matéria seca nas concentrações de cloreto de sódio de 0,585 e 2,923 g L⁻¹, havendo redução em concentrações mais elevadas.

O PSC apresentou redução em sua capacidade de reserva nutricional em consequência do maior stresse salino, sendo que para os tratamentos de maior concentração salina (T4 e T5), seu valor ficou entre 121 e 132 mg, ao passo que para os tratamentos T0 e T1 (menor concentração salina), variou entre 195 e 171 mg (Quadro 2), evidenciando novamente o fornecimento das reservas do cotilédone às estruturas primárias da planta (raiz e caule), ou seja, para os tratamentos com maiores concentrações salinas, houve uma maior distribuição das reservas do cotilédone para a raiz e parte aérea.

A análise de regressão polinomial relacionando as diferentes concentrações salinas mostraram que

Quadro 2 - Valores médios para as variáveis germinação (GE), plântulas anormais (PA), comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CA), peso fresco da raiz (PFR), da parte aérea (PFA) e do cotilédone (PFC), peso seco da raiz (PSR), da parte aérea (PSA) e do cotilédone (PSC), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de *P. vulgaris* submetidas a seis níveis de estresse salino (NaCl). n = 10

Tratamento	GE	PA	CR	CA	PFR	PFA
	-----%-----		-----cm-----		-----mg-----	
T0	99	19	11,9a	7,4a	80abc	518bc
T1	99	33	9,8ab	6,1b	69abc	464c
T2	100	20	11,3a	7,8a	104a	683a
T3	100	18	9,8ab	6,8ab	95a	600ab
T4	100	23	9,7ab	6,9ab	46c	540bc
T5	99	24	9,0b	7,0ab	57ab	556bc
DMS	1,8	1,9	2,5	1,2	36	117
	PFC	PSR	PSA	PSC	EA	CE
	-----mg-----				%	$\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$
T0	559a	7b	45ab	195a	45,5bc	0,37
T1	481ab	7b	42ab	171abc	29,5c	0,36
T2	411bc	10ab	61a	147abc	63,0a	0,37
T3	440bc	7b	58a	161abc	74,5a	0,38
T4	406bc	36a	26b	121c	48,5b	0,38
T5	376c	29ab	47ab	132bc	72,5a	0,38
DMS	91	29	31	58	12	0,019

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

ocorreram ajustes a funções lineares decrescentes para os parâmetros estudados CR, PFC e PSC em função das diferentes doses de concentração salina (Figuras 1a,c,e), ou seja, à medida que o stresse salino aumentou, houve redução nos valores dos referidos parâmetros. Assim, considerando a regressão obtida, foi possível verificar que o CR passou de 11,7 para 9,1 cm quando a concentração salina passou de 0 para 3,928 g NaCl L⁻¹, confirmando a evidência de Lima *et al.* (2007) sobre os efeitos adversos do stresse salino sobre o desenvolvimento do sistema radicular do feijoeiro. Da mesma forma, Freitas *et al.* (2003), estudando a fixação do N₂ e desenvolvimento do feijão guandu (*Cajanus cajan*) inoculado com rizóbio em cambissolo salinizado do Semi-árido, verificaram que o aumento da salinização (NaCl) reduziu o crescimento do feijão, promovendo diminuição significativa na altura e na biomassa seca da parte aérea.

Em relação ao PFC (Figura 1c), seus valores também apresentaram decréscimos em função

do aumento da concentração salina, uma vez que para as concentrações de 0 e 3,928 g NaCl L⁻¹, o PFC oscilou entre 541,0 e 369,1 mg, o que representou uma diminuição de 31,8% de sua massa. Da mesma forma que para o PFC, o PSC (Figura 1e), por serem variáveis interdependentes, também apresentou redução de 35,3% em sua massa. Este parâmetro reduziu de 192,4 para 124,4 mg, quando a concentração salina aumentou de 0 para 3,928 g NaCl L⁻¹. Neste contexto, tais comportamentos ratificam as constatações acerca dos efeitos negativos sobre a fisiologia, morfologia e anatomia de *P. vulgaris* que o stresse salino pode acarretar (Moraes *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2007; Xavier *et al.*, 2014). Ao encontro de tais constatações, Neves *et al.* (2009) e Silva *et al.* (2011) demonstraram por meio de suas pesquisas que o aumento da concentração de sal nos solos, em decorrência da irrigação, fez com que as plantas de feijão-frade não se desenvolvessem, o que foi atribuído à redução da transpiração, fotossíntese e condução estomática pela planta, afetando processos importantes para

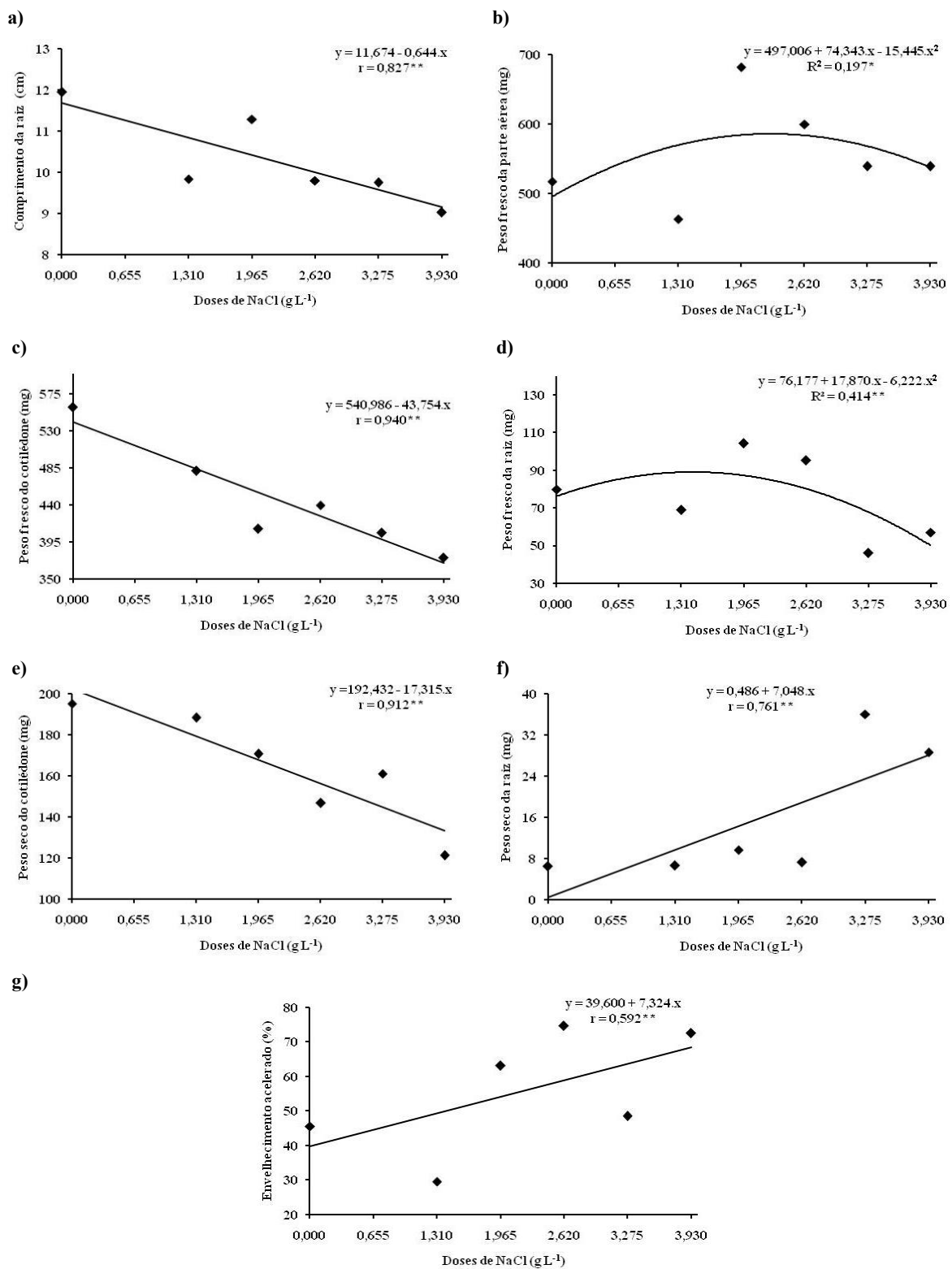


Figura 1 - Equações de regressão para os parâmetros comprimento da raiz (a), peso fresco da parte aérea (b), peso fresco do cotilédone (c), peso fresco da raiz (d), peso seco do cotilédone (e), peso seco da raiz (f) e para o envelhecimento acelerado (g) de *P. vulgaris* em função dos níveis de estresse salino (NaCl). n = 10.

o seu crescimento e desenvolvimento (Neves *et al.*, 2009; Bezerra *et al.*, 2010).

Para os parâmetros PFA e PFR, os dados se ajustaram ao modelo polinomial do tipo quadrático (Figuras 1b,d). Assim, o parâmetro PFA apresentou incremento em seus valores até o ponto máximo de 2,407 g NaCl L⁻¹, momento em que o PFA foi de 586,5 mg, a partir do qual apresentou decréscimo, demonstrando os malefícios do NaCl sob determinadas concentrações (acima de 2,407g NaCl L⁻¹) para esta característica. Analogamente, o parâmetro PFR apresentou incremento em seus valores até o ponto máximo de 1,436 g NaCl L⁻¹, ou seja, para este limiar o PUR foi de 89,0 mg, apresentando decréscimo para concentrações salinas maiores que a mencionada. Tais resultados se assemelharam aos de Neves *et al.* (2009), que constataram redução da produção de biomassa ao analisarem o efeito da aplicação de água salina em todo o ciclo do feijão-de-corda, assim como ao estudo de Khan e Panda (2008), que constataram que a salinidade é um dos fatores limitantes mais importantes de stresse abiótico que restringe o crescimento da planta, afetando a fisiologia e a bioquímica das plantas.

O PSR apresentou comportamento linear direto entre causa e efeito (Figura 1f). Assim, para a condição de menor concentração salina (0,655 g NaCl L⁻¹), estima-se que o PSR seja de 9,3 mg. Em contrapartida, para o maior stresse salino estudado (3,928 g NaCl L⁻¹), o PSR será de 27,1 mg. Segundo Galina (2004), as plântulas de feijão acumulam mais sódio na raiz do que na parte aérea, o que explica sua relação direta com o stresse salino. Ruiz *et al.* (2006) relataram que o excesso de sais solúveis dificulta a absorção de água pela planta e afeta o desenvolvimento da cultura, facto este que foi observado nas plantas de feijoeiro nas maiores concentrações de sais testadas.

Para o EA, apesar de também apresentar efeito linear, seus valores foram crescentes em relação ao aumento da concentração salina. No entanto, a partir do quinto dia de avaliação, foram observados diversos focos de fungos que inviabilizaram as sementes, acarretando necrose localizada da parte aérea. De acordo com Binotti *et al.* (2008), no teste de envelhecimento acelerado para sementes de feijão, há uma queda expressiva na germinação e vigor, além de elevado aumento no conteúdo de lixiviados, de aminoácidos, açúcares, iões de potássio e fósforo, de maneira que o aumento da quantidade de lixiviados pode resultar em declínio na germinação e vigor de sementes. Adicionalmente, o stresse salino provoca sérias alterações degenerativas no metabolismo da semente, desencadeando a desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares (Dias e Marcos Filho, 1995).

CONCLUSÕES

Os diferentes níveis de solução salina testados não interferiram nos parâmetros germinação, plântulas anormais e condutividade elétrica das sementes de *Phaseolus vulgaris*. Consequentemente, para estes parâmetros, as sementes da cultivar Pérola tiveram bom desempenho fisiológico (germinação e vigor).

Os parâmetros comprimento de raiz e parte aérea, mostraram-se sensíveis aos níveis mais elevados de salinidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa em Fitotecnia (GPF) do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) - Campus Campo Novo do Parecis, pelo suporte na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayers, R.S. e Westcot, D.W. (1991) - *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande, PB, UFPB. 218 p.
- Bezerra, A.K.P.; Lacerda, C.F.; Hernandez, F.F.F.; Silva, F.B. e Gheyi, H.R. (2010) - Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. *Ciência Rural*, vol. 40, n. 5, p. 1075-1082. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000500012>
- Binotti, F.F.S.; Haga, K.I.; Cardoso, E.D.; Alves, C.Z.; Sá, M.E. e Arf, O. (2008) - Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Acta Scientiarum*, vol. 30, n. 2, p. 247-254. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i2.1736>
- Borém, A. e Carneiro, J.E.S. (2006) - A cultura. In: Vieira, C.; Paula Junior, T.J. de e Borém, A. (Eds.) - *Feijão*. 2.ed. Viçosa: UFV. p. 14-18.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009) - *Regras para análise de sementes*/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, Mapa/ACS. 399 p.
- Deuner, C.; Maia, M.S.; Deuner, S.; Almeida, A.S. e Meneghello, G.E. (2011) - Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipo de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 33, n. 4, p. 711-720.
- Dias, D.C.S.F. e Marcos Filho, J. (1995) - Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: II. Lixiviação de potássio. *Informativo Abrates*, vol. 5, n. 1, p. 37-41.
- Ferreira, D.F. (2011) - Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Freitas, A.D.S.; Medeiros, P.J.C.; Santos, C.E.R.S. e Stanford, N.P. (2003) - Fixação do N₂ e desenvolvimento do Guandu inoculado com rizóbio em um cambissolo salinizado do Semi-árido. *Agropecuária Técnica*, vol. 24, n. 2, p. 87-95.
- Freire, A.L.O. e Rodrigues, T.J.D. (2009) - A salinidade do solo e seus reflexos no crescimento e nodulações de teores de N, K e Na em Leucena (*Leucaena leucocephala* (lam.) de Vit.). *Engenharia Ambiental*, vol. 6, n. 2, p. 163-173.
- Galina, S. (2004) - *Efeito da salinidade na qualidade fisiológica de sementes de Arroz e feijão submetidas a estresse salino*. Pelotas, UFP/Pelotas. 28p. Dissertação de Mestrado em Fisiologia Vegetal.
- Gama, P.B.S.; Tanaka, K.; Eneji, A.E.; Eltayeb, A.E. e Siddig, K.E. (2009) - Salt induced stress effect on biomass, photosynthetic rate, and reactive oxygen species scavenging enzyme accumulation in common bean. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 32, n. 5, p. 837-854. <http://dx.doi.org/10.1080/01904160902787925>
- Holanda, J.S.; Amorim, J.R.A.; Neto, M.F. e Holanda, A.C. (2010) - Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, R.H.; Dias, N.S. e Lacerda, C.F. (Eds.) - *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. Fortaleza, INCT Sal. 472 p.
- Khan, M.H. e Panda, S.K. (2008) - Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 30, n. 1, p. 81-89. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-007-0093-7>
- Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. e Neto, J.B.F. (1999) - *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes - ABRATES, Londrina, PR, 242 p.
- Larcher, W. (2000) - *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos, Rima Artes e Textos, 531 p.
- Lima, C.J.G de S.; Oliveira, F de A.; Medeiros, J.F.; Oliveira, M.K.T. e Almeida Júnior, A.B. (2007) - Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. *Revista Verde*, vol. 2, n. 2, p. 79-86.
- Lima, M.G.S.; Lopes, N.F.; Moraes, D.M. e Abreu, C.M. (2005) - Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 27, n. 1, p. 54-61. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222005000100007>
- Machado Neto, N.B.; Custódio, C.C.; Costa, P.R. e Doná, F.L. (2006) - Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 1, p. 142-148. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000100020>
- Machado, R.; Netto, A. de O.A.; Campeche, L.F. de S.M. e Barros, A.C. (2007) - Efeito da salinidade em características físico hídricas em solos salino-sodilizados no Perímetro Irrigado Jabiberi, SE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, vol. 1, n. 1, p. 15-19. <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V1N100001>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2015) - *Projeções do Agronegócio: Brasil 2014/15 a 2024/25, projeções de Longo Prazo*/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de

- Defesa Agropecuária. Brasília, Mapa/AGE. 133 p.
- Moraes, G.A.F.; Menezes, N.L. e Pasqualli, L.L. (2005) - Comportamento de sementes de feijão sob diferentes potenciais osmóticos. *Ciência Rural*, vol. 35, n. 4, p. 776-780. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000400004>
- Neves, A.L.R.; Lacerda, C.F.; Guimarães, F.V.A.; Hernandez, F.F.F; Silva, F. B.; Prisco, J.T. e Gheyi, H.R. (2009) - Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, vol. 39, n. 3, p. 758-765.
- Pertel, J.; Santos, M.R.; Dias, D.C.F.S.; Dias, L.A.S. e Reis, M.S. (2003) - Efeito do estresse hídrico simulado com polietileno glicol na germinação de sementes de feijão, Viçosa, MG. In: *Congresso Brasileiro de Sementes*, 13., 2003, Gramado, RS. Anais... Londrina, Informativo ABRATES, vol. 13. 538 p.
- Pessoa, L.G.M.; Oliveira, E.E.M.; Freire, M.B.G. dos S.; Freire, F.J.M.; Miranda, A. e Santos, R.L. dos. (2010) - Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 5, n. 3, p. 406-412. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i3a573>
- Ruiz, H.A.; Sampaio, R.A.; Oliveira, M.O. e Ferreira, P.A. (2006) - Características físicas de solos salinos-sódicos submetidos a parcelamento da lamina de lixiviação. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, vol. 6, n. 3, p. 1-12. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27912006000300001>
- Silva, F.L.B.; Lacerda, C.F.; Sousa, G.G.; Neves, A.L.R.; Silva, G.L. e Sousa, C.H.C. (2011) - Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 15, n. 4, p. 383-389.
- Silva Jr.; L.G.A.; Gheyi, H.R. e Medeiros, J.F. (1999) - Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 3, n. 1, p. 11-17.
- Viana, S.B.A.; Fernandes, P.D. e Gheyi, H.R. (2001) - Germinação e formação de mudas de alface e em diferentes níveis de salinidade de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 5, n. 2, p. 259-264. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662001000200014>
- Xavier, D.A.; Furtado, G.F.; Sousa Júnior, J.R.; Sousa, J.R.M. e Soares, L.A.A. (2014) - Índices fisiológicos do feijão-caupi irrigado com água salina e adubação nitrogenada. *Revista Verde*, vol. 9, n. 1, p. 294-298.