

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE REPOLHO DE ALTA E BAIXA VIABILIDADE SOB ESTRESSE SALINO

BERNARDES, Paula Mauri¹
MENGARDA, Liana Hilda Golin¹
LOPES, José Carlos²
NOGUEIRA, Marcos Ujii¹
RODRIGUES, Lilian Lagem¹

Recebido em: 2014.05.27

Aprovado em: 2015.04.27

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1105

RESUMO: Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a qualidade fisiológica de lotes de sementes de repolho de alta e baixa viabilidade sob salinidade. A viabilidade dos lotes foi avaliada pelo teste de tetrazólio, sendo caracterizados como lote 1 – alta viabilidade, e lote 2 – baixa viabilidade. As sementes foram submetidas a dois sais, NaCl e KCl, em diferentes potenciais osmóticos: 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. A semeadura foi feita em placas de Petri forradas com papel germitest, mantidas em câmara de germinação tipo BOD regulada à temperatura de 25 °C. As características avaliadas foram: germinação, índice de velocidade de germinação, massa fresca, massa seca, comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas. Redução no potencial osmótico reduz a germinação e afeta negativamente o vigor das sementes de repolho de ambos os lotes; o KCl é mais agressivo, afetando a germinação e o desenvolvimento das plântulas em concentrações menores que o NaCl. As sementes de repolho de alta viabilidade apresentam menor sensibilidade ao estresse salino.

Palavras chave: *Brassica oleracea* var. *capitata*. NaCl. KCl. Germinação.

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CABBAGE SEED WITH HIGH AND LOW VIABILITY UNDER SALT STRESS

SUMMARY: The aim of this study was to evaluate the physiological quality of cabbage seed lots with high and low viability under salinity. The viability of the lots was evaluated by the tetrazolium test, being characterized as lot 1 - high viability, and lot 2 - low viability. The seeds were subjected to two salt, NaCl and KCl, at different osmotic potentials: 0.0 (control), -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 and -1.0 MPa. Sowing was done in Petri dishes containing two blotter paper germitest, maintained in BOD germination incubator adjusted to 25 °C. The characteristics evaluated were: germination, speed germination index, fresh weight, dry weight, shoot length and root seedling. Increasing the salt concentration reduce germination and affect negatively the seed vigor of cabbage both lots; KCl is the most aggressive, affecting germination and seedling development in lower concentrations than NaCl for the two lots. The cabbage seeds with high viability have lower sensitivity to salt stress.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *capitata*. NaCl. KCl. germination.

INTRODUÇÃO

A salinidade dos solos ocorre em aproximadamente 10% da superfície terrestre, e pode ser resultante de processos naturais ou do mau uso da terra (MENDONÇA et al., 2007). Regiões que apresentam salinidade dos solos e/ou sodicidade da água utilizada na irrigação, apresentam obstáculos para a agricultura: o uso de água e solos com elevada salinidade pode acarretar danos à cultura devido à restrição hídrica causada pela elevação do potencial osmótico, assim como pela toxidez dos sais comumente encontrados nos solos e nas

¹ Universidade Federal do Espírito Santo

² Centro de Ciências Agrárias - UFES

águas destas regiões (FLOWER, 2004; VIANA et al., 2004). Assim, a salinidade dos solos é considerada como um dos principais estresses abióticos, causando danos no metabolismo vegetal e provocando efeitos deletérios em muitos processos fisiológicos.

A influência nociva dos sais na agricultura, apesar de refletir diretamente na produção das culturas, se manifesta primeiramente na germinação das sementes. A semente na fase de germinação em solos salinos ou sódicos geralmente não encontra condições adequadas, podendo ocorrer problemas no processo de embebição, que é dependente da diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio externo: o potencial osmótico das células do embrião deve ser menos negativo que o potencial osmótico do substrato para que ocorra absorção de água. Posteriormente, processos como divisão e alongamento celular e mobilização de reservas, indispensáveis para o processo germinativo, também são afetados devido à entrada de íons em quantidade tóxica nas células vegetais (YOKOI et al., 2002; SOLTANI et al., 2006).

Os efeitos da salinidade dependem de fatores como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipo de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER; DAVÉNPORT, 2003). De acordo com Munns e Tester (2008), um dos mecanismos que proporcionam maior resistência dos vegetais aos ambientes salinos é a capacidade das plantas em acumular íons nos vacúolos, ou ainda solutos orgânicos de baixo peso molecular capazes de manter a absorção de água e a turgescência celular. Entretanto, a salinidade no ambiente radicular durante a fase de crescimento das plântulas afeta drasticamente o seu desenvolvimento.

Notadamente, os efeitos da salinidade constituem-se em um fator progressivo de distúrbios fisiológicos nas plantas e compromete o fechamento e abertura dos estômatos, além de inibir o crescimento e produção de diversas culturas. A diminuição da turgescência como resposta à restrição hídrica induz ao fechamento dos estômatos para reduzir a transpiração, reduzindo as taxas fotossintéticas de incremento de biomassa e, portanto, de crescimento (FLOWER, 2004; LARCHER, 2006; MUNNS; TESTER, 2008).

Ainda, o efeito do estresse sobre uma cultura é influenciada pela qualidade das sementes. No geral, plantas germinadas de sementes de alto vigor são mais resistentes a condições de estresse nos momentos iniciais do desenvolvimento (MARCOS FILHO, 2005; LARCHER, 2006). Tavares et al. (2011) verificaram que plantas de soja formadas a partir de sementes mais vigorosas apresentaram maior desempenho sob estresse hídrico que aquelas germinadas de sementes de baixo vigor.

Em geral, as olerícolas apresentam baixa tolerância à salinidade. O repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) pertence à família Brassicaceae, família que abrange o maior número de culturas olerícolas (FILGUEIRA, 2008). Entre as variedades hortícolas, o repolho destaca-se como a espécie de maior importância socioeconômica da família Brassicaceae, pois se caracteriza como uma das hortícolas mais eficientes na produção de alimentos, principalmente pela sua alta taxa de crescimento e excelente valor nutritivo (SILVA JÚNIOR, 1989)

. Atualmente há uma deficiência de pesquisas que investiguem o efeito estresse salino no estabelecimento de culturas olerícolas, assim como o repolho. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do estresse salino na qualidade fisiológica de sementes de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) de alta e baixa viabilidade, por meio da utilização de NaCl e KCl em diferentes potenciais osmóticos.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES),

em Alegre-ES. Foram utilizados dois lotes de sementes de repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), caracterizados quanto à viabilidade

Os lotes foram submetidos ao teste de viabilidade de tetrazólio. Sementes intactas e sem tratamento foram acondicionadas em água destilada na temperatura de 30 °C por 16 horas, quando foram perfuradas com auxílio de uma agulha. As sementes foram colocadas em béquer envolvidos em papel alumínio contendo solução de 2,3,5- trifeniltetrazólio a 0,5% pv. por 12 horas. Após este período, foi removido o tegumento e avaliado, com auxílio de lupa, a coloração vermelho carmin, classificando-as em viável (mais de 2/3 da semente corada) ou inviável (sem coloração ou menos de 1/3 da semente corada) (BRASIL, 2009).

O primeiro lote apresentou 97% de sementes viáveis, com CV = 7,20%, e desvio padrão de 4,84%, sendo caracterizado como lote de alta viabilidade. O segundo, apresentou valor médio de 72% de sementes viáveis, com CV = 10,39%, e desvio padrão de 7,48%. Isto demonstra que este lote de sementes apresentou, em média, 28% de sementes mortas (inviáveis). Desta forma, os lotes foram caracterizados como: Lote 1 – alta viabilidade, e Lote 2 – baixa viabilidade.

Sementes dos lotes 1 e 2 foram submetidas ao teste de germinação sob estresse salino. O experimento foi conduzido em placas de Petri previamente esterilizadas, forradas com papel germitest, umedecido com quantidade de solução de NaCl ou de KCl equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, nas concentrações de 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa, de acordo com a equação $\Psi_s = -RTC_i$ (SALISBURY; ROSS, 1991). Onde: Ψ_s = potencial osmótico da solução; R = constante dos gases (0,008093 MPa mol⁻¹ K⁻¹); T = temperatura absoluta (K); C = concentração (mol L⁻¹), para solutos iônicos que se dissociam em duas ou mais partículas; i = número de partículas dissociadas.

Posteriormente as placas foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD com temperatura constante ajustada para 25 °C. As sementes foram avaliadas pelos testes e/ou determinações descritas a seguir:

Teor de água – foi determinado pelo método de estufa a 105±3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), com duas repetições de 25 sementes, em balança analítica (0,0001 g), com os resultados expressos em porcentagem de água (BU).

Germinação - o teste de germinação foi conduzido por avaliações diárias durante 10 dias, computando-se a porcentagem de plântulas normais, ou seja, aquelas que apresentavam todas as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi conduzido concomitante com o teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária com dimensão ≥ 2 mm, calculado de acordo com Maguire (1962).

Massa fresca e seca das plântulas – no décimo dia após a montagem do experimento, as plântulas normais foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g para obtenção da massa fresca, sendo o resultado expresso em g plântula⁻¹. Em seguida, foram acondicionadas em envelopes de papel, mantidas em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C, durante 72 horas, para obtenção da massa seca, sendo o resultado expresso em mg plântula⁻¹

Comprimento de parte aérea e da raiz – no décimo dia após a semeadura as plântulas normais foram avaliadas quanto ao comprimento da parte aérea e da raiz, utilizando-se folha milimetrada, sendo o resultado expresso em cm plântula⁻¹.

Delineamento experimental e análise estatística - Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial, 2 x 6 (dois sais e seis potenciais osmóticos) separadamente para cada lote de sementes. A análise de variância mostrou-se não significativa para a interação dos fatores sais x potenciais osmóticos.

Assim, foi analisado o efeito dos fatores separados: as médias do fator sal comparadas pelo teste F em nível de 5%, enquanto os dados do fator potencial osmótico foram submetidos à análise de regressão, sendo adotados modelos significativos ($p \leq 5\%$) e de maior ordem (R^2), utilizando o programa estatístico Assisstat (SILVA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do teor de água das sementes de repolho indica uniformidade do teor de água para cada lote (variação menor que 2%), sendo que as sementes do lote de alta viabilidade apresentaram teor de água médio de 16%, e o lote de baixa viabilidade, 13%. De acordo com Marcos Filho (2005), a uniformização do teor de água entre lotes de sementes é importante para obtenção de resultados consistentes durante as avaliações.

O comportamento dos lotes de sementes de repolho de alta e baixa viabilidade quanto à porcentagem de germinação sugere que esta é dependente do nível de potencial osmótico: na medida em que o potencial osmótico foi reduzido, a porcentagem de germinação também decresceu (Figura 1). Tanto para o lote de alta viabilidade quanto para o de baixa viabilidade, o KCl mostrou-se mais agressivo, diferindo estatisticamente do NaCl quanto à porcentagem de germinação, nos diferentes potenciais osmóticos (Tabela 1).

Figura 1: A e C: Porcentagem de germinação; B e D: índice de velocidade de germinação (IVG), de lotes de sementes de *Brassica oleraceae* var. *capitata* de alta e baixa viabilidade, sob influência do estresse salino.

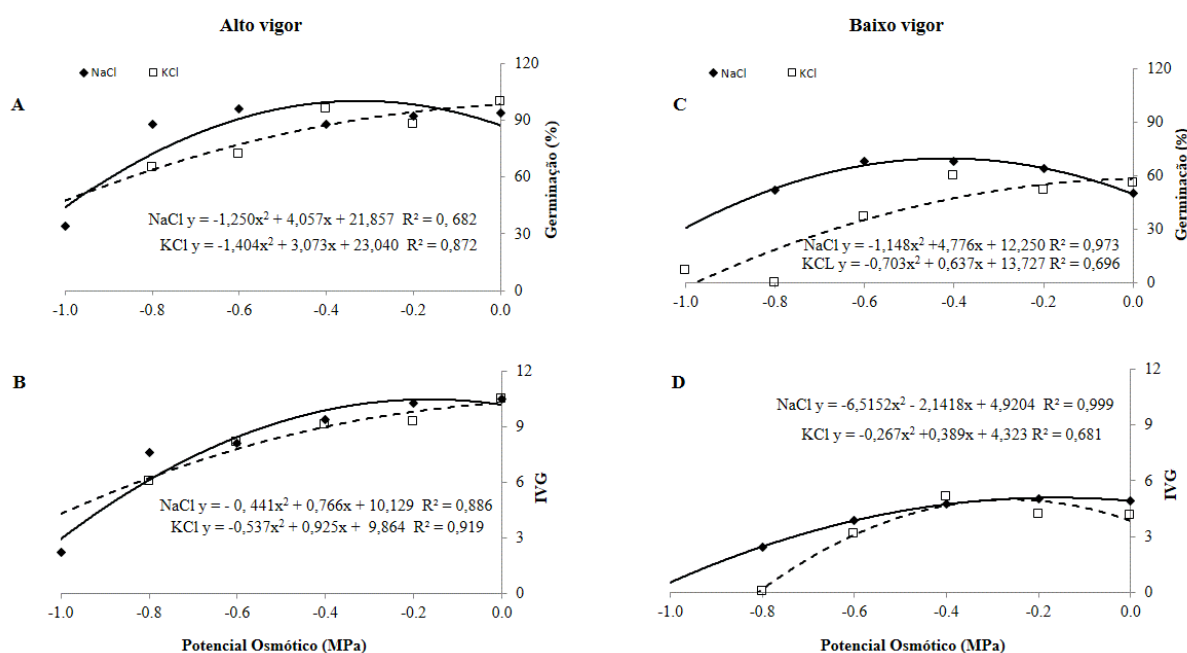


Tabela 1: Germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) e desenvolvimento de plântulas: massa fresca (MF), massa seca (MS), em gramas, comprimento da parte aérea e da raiz, em cm, de lotes de sementes de *Brassica oleraceae* var. *capitata* de alta e baixa viabilidade, sob influência do estresse salino.

Sal	Alta viabilidade						Baixa viabilidade					
	Potencial Osmótico (MPa)											
	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
	Germinação (%)											
NaCl	94 a	92 a	90 a	95 a	88 a	34 a	50 a	64 a	39 a	70 a	51 a	28 a
KCl	98 a	90 a	94 a	74 b	68 b	05 b	53 a	52 a	59 a	42 b	01 b	07 a
	IVG											
NaCl	10,4 a	10,3 a	9,39 a	8,11 a	7,60 a	2,20 a	4,94 a	5,04 a	4,76 a	3,88 a	2,45 a	1,37 a
KCl	10,5 a	9,30 a	9,14 a	8,16 a	6,04 a	0,36 b	4,12 a	4,22 a	5,13 a	3,17 a	0,06 b	0,39 a
	MF (g plântula ⁻¹)											
NaCl	0,53 a	1,37 a	1,25 a	1,16 a	1,11 a	0,00 a	0,35 a	0,63 a	0,67 a	0,58 a	0,48 a	0,34 a
KCl	0,48 a	1,08 a	0,07 b	0,02 b	0,00 b	0,00 a	0,23 a	0,23 b	0,08 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
	MS (mg plântula ⁻¹)											
NaCl	52,5 a	62,5 a	70,0 a	70,0 a	62,5 a	00,0 a	22,5 a	40,0 a	47,5 a	47,5 a	40,0 a	02,5 a
KCl	45,0 a	60,0 a	10,0 b	02,5 b	00,0 a	00,0 a	32,5 a	25,0 a	12,5 b	00,0 b	00,0 b	00,0 a
	Parte Aérea (cm plântula ⁻¹)											
NaCl	9,74 a	8,96 a	7,89 a	3,04 a	3,04 a	0,00 a	4,60 a	4,67 a	4,27 a	2,25 a	2,10 a	1,77 a
KCl	3,72 b	4,76 b	2,76 b	1,17 b	0,00 b	0,00 a	4,42 a	4,29 a	4,38 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b
	Raiz (cm plântula ⁻¹)											
NaCl	10,2 a	7,89 a	8,37 a	1,99 a	1,51 a	0,00 a	4,11 ^{ns}	2,31 ^{ns}	2,02 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,53 ^{ns}
KCl	5,30 b	3,75 b	1,00 b	0,43 b	0,00 b	0,00 a	3,08	1,54	1,98	0,00	0,00	0,00

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. ^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Verificou-se que o KCl reduziu a germinação das sementes em potenciais osmóticos a partir de -0,6 MPa para o lote de alta viabilidade, e -0,4 MPa para o lote de baixa viabilidade. No caso das sementes tratadas com NaCl, o potencial osmótico limite para a germinação foi de -0,8 MPa para ambos os lotes. O KCl reduziu o vigor das sementes em potencial osmótico menos reduzido, sendo, aparentemente mais prejudicial que o NaCl. Em sementes de *Crotalaria juncea* tratadas com KCl, Nunes et al. (2009) também verificaram que os valores de germinação foram menores, em relação às sementes tratadas com NaCl, reduzindo, conseqüentemente, o IVG, e o crescimento das plântulas. Os sais com elevada solubilidade, como KCl e NaCl, podem causar efeitos tóxicos uma vez que, ao absorverem água, as plantas concomitantemente absorvem estes íons Na⁺ e de Cl⁻ que, em excesso no protoplasma, além de promover distúrbio iônico, atuam sobre enzimas e membranas (LARCHER, 2006).

A salinidade reduz a absorção de água inicial pela semente, sendo que a sensibilidade a maiores ou menores concentrações de sais no solo é característica de cada tipo de planta, e os efeitos no rendimento da cultura poderão ser influenciados por outros fatores como natureza osmótica, tóxica ou nutricional (VIANA

et al., 2004). Em sementes de couve chinesa, Lopes e Macedo (2008) verificaram que a redução no potencial osmótico ocasionou uma redução progressiva na germinação e no vigor das sementes. Duarte et al. (2006) verificaram que a redução do potencial osmótico de NaCl do substrato é prejudicial à germinação e ao desenvolvimento de plântulas de trigo. Em melancia, é prejudicial à germinação e, principalmente, ao desenvolvimento das plântulas, e os efeitos se acentuam a partir do potencial -0,4 MPa de NaCl (TORRES, 2007). No presente estudo, a redução do potencial osmótico induzido por KCl e NaCl foi prejudicial à germinação e ao vigor de sementes de repolho.

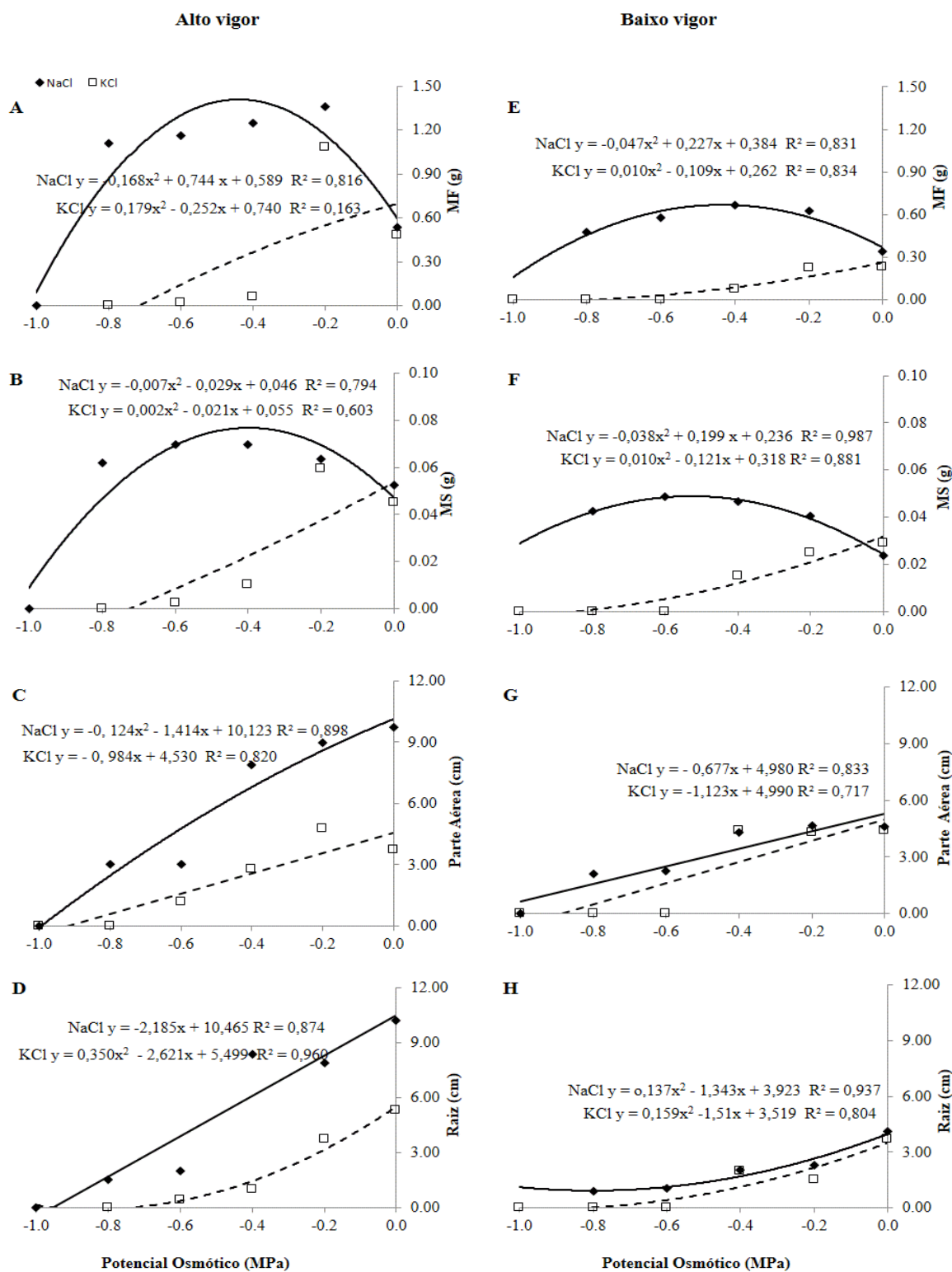
Larcher (2006) relatou que o excesso de íons no solo, como o Cl^- , tende a causar intumescência protoplasmática, afetando a atividade enzimática e resultando na produção inadequada de energia e distúrbios na assimilação de nitrogênio. Essa afirmativa pode explicar os resultados encontrados no presente estudo em relação ao decréscimo da germinação das sementes, principalmente pelo aumento do teor de sais no substrato reduz o potencial hídrico, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, influenciando diretamente a germinação e o vigor (LOPES; MACEDO, 2008).

O índice de velocidade de germinação (IVG) também decresceu com a redução do potencial osmótico (Figura 1). O lote de alta viabilidade apresentou redução dos valores de índice de velocidade de germinação (IVG) nas concentrações de -0,8 e -1,0 MPa para ambos os sais. No lote de baixa viabilidade essa redução foi significativa a partir do potencial osmótico de -0,6 MPa, anulando a germinação em -0,8 MPa de KCl, e em -1,0 MPa de NaCl.

Dependendo da espécie, o estresse causado pela salinidade pode ser menor que aquele causado por restrição hídrica, como verificado em espécies do cerrado, como em *Zizyphus joazeiro* (LIMA; TORRES, 2009) e *Gliricidia sepium* (FARIAS et al., 2009). Entretanto, para outras espécies, como pepino e melão, a salinidade pode ser mais prejudicial, sendo que a redução feita com o KCl mostrou-se prejudicial à germinação e desenvolvimento de plântulas de pepino (CARVALHO; KAZAMA, 2011). Em melão, concentrações elevadas de NaCl provocaram redução da velocidade de emergência e do crescimento das plântulas (SOARES et al., 2010).

O efeito tóxico da salinidade, em especial da induzida pelo KCl, foi observada no desenvolvimento das plântulas (Figura 2, Tabela 1). Com relação à massa fresca de plântulas (Figura 2), quando as sementes foram submetidas ao potencial osmótico -0,2 MPa houve maior acúmulo de massa fresca em plântulas oriundas de sementes do lote de alta viabilidade, independente do sal. A partir deste potencial, à medida que o potencial osmótico reduziu, houve redução no acúmulo de massa fresca. Com relação ao KCl, verificou-se, mais uma vez, um comportamento mais agressivo às sementes que o NaCl, a partir da concentração de -0,4 MPa para o lote de alta viabilidade, e a partir de -0,2 MPa para o lote de baixa viabilidade (Tabela 1). Observa-se, portanto, que as plântulas formadas a partir de sementes do lote de alta viabilidade apresentaram maior resistência ao estresse salino, com tolerância a potenciais osmóticos mais reduzidos. Tal resposta diferencial ao estresse entre sementes de alta e baixa viabilidade também foi observada com soja, submetida ao estresse hídrico (TAVARES et al., 2011).

Figura 2: Desenvolvimento de plântulas de *Brassica oleraceae*, provenientes de lotes de sementes de *Brassica oleraceae* var. *capitata* de alta e baixa viabilidade, sob influência do estresse salino. **A e E:** massa fresca (MF); **B e F:** massa seca (MS), em gramas; **C e G:** comprimento da parte aérea; **D e H:** comprimento da raiz, em cm.



Em relação à massa seca das plântulas (Figura 2), verificou-se que embora tenha ocorrido redução nos valores, nas plântulas oriundas de sementes tratadas com NaCl no potencial osmótico de -1,0 MPa, nas plântulas oriundas de sementes tratadas com KCl, esses valores foram significativamente reduzidos a partir de

-0,4 MPa, evidenciando o KCl como mais tóxico e agressivo para o desenvolvimento inicial as plântulas (Tabela 1). Essa constatação tornou-se consistente com o aumento da porcentagem de plântulas anormais oriundas de sementes tratadas com KCl na concentração de -0,8 MPa para o lote de alta viabilidade, e de -0,6 MPa para o lote de baixa viabilidade.

A redução do desenvolvimento das plântulas com aumento do estresse salino também foi observada nos dois lotes, quanto ao comprimento da parte aérea e da raiz (Figura 2), em que se observou que as plântulas oriundas de sementes tratadas com KCl apresentaram médias significativamente inferiores se comparadas às plântulas oriundas de sementes tratadas com NaCl (Tabela 1).

A inibição do crescimento na presença de salinidade tem relação com a toxidez iônica causada pelos sais interfere nos processos metabólicos das células, impedindo ou reduzindo o crescimento vegetal. Silva et al. (2008) verificaram que, em sementes de trigo, ocorre alteração nos constituintes celulares quando submetidas a estresse salino com NaCl. A toxidez causada pelo estresse salino em sementes de sorgo pode resultar em alterações morfológicas e citoquímicas (OLIVEIRA et al., 2011). De acordo com os resultados observados neste estudo, é possível que o KCl e o NaCl, sejam fitotóxicas para o repolho, e possam provocar alterações celulares e prejudiquem os processos fisiológicos da germinação e dos desenvolvimento de plântulas, destacadamente nas sementes do lote de baixa viabilidade.

CONCLUSÃO

A redução do potencial osmótico afeta negativamente a germinação e o vigor dos lotes sementes de repolho de alta e baixa viabilidade.

O cloreto de potássio é mais agressivo às sementes, afetando a germinação e o desenvolvimento das plântulas em concentrações menores que o cloreto de sódio, para ambos os lotes.

Sementes de repolho de alta viabilidade apresentam menor sensibilidade ao estresse salino do que as sementes de baixa viabilidade.

AGRADECIMENTOS

A CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas de Pós-graduação e de Produtividade aos autores.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CARVALHO, L. C.; KAZAMA, E. H. Efeito da salinidade de cloreto de potássio (KCl) na germinação de sementes e crescimento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13, p.429-435, 2011.

DUARTE, G. L. et al. Physiological quality of wheat seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.122-126, 2006.

- FARIAS, S. G. G. et al. Efeitos dos estresses hídrico e salino da germinação de sementes de gliricidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.). **Caatinga**, Mossoro, v.22, n.4, p.152-157, 2009.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 357p.
- FLOWER, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.
- LIMA, B. G., TORRES, S. B. Estresse hídrico e salino da germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.93-99, 2009.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.3, p.79-85, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus* sp. sob estresse salino. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p.365-372, 2007.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.59, p.651-681, 2008.
- NUNES, A. S. et al. Fontes e níveis de salinidade na germinação de sementes de *Crotalaria juncea* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.3, p.753-757, 2009.
- OLIVEIRA, A. B. et al. Avaliação citoquímica durante a germinação de sementes de sorgo envelhecidas artificialmente e osmocondicionadas, sob salinidade. **Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v.42, n.1, p.223-231, 2011.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1991. 682p.
- SILVA, F. A. S. **Assistat Versão 7.7 beta**. Campina Grande: DEAG-CTRN-UFCG, 2014.
- SILVA, R. N. et al. Composição química de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) submetidas a estresse salino na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.1, p.215-220, 2008.
- SILVA JÚNIOR, A. A. **Repolho**: fisiologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia. Florianópolis: EMPASC, 1989. 295p.
- SOARES, A. N. R. et al. Crescimento inicial de plântulas de acesso de melão (*Cucumis melo* L.) crioulo submetido ao estresse salino. **Revista do Verde**, São Paulo, v.5, n.3, p.224-230, 2010.
- SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v.55, p.195-200, 2006.

TAVARES, L. C. et al. Performance of soybean plants originated from seeds of high and low vigor submitted to water deficit. **Journal of Horticulture and Forestry**, Victoria Island, v.3, n.4, p.122-130, 2011.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, London, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

TORRES, S. B. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melancia em função da salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.77-82, 2007.

VIANA, S. B. A. et al. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.23-30, 2004.

YOKOI, S.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. Salt stress tolerance of plants. **Jircas Working Report**, Tsukuba, v.1, p.25-33, 2002.