

## O estresse salino influencia a germinação e estabelecimento de plântulas de Feijão-caupi?

Davi Santos Tavares<sup>1,2</sup>, Tiago Ethiene Kanarski Fernandes<sup>1</sup> Yohanne Larissa Rita<sup>2</sup>, Edvaldo Renner da Costa Cardoso<sup>2</sup>, Bruno Francisco Sant'Anna Santos<sup>3</sup>, Marcelo Pedrosa Gomes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Fisiologia de Plantas sob Estresse, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

<sup>2</sup>Pós-Graduação em Ciências do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

<sup>3</sup>Laboratório de Anatomia e Biomecânica Vegetal, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

### RESUMO

Embora bem protegidas pelos seus tegumentos, estresses abióticos, como o excesso de sais no solo, podem restringir o acesso e o transporte de água em sementes, retardando o processo germinativo. Além disso, a fase inicial de estabelecimento das plântulas é crítica em condições de estresse ambiental. Neste contexto, foi estudado o efeito da salinidade na germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de Feijão-caupi. O ensaio consistiu no teste de germinação de sementes de feijão-caupi var. BRS Imponente sob condições de estresse salino e osmótico. Para isso, foram delineados nove tratamentos, sendo eles: controle (água destilada); quatro concentrações de cloreto de sódio (25, 50, 75 e 100 mM de NaCl), gerando os potenciais de -0.123, -0.247, -0.371 e -.495 que foram também replicados utilizando o composto Polietilínoglicol 6000 (PEG). A germinação não foi afetada pelo NaCl, mas foi significativamente reduzida pelo tratamento com PEG. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi maior e o tempo médio de germinação (TM) menor em plantas submetidas ao NaCl em relação às tratadas com PEG 6000. A altura e o comprimento da raiz foram negativamente afetados em plântulas submetidas a concentrações  $\geq 75$  mM de NaCl (correspondentes a potencial osmótico  $\geq -0,371$ ). Embora o tratamento com NaCl gere um estresse osmótico, a velocidade de germinação das sementes submetidas ao sal foi aumentada. Entretanto, o NaCl afetou negativamente o crescimento inicial das plântulas. Fica claro que os efeitos do estresse salino estão relacionados ao estabelecimento das plântulas e não a fase de germinação das sementes.

**KEYWORDS:** Desenvolvimento; Leguminosa; Salinidade; Sementes.

## INTRODUÇÃO

A salinização é um problema ambiental que ocorre em cerca de um bilhão de hectares em todo mundo (FAO; ITPS, 2015). Estudos comprovam que a média da temperatura global aumentou 0,7 °C nos últimos 150 anos (MOLION, 2008), sendo as regiões áridas e semiáridas as que apresentaram os maiores aumentos (4 – 5 °C) (IPCC, 2014). Este agrave na temperatura, influencia diretamente a dinâmica da água, ocasionando déficit hídrico e o aumento da concentração de sais nos solos dessas regiões. Tais condições se transformam num problema que implica diretamente no desenvolvimento de culturas agrícolas, causando danos ambientais, econômicos e sociais.

As plantas se comportam diferentemente em relação à salinidade e sodicidade. Algumas culturas podem tolerar altas concentrações de sais, enquanto outras são extremamente sensíveis (BARROS et al., 2009). Esta variabilidade ocorre dentro de espécies, cultivares, fases fisiológicas, e de fatores ambientais (BARROS et al., 2009). A germinação é uma das fases em que a exposição a agentes estressantes como a salinidade, pode causar sérios danos ao desenvolvimento vegetal (SANTOS, 2016). O aumento da concentração de sais dificulta a absorção de água pela semente, diminui a mobilização de reservas e induz desordens em membranas celulares, o que retarda o processo germinativo, diminuindo o vigor e afetando o estabelecimento das plântulas (SÁ et al., 2017).

Há décadas, regiões que convivem com essas peculiaridades têm submetido espécies vegetais a solos marginais, com altas concentrações de sais, o que tem acarretado em consecutivos plantios com baixos índices de produtividade (CONAB, 2018). Entretanto, algumas espécies desenvolveram mecanismos para tolerar o excesso salino no solo. O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tem sido relatado como medianamente tolerante a estas condições (AYERS & WESTCOT, 1991; DANTAS et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2015) - o que desperta a curiosidade em desenvolver estudos com a espécie, a fim de identificar quais os mecanismos de tolerância ao sal, e qual efeito do sal nas diferentes fases fenológicas da planta. No presente trabalho foi investigado o efeito da salinidade na germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de *Vigna unguiculata*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia de Plantas sob Estresse da Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Biológicas (Curitiba, PR).

O ensaio consistiu no teste de germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de feijão-caupi var. BRS Imponente sob diferentes concentrações de NaCl (25, 50, 75 e 100 mM). Com o intuito de avaliar o efeito do estresse osmótico gerado pelo sal, as sementes e plântulas foram expostas a iguais potenciais osmóticos gerados pelo NaCl, pelo uso de Polietilínoglicol 6000 (PEG 6000). Foram, portanto, delineados nove tratamentos com quatro repetições cada, sendo: controle (água destilada), quatro níveis de cloreto de sódio (NaCl) e quatro de Polietilínoglicol 6000 (PEG).

A partir da fórmula desenvolvida por Van't Hoff foi calculado o potencial osmótico gerado pelas doses de sal (25, 50, 75 e 100 mM), e obteve-se os potenciais de -0.123, -0.247, -

0.371 e -0.495 MPa, respectivamente. As concentrações de PEG foram determinadas de acordo com Villela, Doni Filho e Siqueira (1991), e seguem na tabela 1.

Em câmara incubadora do tipo BOD a 25 °C ± 2 foram acondicionadas caixas plásticas do tipo gerbox (11x11x3,5 cm) contendo cerca de 50 g de substrato composto pela mistura de vermiculita e areia (2:1 v/v). O substrato foi regado com as respectivas soluções correspondentes aos tratamentos com volume referente a 70 % da capacidade de campo do substrato. Em seguida, foi adicionado 1 ml do antifúngico Nistatina a 2 % e, por fim, foram acondicionadas dez sementes de feijão-caupi previamente desinfestadas em hipoclorito de sódio a 1,5 % por 2 min. Foram feitas observações em intervalos de 12 horas e as sementes foram consideradas germinadas pela protrusão da raiz em comprimento igual ou superior a 2 mm. O tempo médio de germinação (TM) e índice de velocidade de germinação (IVG), que foram calculados pelas seguintes fórmulas:

$$TM = [(n_1 * t_1) + (n_2 * t_2) + (n_n * t_n)] / (n_1 + n_2 + n_n) \quad (1)$$

$$IVG = [(n_1/t_1) + (n_2/t_2) + (n_n/t_n)] \quad (2)$$

Onde,  $n_n$  significa o número de sementes germinadas naquele determinado tempo ( $t_n$ ).

No oitavo dia de período experimental, foram procedidas as medidas de altura da parte aérea e comprimento da raiz das plântulas de feijão-caupi.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico JMP 7.0 (SAS Inst.). Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade (Bartland). Após ANOVA, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

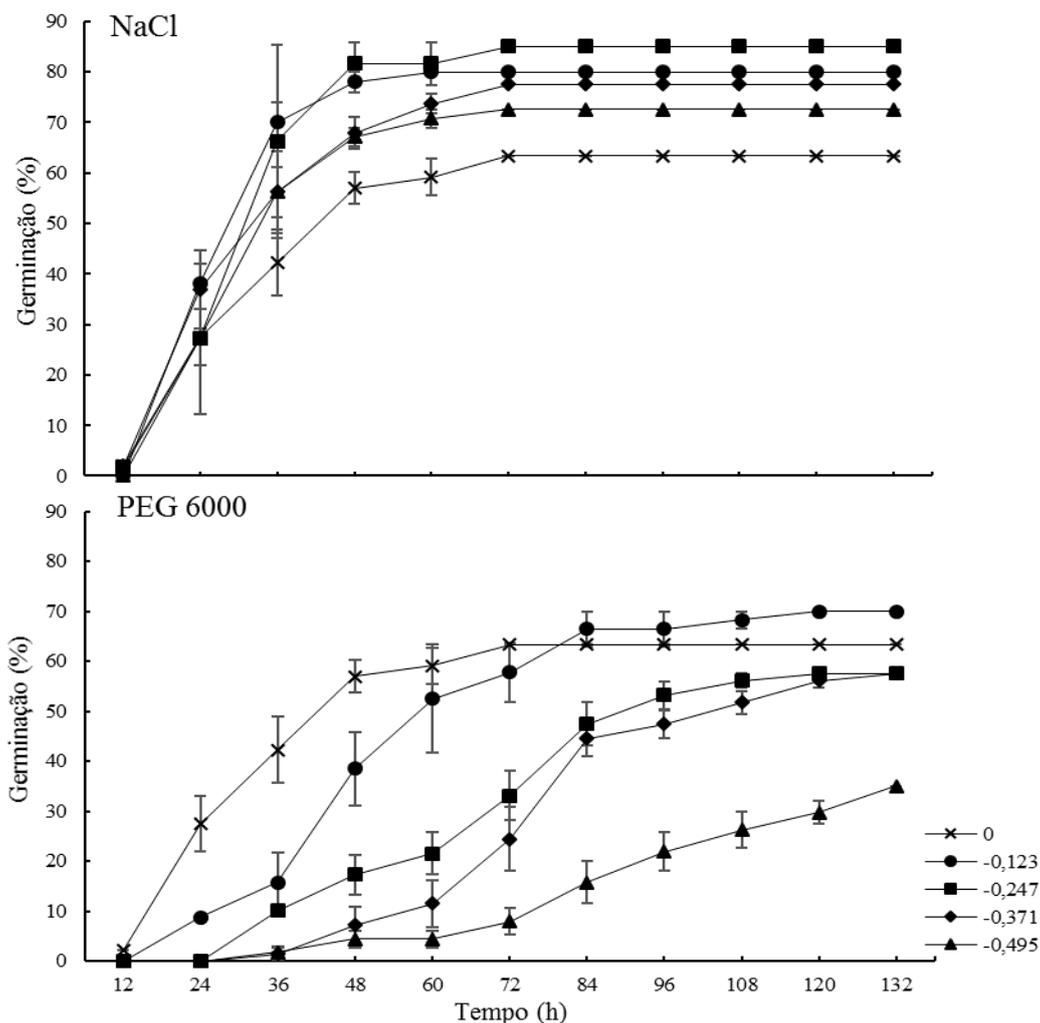
**Tabela 1.** Solutos utilizados para preparação de soluções com diferentes potenciais osmóticos à 25° C.

Potencial Osmótico MPa	NaCl	PEG 6000
		g.l <sup>-1</sup>
0,000	0,00	0,00
-0,123	1,461	87,89
-0,247	2,922	134,42
-0,371	4,383	170,53
-0,495	5,844	200,94

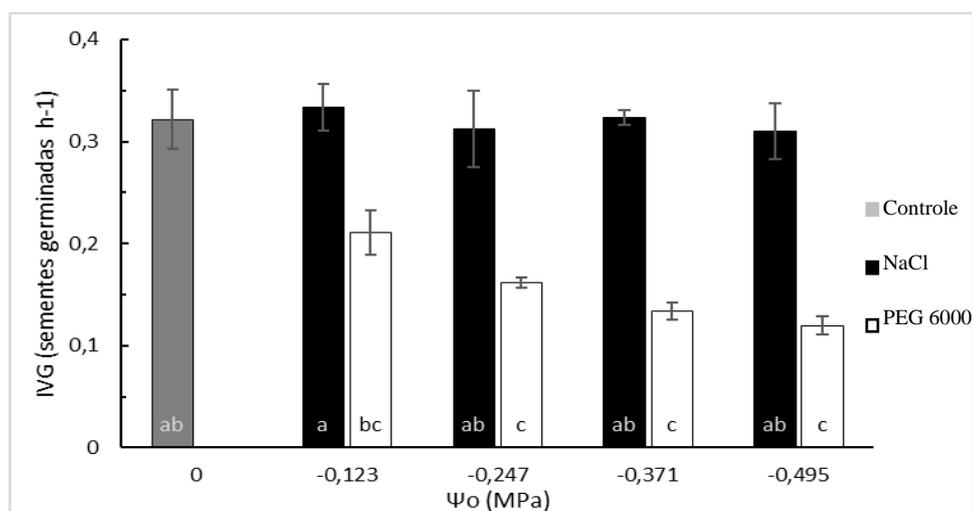
## RESULTADOS

O percentual final de germinação das sementes foi aumentado pelos tratamentos com NaCl, enquanto foi diminuído pelo PEG (Fig. 1). O índice de velocidade (IVG) e tempo médio (TM) de germinação foram afetados pelos tratamentos (P<0,05). O IVG foi aumentado em sementes tratadas com NaCl e diminuído nas tratadas com PEG (Fig. 2); o inverso foi observado para o TM (Fig. 2).

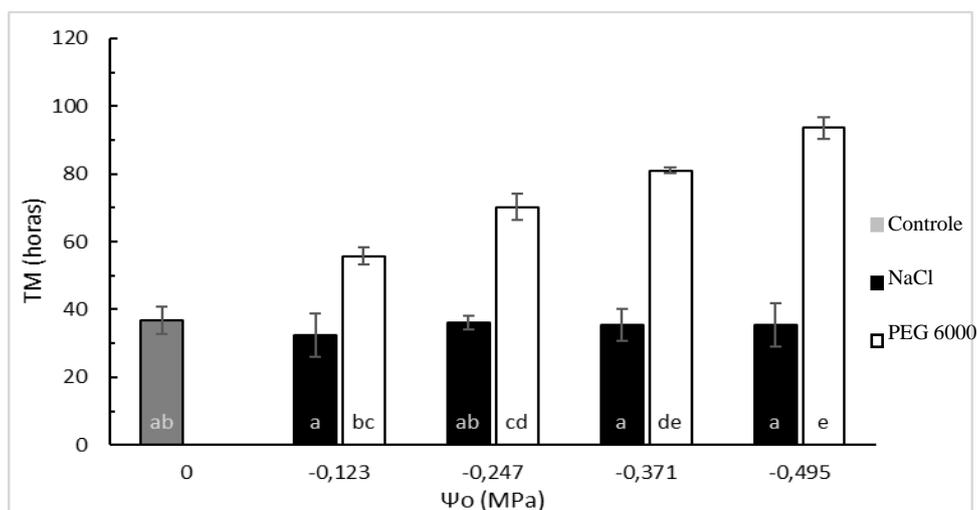
Plântulas tratadas com NaCl ≥ 75 mM apresentaram redução do comprimento da parte aérea e das raízes (P<0.05; Tab. 2). O tratamento com PEG reduziu o comprimento da parte aérea e raízes, independentemente da concentração de PEG utilizada (P<0.05; Tab. 2).



**Figura 1.** Porcentagem de germinação de Feijão-caupi sob diferentes potenciais osmóticos (MPa) gerados por NaCl e PEG ao longo do tempo. (-0.123, -0.247, -0.371 e -0.495 correspondem a 25, 50, 75 e 100 mM de NaCl)



**Figura 2.** Índice de velocidade de germinação de Feijão-caupi sob estresse salino e hídrico. \*As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 3.** Tempo médio de germinação de Feijão-caupi sob estresse salino e hídrico. \*As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Comprimento de parte aérea e raiz de Feijão-caupi sob estresse salino e hídrico.

Produto	Potenciais osmóticos (MPa)				
	0	-0,123	-0,247	-0,371	-0,495
Altura da parte aérea (cm)					
NaCl	12,78 <sup>a</sup>	11,72 <sup>a</sup>	11,65 <sup>a</sup>	6,75 <sup>c</sup>	7,81 <sup>bc</sup>
PEG 6000		7,65 <sup>bc</sup>	5,50 <sup>c</sup>	3,24 <sup>d</sup>	3,13 <sup>d</sup>
Comprimento da raiz (cm)					
NaCl	17,80 <sup>a</sup>	16,69 <sup>ab</sup>	17,21 <sup>a</sup>	12,70 <sup>bc</sup>	14,05 <sup>b</sup>
PEG 6000		14,13 <sup>b</sup>	12,48 <sup>bc</sup>	11,01 <sup>c</sup>	10,96 <sup>d</sup>

\*As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

## DISCUSSÃO

Enquanto a porcentagem de germinação foi maior em sementes tratadas com NaCl é notório o efeito deletério das soluções de PEG sob a germinação das sementes. Quando submetidas ao potencial osmótico de -0,495 MPa gerado pelo PEG, foi observado 35% de germinação das sementes. Em sementes de feijão-caupi cv. BRS Tucumaque expostas a potenciais osmóticos abaixo de -0,4 MPa gerados por PEG, FERREIRA et al. (2017) observaram apenas 1% de germinação enquanto no mesmo potencial gerado pelo NaCl, 94,75% das sementes germinaram. Assim, surge um questionamento: porque a presença do sal acelera o a germinação das sementes? A principal hipótese é que a exposição ao sal pode aumentar a formação de espécies reativas de oxigênio, que por sua vez, estimulam o processo de germinação pelo antagonismo com ABA (GOMES et al., 2014). Tal hipótese pode ser constatada, uma vez que o NaCl também aumentou o índice de velocidade de germinação (IVG) e diminuiu o tempo médio de germinação (TM) – o que atesta para aumento do metabolismo germinativo. Segundo Paula et al. (1994) o efeito do sal tem mais influencia no vigor das sementes (o que é relacionado ao metabolismo) do que em sua germinação.

A plântula após germinação absorve o sal, que tem efeitos deletérios na respiração, fotossíntese, e metabolismo energético, privando o crescimento. Isto é corroborado, uma vez que a altura da parte aérea e o comprimento radicular foram menores em plântulas expostas à concentrações superiores a 75 mM de NaCl (potencial  $\geq -0,371$  MPa). No trabalho desenvolvido por Moraes, Menezes e Pasqualli (2005) abaixo do potencial -0,3 MPa não houve a constatação de plântulas normais.

É importante ressaltar que mesmo havendo mecanismos de tolerância e sobrevivência de algumas espécies ao estresse salino, sempre há uma perda. Assim é extremamente relevante desenvolver estudos que visem atenuar os efeitos do estresse salino e garantir a produtividade nestas áreas, tendo como intuito gerar benefícios ambientais e socioeconômicos.

## CONCLUSÃO

O estresse salino não afeta a germinação de *Vigna unguiculata* cultivar BRS Imponente, porem a exposição prolongada a tal condição interfere no estabelecimento de plântulas, diminuindo o crescimento vegetal o que pode causar perdas de produtividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na irrigação. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisado

BARROS, M. D. F. C., BEBÉ, F. V., SANTOS, T. O., CAMPOS, M. C. C. Influência da aplicação de gesso para correção de um solo salino-sódico cultivado com feijão caupi. Revista de biologia e ciências da terra, 9(1). 2009.

COMAPNHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Série histórica das safras. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10>

DANTAS, J. P., MARINHO, F. J., FERREIRA, M. M., DO SN AMORIM, M., SÍLVIA, I. D. O., & DE SALES, A. L. Avaliação de genótipos aliação de genótipos de caupi sob salinidade1. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 6(3), 425-430. 2002.

FAO; ITPS. Status of the World's Soil Resources. Journal of Genetics, [s. l.], 2015.

FERREIRA, A. C. T., FELITO, R. A., ROCHA, A., CARVALHO, M. A. C. D., YAMASHITA, O. M. Water and salt stresses on germination of cowpea (*Vigna unguiculata* cv. BRS Tumucumaque) seeds. Revista Caatinga, 30(4), 1009-1016. 2017.

GOMES, M.P; SMEDBOL, E ; CARNEIRO, M. M. L. C. ; GARCIA, Q. S. ; JUNEAU, P. Reactive Oxygen Species and Plant Hormones. Oxidative Damage to Plants. 1ed.New York: Acadmic Press, 2014, p. 65-87.

IPCC. Summary for policymakers. In: FIELD, C.B.; BARROS, V.R.; DOKKEN, D.J.; MACH, K.J.; MASTRANDREA, M.D.; BILIR, T.E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K.L.; ESTRADA, Y.O.; GENOVA, R.C.; GIRMA, B.; KISSEL, E.S.; LEVY, A.N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P.R.; WHITE, L.L. (eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 1-32.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. *AQUECIMENTO GLOBAL: UMA VISÃO CRÍTICA*. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba - Pr, v. 3, p.1-18, ago. 2008.

MORAES, G. A. F. DE; MENEZES, N. L. DE; PASQUALLI, L. L. Comportamento de sementes de feijão sob diferentes potenciais osmóticos. *Ciência Rural*, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 776-780, 2005.

OLIVEIRA, F. D. A., DE MEDEIROS, J. F., ALVES, R. D. C., LIMA, L. A., DOS SANTOS, S. T., & DE RÉGIS, L. R. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*. 2015.

PAULA, S.V. et al. Avaliação de plântulas de feijão como critério para seleção de cultivares tolerantes à salinidade. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.16, n.2, p.220- 224, 1994.

SANTOS, M. A. Adaptabilidade e potencial fitorremediador de espécies vegetais em solo salino. 2016.

SÁ, F. V. S., NASCIMENTO, R., PEREIRA, M. O., BORGES, V. E., GUIMARÃES, R. F. B., RAMOS, J. G., ... & DA PENHA, J. L. Vigor and tolerance of cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes under salt stress. *Bioscience Journal*, 33(6). 2017.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 11-12, p. 1957-1968, 1991.

YOON, Y. et al. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. *HortScience*, Alexandria, v.32, n.2, p.248-250, 1997.