

MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO COM BIOESTIMULANTES

Caroline Hernke Thiel¹; Gabriele Espinel²; Stefânia Nunes Pires³; Bruna Evelyn Paschoal Silva⁴; Ítalo Lucas de Moraes⁵; Victoria Schmitz⁶; Gilberto Troyjack Júnior⁷; Cleiton Brandão⁸; Sidnei Deuner⁹

Palavras-chave: bioestimulante, *Oryza sativa* L., salinidade, YaraVita® ZINTRAC™, YaraVita® RAIZ™, Seed+®.

INTRODUÇÃO

O arroz é um cereal de grande importância agrícola, representando a base alimentar de mais da metade da população mundial (WANG, 2013), sendo o segundo cereal mais cultivado no mundo. O Brasil ocupa o nono lugar no ranking de produção mundial, sendo o estado do Rio Grande do Sul responsável pela produção de aproximadamente 78% do arroz brasileiro (CONAB, 2019). Com as projeções do crescimento populacional, a demanda por este cereal tende a dobrar até 2050, fazendo-se necessário adequar as técnicas de manejo para manter a produtividade da cultura (SOSBAI, 2017).

Dentre os fatores abióticos que afetam o desenvolvimento e produção das culturas, a salinidade é um dos estresses que mais interfere no ciclo vital das plantas. Segundo a FAO (2017) o excesso de sal nos solos atinge mais de 800 milhões de hectares agricultáveis, ocasionadas pelo uso de água de baixa qualidade para irrigação e a má drenagem dos solos. A salinidade é definida pelo excesso de sais solúveis em horizontes ou camadas superficiais, afetando o desenvolvimento das culturas (RIBEIRO et al., 2010), fator que se agrava em lavouras de arroz de regiões costeiras, pois possuem um maior risco de exposição a água salgada devido a elevação do nível do mar.

Práticas de manejo de solos e água em lavouras arrozeiras podem ser utilizadas com o intuito de diminuir a salinização dos solos, porém geram altos custos, havendo a necessidade de explorar novas alternativas, a exemplo do tratamento de sementes com bioativadores. Estes produtos possibilitam maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura e estabelecimento do estande (GROHS et al., 2012), além de protegerem as plântulas contra estresses abióticos (CATANEO et al., 2010). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito bioestimulante de diferentes produtos comerciais no tratamento de sementes de arroz para mitigar estresse salino durante a germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), no município de Capão do Leão, RS. Foram utilizadas sementes do cultivar BRS Pampeira, provenientes da Embrapa Clima Temperado - Estação Experimental Terras Baixas, as quais foram tratadas com os produtos comerciais YaraVita® ZINTRAC™ (1% nitrogênio, 40% zinco) YaraVita® RAIZ™ (4% nitrogênio, 6% carbono orgânico total/aminoácidos livres, 1% cobalto, 5% molibdênio) e Seed+® (1% magnésio, 2,9% enxofre, 1,8% ferro, 2% zinco), totalizando oito tratamentos: T₁: Controle; T₂: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹); T₃: YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹); T₄:

¹Engenheira agrônoma, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal - Departamento de Botânica, Instituto de Biologia - Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão - RS. CEP: 96010-900, Brasil, carol_thiel24@hotmail.com

²Engenheira agrônoma, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal - UFPEL, gabriele.esp@gmail.com

³Engenheira agrônoma, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal - UFPEL, stefanianunespires@gmail.com

⁴Bióloga, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal - UFPEL, brunabiologia89@hotmail.com

⁵Engenheiro agrônomo, Mestre em Fisiologia Vegetal, italolucasmoraes@gmail.com

⁶Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, victorianschmitz@gmail.com

⁷Biólogo, Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal - UFPEL, juniortroyjack96@gmail.com

⁸Engenheiro Agrônomo, Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal - UFPEL, brandaocleiton@yahoo.com.br

⁹Engenheiro Agrônomo, Professor, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal - UFPEL, sdeuner@yahoo.com.br

YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹); T₅: Seed+® (2 mL kg⁻¹); T₆: Seed+® (4 mL kg⁻¹); T₇: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + Seed+® (2 mL kg⁻¹) e, T₈: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹) + Seed+® (2 mL kg⁻¹).

Após 24 horas do tratamento, as sementes foram dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com água destilada em 2,5 vezes a massa do papel (controle), e solução salina nas concentrações de 75 e 150 mM de cloreto de sódio (NaCl) (Boletim Técnico IRGA, 2011), com o intuito de observar o efeito dos produtos na proteção ao estresse salino. A germinação foi conduzida em câmara tipo B.O.D sob temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas.

Para mensurar o comprimento total (CT) e das raízes (CR) das plântulas, cada tratamento foi conduzido com quatro repetições compostas por quatro subamostras com 20 sementes distribuídas em duas linhas, localizadas no terço superior do papel germitest. Aos sete e 14 dias após a semeadura (DAS), 10 plântulas de cada tratamento foram medidas (comprimento total e raízes) com o auxílio de uma régua milimetrada e os resultados expressos em cm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos em esquema fatorial 8 x 3 (8 tratamentos x 3 concentrações salinas). Os dados foram submetidos à análise de variância (p≤0,05), e as médias comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, utilizando-se o ambiente estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento de sementes de arroz, cv. BRS Pampeira, com os produtos comerciais YaraVita® ZINTRAC™, YaraVita® RAIZ™ e Seed+®, promoveu incremento no crescimento de plântulas (Tabela 1). Na ausência de salinidade, a melhor resposta para o comprimento total de plântulas foi observada no tratamento com 4 mL kg⁻¹ de sementes do produto Seed+® (T₆), aos sete e 14 DAS. Entretanto, quando as sementes foram submetidas a 75 mM de NaCl, o comprimento total de plântulas, aos 14 DAS, foi favorecido pelos produtos YaraVita® RAIZ™ (T₃), Seed+® (T₆) e YaraVita® ZINTRAC™ + Seed+® (T₇). Para a maior concentração salina utilizada (150 mM), não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 1. Comprimento total de plântulas de arroz, cv. BRS Pampeira, aos sete e 14 DAS, em resposta ao tratamento das sementes com bioativadores em diferentes concentrações salinas.

		NaCl (mM)				NaCl (mM)				
		0	75	150	Média	Trat	0	75	150	Média
CT - sete DAS (cm)	T ₁	7,5 Aab*	3,6 Bd	1,8 Ca	4,3	T ₁	9,2 Aabc	9,2 Abc	3,0 Ba	7,1
	T ₂	5,9 Abc	4,1 Bcd	1,5 Ca	3,8	T ₂	8,3 Abc	8,5 Ac	1,8 Ba	6,2
	T ₃	5,5 Ac	5,2 Abcd	1,6 Ba	4,1	T ₃	7,7 Bc	11,7 Aa	2,4 Ca	7,3
	T ₄	5,3 Ac	3,5 Bd	1,5 Ca	2,9	T ₄	7,9 Ac	7,1 Ac	2,3 Ba	5,8
	T ₅	6,5 Aabc	4,9 Bbcd	1,7 Ca	4,4	T ₅	8,9 Aabc	9,4 Abc	3,2 Ba	7,2
	T ₆	7,8 Aa	6,1 Bb	1,7 Ca	5,2	T ₆	11,2 Aa	11,4 Aab	3,0 Ba	8,5
	T ₇	6,7 Babc	8,9 Aa	1,1 Ca	5,6	T ₇	9,7 Babc	12,9 Aa	1,6 Ca	8,1
	T ₈	6,7 Aabc	5,4 Abc	1,9 Ba	4,7	T ₈	10,6 Aab	9,1 Ac	2,9 Ba	7,5
	Média	6,48	5,21	1,41	-	Média	9,2	9,9	2,5	-
	CV %	24,75					20,99			

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05). CV: coeficiente de variação. T₁: Controle; T₂: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹); T₃: YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹); T₄: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹); T₅: Seed+® (2 mL kg⁻¹); T₆: Seed+® (4 mL kg⁻¹); T₇: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + Seed+® (2 mL kg⁻¹) e, T₈: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹) + Seed+® (2 mL kg⁻¹).

Conforme Silva et al. (2007) a semente necessita absorver água e mobilizar reservas, para

que o processo de germinação ocorra, porém, a presença de sal acarreta em dificuldade de absorção de água devido a diminuição do potencial osmótico do meio, essa menor absorção, por sua vez, diminui a velocidade de processos fisiológicos e bioquímicos da germinação, resultando em plântulas com crescimento reduzido. Portanto, a utilização de bioestimulantes na condição de estresse salino se torna uma boa alternativa, visto que estes produtos favorecem a expressão do potencial genético da planta, estimulando o crescimento radicular. Da mesma forma, propiciam maior resistência das plantas ao estresse hídrico, aumentando a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, aumentando as chances de sobrevivência das plantas em meio salino (VASCONCELOS, 2006).

O comprimento radicular das plântulas aos 14 DAS, na ausência do sal, não apresentou diferença significativa em resposta ao tratamento das sementes (Tabela 2). Porém, na presença de 75 mM de NaCl, aos sete DAS o T₇ (2 mL kg⁻¹ de YaraVita® ZINTRAC™ + 2 mL kg⁻¹ de Seed+®) promoveu incremento significativo em relação ao controle (sementes não tratadas) e aos 14 DAS esta resposta foi observada para o T₃ (2 mL kg⁻¹ de YaraVita® RAIZ™) e T₇. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, aos sete e aos 14 DAS, com a aplicação de 150 mM de NaCl.

Tabela 2. Comprimento radicular de plântulas de arroz, cv. BRS Pampeira, aos sete e 14 DAS, em resposta ao tratamento das sementes com bioativadores em diferentes concentrações salinas.

	Trat	NaCl (mM)				Média	Trat	NaCl (mM)				Média
		0	75	150				0	75	150		
CR – sete DAS (cm)	T ₁	4,3 Aa*	2,9 ABbc	1,8 Ba	3,0	CR - 14 DAS (cm)	T ₁	4,1 Aa	5,1 Abc	2,0 Ba	3,7	
	T ₂	2,7 Abc	2,9 Abc	1,5 Aa	2,4		T ₂	2,9 Aa	4,2 Abc	1,7 Ba	2,7	
	T ₃	2,5 Abc	3,8 Ab	1,6 Ba	2,6		T ₃	2,9 Ba	7,2 Aa	1,8 Ba	3,8	
	T ₄	2,4 Ac	1,9 Ac	0,8 Ba	1,4		T ₄	3,1 Aa	3,1 Ac	1,0 Ba	2,4	
	T ₅	3,2 Aabc	3,1 Abc	1,7 Aa	2,7		T ₅	3,3 Aa	4,4 Abc	1,9 Ba	2,9	
	T ₆	4,1 Aab	4,2 Ab	1,7 Ba	3,3		T ₆	4,5 Aa	6,2 Aab	1,9 Ba	3,9	
	T ₇	3,2 Babc	6,8 Aa	0,8 Ca	3,6		T ₇	3,5 Ba	7,7 Aa	0,9 Ca	3,9	
	T ₈	3,6 Aabc	3,5 Abc	1,4 Ba	2,8		T ₈	4,3 Aa	4,0 Ac	1,5 Ba	3,2	
	Média	3,25	3,64	1,31	-		Média	3,2	5,2	1,2	-	
	CV %	35,67					CV %	39,52%				

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05). CV: coeficiente de variação. T₁: Controle; T₂: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹); T₃: YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹); T₄: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹); T₅: Seed+® (2 mL kg⁻¹); T₆: Seed+® (4 mL kg⁻¹); T₇: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + Seed+® (2 mL kg⁻¹) e, T₈: YaraVita® ZINTRAC™ (2 mL kg⁻¹) + YaraVita® RAIZ™ (2 mL kg⁻¹) + Seed+® (2 mL kg⁻¹).

O YaraVita® RAIZ™ possui entre os componentes nutricionais de sua formulação 5% de Molibdênio e 4% de Nitrogênio, enquanto que YaraVita® ZINTRAC™ e Seed+® contém Zinco, nas proporções de 40% e 2%, respectivamente. Os íons molibdênio são cofatores de várias enzimas, incluindo a nitrato redutase e a nitrogenase, participando assim do metabolismo do nitrogênio. O amônio e o nitrato assimilados no ciclo do nitrogênio são convertidos a aminoácidos, que por sua vez são importantes na síntese de proteínas, e são compostos intermediários de hormônios vegetais, os quais estão ligados diretamente ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

O zinco tem função no metabolismo das plantas, atuando na síntese de diferentes enzimas (CHERIF et al., 2010) bem como, está envolvido na síntese de triptofano que é o precursor de diferentes hormônios vegetais, entre eles a auxina, que é responsável pela diferenciação e alongamento de raízes (OVERVOORDE et al., 2010), indicando que a sua utilização no tratamento de sementes auxilia na manutenção do crescimento inicial, mesmo quando as plantas estiveram

sob alta concentração salina. O crescimento radicular inicial é extremamente importante sob estresse salino, garantindo maior área para absorção de água e nutrientes e assegurando, dessa forma, a manutenção do crescimento e da viabilidade das plântulas.

CONCLUSÃO

O tratamento de sementes de arroz com os produtos YaraVita® ZINTRAC™, YaraVita® RAIZ™ e Seed+® apresenta significativa eficiência em promover o crescimento inicial de plântulas, tendo efeito positivo em condições de estresse salino a uma concentração de 75 mM de NaCl.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATANEO, A. C. FERREIRA, L. C.; CARVALHO, J. C. ANDREO-SOUZA, Y.; CORNIANI, N.; MISCHAN, M. M.; NUNES, J. C. Improved germination of soybean seed treated with thiamethoxam under drought conditions. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 248- 251, 2010
- CHERIF, J.; DERBEL, N.; NAKKACH, M.; BERGMANN, H.; JEMAL, F.; LAKHDAR, Z. B. Analysis of in vivo chlorophyll fluorescence spectra to monitor physiological state of tomato plants growing under zinc stress. **Journal of Photochemistry and Photobiology**, v. 101, p. 332 – 339, 2010.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento da safra brasileira de grãos (safra 2016/2017). 6º Levantamento: março/2018. Disponível em:< <http://www.conab.gov.br> > Acesso em: 06 mai. 2019.
- FAO. Food and Agriculture Organization, 2017: **Extent of salt affected soils**. Disponível em: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/salt-affected-soils/more-information-on-salt-affected-soils/en/>. Acesso em: 05 jun., 2019.
- GHROS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; FORMENTINI, T. C.; OLIVEIRA, M. L. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 776-783, 2012.
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz, 2011. Salinidade da água e do solo e seus efeitos sobre o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Boletim Técnico nº10. Disponível em: http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Periodicos/2011/Carmona_et_al_2011_Boletim_IRGA_10.pdf.
- OVERVOORDE, P.; FUKAKI, H.; BEECKMAN, T. Auxin control of root development. **Cold Spring Harbor Perspectives in Biology**, v. 2, p. 1 – 16, 2010.
- RIBEIRO, M. R. Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal. p.11-19. 2010.
- SILVA, R.N.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M; PEREIRA, A.L.; DUARTE, G.L. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 40-44, 2007.
- SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves-RS, 2014. 189 p. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/lista/552/outras-publicacoes>>. Acesso em: 28 maio, 2019.
- VASCONCELOS, A. C. F. de. Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e de soja. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006.
- WANG, Y.; ZHANG, L.; NAFISAH, A.; ZHU, L.; XU, J.; LI, Z. Selection efficiencies for improving drought/salt tolerances and yield using introgression breeding in Rice (*Oryza sativa* L.). **The Crop Journal**, v. 1, p. 134–142, 2013.