

PRODUÇÃO DE GRÃOS E ESTERILIDADE DE ESPIGUETAS DE CULTIVARES DE ARROZ SUBMETIDAS À TOXIDEZ DE ARSÊNIO

Júlia Gomes Farias¹; Pedro Arthur de Albuquerque Nunes²; Gabriel Schaich³; Marcos Nedel Hilgert⁴; Franciele Neis⁵; Leonardo Cocco Garlet⁶; Suzi Cerezer Uliana⁷; Sibila Trojahn Nunes⁸; Liana Veronica Rossato⁹; Bibiana Silveira Moraes¹⁰, Fernando Teixeira Nicoloso¹¹

Palavras-chave: arsenito, arroz irrigado, panículas, *Oryza sativa*, toxicidade,

INTRODUÇÃO

O arsênio (As) é tóxico para uma ampla gama de organismos, incluindo plantas e humanos. Os primeiros estudos sobre a toxidez de As enfocaram os efeitos residuais de pesticidas arsenicais (monometilarsenato) presentes no solo sobre plantas de arroz (*Oryza sativa*) (WELLS e GILMOUR, 1977). Adicionalmente, o As pode ocorrer em depósitos minerais, principalmente na forma de arsenopirita (FeAsS) e pirita arsenífera. A perfuração de poços para irrigação agrícola nesse tipo de rocha libera elevados níveis de As, que pode ser absorvido pelas plantas resultando na acumulação nos grãos (XIE e HUANG, 1998). A exposição de plantas não resistentes ao As causa considerável estresse fisiológico com sintomas que vão desde a inibição do crescimento radicular até a morte da planta (MEHARG e MACNAIR, 1991). Os efeitos do As sobre os vegetais têm recebido grande atenção, bem como os métodos de descontaminação do solo e da água (MANDAL et al., 1996). O cultivo do arroz devido sua grande importância agroeconômica em nível mundial e por ocupar várias áreas contaminadas por As tem despertado preocupações na comunidade científica (ABEDIN et al., 2002; CHAKRABORTI et al., 2004). Em função disso, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a variabilidade de comportamento de cultivares de arroz cultivadas no Sul do Brasil, através de parâmetros de comprimento de panículas, número de panículas por planta e de espiguetas, em relação à toxidez de As.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de cinco cultivares de arroz, utilizados no Sul do Brasil, BR/IRGA 409, BR/IRGA 410, IRGA 420, IRGA 423 e IRGA 424, foram obtidos do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), RS, Brasil. Estas sementes foram umedecidas com água destilada permanecendo à 25°C, no escuro, durante 24 horas. As sementes pré-germinadas foram transferidas para vasos plásticos revestidos com papel filtro e parcialmente fechados, sendo irrigadas com água destilada por sete dias. Após este período, as plântulas foram transferidas para vasos de plástico contendo seis kg de areia, onde receberam irrigação até o ponto de saturação com solução nutritiva contendo 0,36 mM (NH₄)₂SO₄, 0,54 mM MgSO₄.7H₂O, 0,18 mM de KNO₃, 0,36 mM Ca(NO₃)₂.4H₂O, 0,18 mM de KH₂PO₄, 40 µM NaEDTA-Fe.3H₂O, 12,14 µM MnCl₂.4H₂O, 18,8 µM H₃BO₃, 0,03 µM (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, 0,3 µM ZnSO₄.7H₂O e 0,32 µM CuSO₄.5H₂O. O pH da solução foi

¹ Bióloga, mestranda do programa de pós graduação em Agrobiologia, UFSM, R: Rodolfo Bher número 1795 CEP 97105440, fariasjuliag@hotmail.com.

² Graduando, Curso de Agronomia, UFSM, pedro_nunes@hotmail.com

³ Graduando, Curso de Agronomia, UFSM, gabrielschaich@yahoo.com.br

⁴ Graduando, Curso de Agronomia, UFSM, marcosfelis@hotmail.com

⁵ Bióloga, mestranda do programa de pós graduação em Agrobiologia, UFSM, franci_neis@yahoo.com.br

⁶ Graduando, Curso de Agronomia, UFSM, leonardococcogarlet@hotmail.com

⁷ Bióloga, mestranda do programa de pós graduação em Agrobiologia, UFSM, suzicerezer@gmail.com

⁸ Graduando, Curso de Agronomia, UFSM, bilanunes@yahoo.com.br

⁹ Bióloga, doutoranda do programa de pós graduação em Agronomia, UFSM, lianavr@yahoo.com.br

¹⁰ Eng. Agr., doutoranda do programa de pós graduação em Agronomia, UFSM, bibianamoraes@gmail.com

¹¹ Eng. Agr., Dr., Prof. Adjunto do Departamento de Biologia, CCNE, UFSM, fnicoloso@yahoo.com

corrigido para 5,5 antes da sua adição no substrato de cultivo. Irrigações diárias foram realizadas com solução nutritiva procurando manter a umidade através de avaliações por pesagem. A unidade experimental consistiu de um vaso contendo quatro plantas, sendo utilizado delineamento bifatorial 3x5 (três doses de As e cinco cultivares), inteiramente causalizado com quatro repetições. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação parcialmente climatizada. Após sete dias do transplante, deu-se o início dos tratamentos de As: 0 (controle), 2 e 10 μM na solução nutritiva. Quando as plantas emitiram a quarta folha, a solução nutritiva foi fornecida até a formação de uma lâmina d'água de aproximadamente 3 cm sendo matada assim até o fim do ciclo da cultura. Dos 133 aos 143 dias de exposição ao As, as plantas foram coletadas e separadas em colmo principal e perfilhos. Avaliaram-se o número e comprimento de panículas, número de grãos cheios e esterilidade de espiguetas por panícula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 observa-se comportamentos distintos entre as cultivares avaliadas quanto ao número e comprimento de panículas, bem como a esterilidade de espiguetas oriundas de colmo principal e perfilhos.

TABELA 1. Efeito de doses de As no comprimento e número de panículas por planta de cinco cultivares de arroz, Santa Maria, RS, 2011.

CULTIVAR	DOSE (μM de As)	COMPRIMENTO DE PANÍCULAS (cm)		NÚMERO DE PANÍCULAS (nº por planta)	
		COLMO PRINCIPAL	PERFILHO	COLMO PRINCIPAL	PERFILHO
BR/IRGA 409	0	20,45Aa	18,75Aa	1Aa	2,56Aa
BR/IRGA 409	2	19,85ABa	17,46ABa	1Aa	2,53Ca
BR/IRGA 409	10	19,01Ba	17,63Aa	1Aa	1,63Db
BR/IRGA 410	0	21,25Aa	19,98Aa	1Aa	2,30Ba
BR/IRGA 410	2	20,61Aa	18,88Aab	1Aa	2,16Da
BR/IRGA 410	10	18,76Bb	17,38Ab	1Aa	2,20Cb
IRGA 420	0	15,83Ca	15,05Ba	1Aa	2,83Aa
IRGA 420	2	15,60Da	14,40Ca	1Aa	2,77Cab
IRGA 420	10	15,83Ca	14,01Ba	1Aa	2,69Bb
IRGA 423	0	17,46Bb	15,33Bb	1Aa	2,80Ab
IRGA 423	2	17,71Cb	16,15BCb	1Aa	3,21Ba
IRGA 423	10	21,78Aa	19,13Aa	1Aa	3,26Aa
IRGA 424	0	17,73Ba	16,43Ba	1Aa	2,80ABc
IRGA 424	2	18,33BCa	16,46Ba	1Aa	3,89Aa
IRGA 424	10	18,46Ba	17,46ABa	1Aa	3,16Ab
CV (%)		28,53	29,87	0	58,09

Valores seguidos por letras maiúsculas diferentes diferem significativamente entre os cultivares na mesma dose de As pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as doses para um mesmo cultivar pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Nas espécies onde o perfilhamento é comum, tais como o arroz, os perfilhos são considerados estruturas benéficas porque aumentam o número de inflorescência por área e, consequentemente contribuem para o incremento do rendimento de grãos (ALMEIDA, 1998). Adicionalmente, se considerado como produção tecidual adicional aquela produzida inicialmente pelo colmo principal, o perfilhamento pode estar ligado a uma estratégia de diluição e ou translocação de metais pesados em plantas. Em vista disto o presente trabalho faz um comparativo entre colmo principal e perfilhos.

TABELA 2. Efeito da fitointoxicação por As em número de grãos cheios e espiguetas estéreis por panícula em cinco cultivares de arroz, Santa Maria, RS, 2011.

CULTIVAR	DOSE (μM de As)	GRÃOS CHEIOS (n° por panícula)		ESPIGUETAS ESTÉREIS (n° por panícula)		ESPIGUETAS TOTAIS (n° por panícula)	
		COLMO PRINCIPAL	PERFILHO	COLMO PRINCIPAL	PERFILHO	COLMO PRINCIPAL	PERFILHO
BR/IRGA 409	0	54,83Aa	39,33Aa	9,00Ca	7,33Aa	63,83Aa	46,66Aa
BR/IRGA 409	2	50,83Aab	35,50Aa	8,33BCab	4,00Ba	59,16Aa	39,50Aa
BR/IRGA 409	10	43,50Bb	30,50Ba	4,50Bb	7,16ABa	48,00Bb	37,66BCa
BR/IRGA 410	0	60,00Aa	40,83Aa	12,16BCa	5,83Aa	72,16Aa	46,66Aa
BR/IRGA 410	2	54,00Aa	31,83Ab	6,83BCa	1,83Ba	60,83Aa	33,66Ab
BR/IRGA 410	10	41,66Bb	34,16ABab	11,83Ba	4,83ABa	53,50ABb	39,00ABab
IRGA 420	0	34,50Ba	25,83Ba	16,33ABa	10,33Ab	50,83Ba	36,16Aa
IRGA 420	2	11,66Cb	14,33Ab	26,66Aa	18,83Aa	38,33Bb	33,16Aa
IRGA 420	10	28,66Ca	19,16Cab	24,00Aa	8,00ABb	52,66Ba	27,16Ca
IRGA 423	0	33,33Bb	26,50Bb	17,50Aa	11,50Aa	50,83Bb	38,00Ab
IRGA 423	2	37,83Bb	30,83Ab	15,83ABa	8,00Ba	53,66Ab	38,83Ab
IRGA 423	10	56,16Aa	40,83Aa	7,16Bb	9,50Aa	63,33Aa	50,33Aa
IRGA 424	0	37,16Ba	28,00Bb	3,16Da	6,00Aa	40,33Ba	34,00Aa
IRGA 424	2	48,66Aa	33,00Aab	3,66Ca	3,16Ba	52,33Aa	36,16Aa
IRGA 424	10	46,83Ba	41,66Aa	3,66Ba	3,66Ba	50,50Ba	45,33ABa
CV (%)		18,5	45,6	16,39	55,21	23,23	46,0

Valores seguidos por letras maiúsculas diferentes diferem significativamente entre os cultivares na mesma dose de As pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as doses para um mesmo cultivar pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Resultados observados na Tabela1, referentes à parâmetros de comprimento de panícula e número de panículas por planta oriundas de colmo principal e de perfilhos, indicam nítida separação entre as cultivares; em sensíveis ou tolerantes ao As.

Entre as cultivares sensíveis ao As, a BR/IRGA 410 apresentou redução em ambos parâmetros avaliados. Já as cultivares BR/IRGA 409 e IRGA 420 apresentaram redução apenas no número de panículas por planta. Quanto aos genótipos tolerantes ao As, destaca-se a cultivar IRGA 424 que apresentou aumento no número de panículas, enquanto que a cultivar IRGA 423 mostrou aumento significativo tanto no comprimento como no número de panículas por planta. Interessantemente, os efeitos dos tratamentos de As observados no comprimento e número de panículas também se manifestaram na esterilidade de espiguetas e no número de grãos cheios por panícula (tabela 2). Exceção a isto foi verificada na cultivar IRGA 420 que não apresentou alteração no número de grãos

cheios e esterilidade de espiguetas na maior dose de As, sofrendo alteração somente na dose de 2 μ M. Quanto à produção de grãos em resposta ao As, as cultivares BR/IRGA 409 e BR/IRGA 410 mostraram-se sensíveis, porém ambas não tiveram alteração na esterilidade de espiguetas em perfilhos, tendo a cultivar BR/IRGA 409 redução do número de espiguetas estéreis no colmo principal. Por outro lado, a cultivar IRGA 424 apresentou aumento no número de grãos cheios nas plantas perfilhos, que somado ao aumento do número de panículas por planta resultou no aumento da produção de grãos por planta.

A cultivar IRGA 423 teve aumento na produção de grãos tanto no colmo principal como na de perfilhos, fato que sugere novamente a tolerância desse genótipo ao As. Desse modo, constatou-se ampla variação entre as cultivares avaliadas, fato que justifica a importância de estudos subsequentes a fim de caracterizar a distribuição de As nos órgãos da planta, bem como a sua influência sobre os teores de macro e micronutrientes.

CONCLUSÃO

Verifica-se ampla variação de resposta ao As entre as cultivares de arroz avaliadas podendo-se separá-las em cultivares sensíveis e tolerantes. Destacando-se as cultivares IRGA 423 e IRGA 424 como tolerantes, BR/IRGA 409 e BR/IRGA 410 como sensíveis e IRGA 420 como intermediária.

AGRADECIMENTOS

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, FAPERGS - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEDIN, M.J.; FELDMANN, J.; MEHARG, A.A.. Uptake kinetics of arsenic species in rice (*Oryza sativa* L.) plants. *Plant Physiology* 128: 1120–1128, 2002.
- ALMEIDA, M.L. Modificação do afilamento de trigo e aveia pela qualidade de luz. 1998. 121 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de pós-graduação em Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CHAKRABORTI, D.; SENGUPTA, M.K.; RAHMAN, M.M.; AHAMED, S.; CHOWDHURY, U.K.; HOSSAIN, M.A.; MUKHERJEE, S.C.; PATI, S.; SAHA, K.C. Groundwater arsenic contamination and its health effects in the Ganga-Meghna-Brahmaputra plain. *Journal of Environmental Monitoring*, 6:74N–83N, 2004.
- MANDAL BK, ROY CHOWDHURY T, SAMANTA G, BASU GK, CHOWDHURY PP, CHANDA CR, LODH D, KARAN NK, DHAR RK. Arsenic in groundwater in seven districts of West Bengal, India: the biggest arsenic calamity in the world. *Current Science* 70: 976–986, 1996
- MEHARG AA, MACNAIR MR. The mechanisms of arsenate tolerance in *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv and *Agrostis capillaris* L. *New Phytologist* 119: 291–297, 1991.
- WELLS B, GILMOUR J. Sterility in rice cultivars as influenced by MSMA rate and water management. *Agronomy Journal* 69: 451–454, 1977.
- XIE, Z.M.; HUANG, C.Y. Control of arsenic toxicity in rice plants grown on an arsenic-polluted paddy soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29: 2471–2477, 1998.