

ACÚMULO DE CÁDMIO EM GENÓTIPOS DE ARROZ CULTIVADOS NO RIO GRANDE DO SUL

SILVANA ALVES ROSA¹; VICTORIA FREITAS DE OLIVEIRA²; RODRIGO MENDES PEREIRA³, VIVIANE KOPP DA LUZ⁴, BRUNO LEMOS BATISTA⁵, CAMILA PEGORARO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – rosasilvana2@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - vicdeol@gmail.com

³Universidade Federal do ABC – rodrigo.mprs@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – vivikp05@hotmail.com

⁵Universidade Federal do ABC – bruno.lemos@ufabc.edu.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – pegorarocamilanp@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O cádmio (Cd) é um metal pesado tóxico para plantas e animais. Está presente no solo de diferentes regiões do mundo, podendo ser absorvido pelas plantas e acumulado nas partes comestíveis, o que pode representar uma ameaça para a saúde humana (WANG et al. 2019). Dentre os cereais, o arroz (*Oryza sativa* L.) parece ser o que tem maior habilidade em acumular Cd (SUI et al. 2018; ZHAO; WANG, 2020). Nos países em que o arroz é alimento básico, ele se torna a principal fonte de contaminação de Cd (WANG et al. 2019). Nesse sentido, reduzir o acúmulo de Cd em grãos de arroz é importante para a obtenção de um alimento seguro e sem riscos para a saúde humana.

Para diminuir o acúmulo de Cd em grãos de arroz duas abordagens podem ser utilizadas, o manejo para reduzir a disponibilidade de Cd no solo e a utilização de genótipos com menor captação e translocação desse elemento para o grão (ZHAO; WANG, 2020). Com relação ao manejo, deve-se considerar a qualidade da água de irrigação, e o aumento do pH do solo, já que a acidez é a principal razão para absorção de Cd (CHEN et al. 2018). Analisando o germoplasma de arroz tem sido reportado grandes variações no acúmulo de Cd no grão entre os acessos, possibilitando a identificação de genótipos com menor acúmulo desse elemento (DUAN et al. 2017). Além disso, novos genótipos de arroz, com menor concentração de Cd no grão podem ser desenvolvidos (ZHAO; WANG, 2020).

O Japão é um dos países com maior contaminação de Cd a partir do arroz (HORIGUCHI et al. 2010), e no Brasil, não há informação suficiente sobre esse problema. Alguns estudos avaliando a presença de Cd em arroz cultivado no Brasil já foram conduzidos (MATAVELI et al. 2016; KATO et al. 2019), porém com um número reduzido de genótipos. Dessa forma, nesse estudo foi feita a quantificação do acúmulo de Cd nos grãos de uma coleção de genótipos de arroz cultivados Rio Grande do Sul, principal estado produtor do país. Além de fornecer uma visão geral dos genótipos de arroz quanto ao conteúdo de Cd, os acessos que apresentarem menor acúmulo desse elemento no grão podem ser cultivados visando a produção de alimento seguro, ou ser utilizados como fonte de variabilidade genética em programas de melhoramento.

2. METODOLOGIA

Oitenta e três acessos de arroz foram cultivados no sistema irrigado, em Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, na safra 2018/2019. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em que cada genótipo foi disposto em uma linha de semeadura, sendo essas de 1,5 m, espaçadas em 0,20 m. A semeadura foi feita manualmente, em densidade de 45 sementes viáveis por metro linear. Todo o manejo fitotécnico e fitossanitário foi realizado

conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz para o sul do Brasil (SOSBAI, 2016).

A colheita foi feita de forma manual. Após a secagem e trilha das panículas, os grãos passaram por beneficiamento em um mini engenho de provas (SUZUKI, model S21, MT). As amostras foram divididas em duas partes, uma parte foi apenas descascada e a outra foi descascada e polida, sendo classificadas como arroz integral e branco, respectivamente.

Ambas amostras foram moídas em moinho (MARCONI, modelo MA020, Brasil), pesadas (aproximadamente 0,1 g) e acondicionadas em tubos de polipropileno estéreis, com capacidade de 15 mL. As amostras foram enviadas para a Universidade Federal do ABC, para quantificação de Cd.

O ácido nítrico (HNO_3) utilizado para digestão foi purificado, e a água também passou por sistema de purificação. Foi adicionado 1 mL de HNO_3 aos tubos, os quais foram mantidos com as tampas semiabertas durante 24 h, para o processo de pré-digestão. Para a digestão, os tubos foram transferidos para banho-maria em 90 °C, durante 4 h, passando por agitação a cada 30 min. Após a digestão, quando as amostras atingiram temperatura ambiente, completou-se o volume de 15 mL com água ultra pura. Posteriormente procedeu-se análise por espectrômetro de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS 7900, Agilent). As condições operacionais do ICP-MS ocorreram de acordo com PANIZ et al. (2018). Os dados foram submetidos a análise de estatística descritiva e obteve-se a distribuição de frequências, compreendendo medidas de posição e de dispersão: média, valores mínimo e máximo, assimetria (S), curtose (K) e coeficientes de variação (CV). As análises foram feitas através da adoção do pacote estatístico SAS (SAS LEARNING EDITION, 2002). Os valores de referência adotados para o coeficiente de assimetria foram: $S = 0$, distribuição simétrica, $S < 0$, distribuição assimétrica negativa e $S > 0$, assimetria positiva. Quanto ao coeficiente de curtose, os valores de referência foram: $K=0$, distribuição normal (mesocúrtica); $K>0$, distribuição mais “afilada” que a normal (leptocúrtica); e $K<0$, distribuição mais achatada do que a normal (platicúrtica).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o conteúdo de Cd em grãos de arroz integral e branco, verificou-se que os genótipos avaliados apresentaram uma distribuição assimétrica positiva, e leptocúrtica (Tabela 1, Figura 1, Figura 2).

Nos dois tipos de grão, o acúmulo médio de Cd foi de 0,008 mg kg⁻¹ (Tabela 1). Em estudo similar, KATO et al. (2019) observaram acúmulo médio de 0,0186 mg kg⁻¹ em grãos integrais provenientes de quatro genótipos cultivados no Rio Grande do Sul. Os mesmos autores encontraram 0,0074 e 0,044 mg kg⁻¹ como acúmulo mínimo e máximo, respectivamente. No entanto, neste estudo observou-se um acúmulo mínimo de 0,001 mg kg⁻¹ e um acúmulo máximo de 0,02 mg kg⁻¹ (Tabela 1). Essa variação entre os estudos pode ser explicada pelo número de genótipos estudados e pelo efeito do ambiente.

Tabela 1. Resultados da análise estatística descritiva da concentração de Cd (mg kg⁻¹) em grãos de 83 genótipos de arroz integral e branco.

Variável	Média	V. mín.	V. máx.	S	K	CV%
Concentração de Cd (arroz integral)	0,00818	0,001257	0,02345567	1,0738	1,3329	58,0
Concentração de Cd (arroz branco)	0,00817	0,001080	0,02919167	1,8773	4,739	65,1

* S – coeficiente de assimetria, K – coeficiente de curtose, CV – coeficiente de variação.

Tanto para grãos do tipo integral quanto para os grãos do tipo branco, a maioria dos genótipos se localizou a esquerda da distribuição, com menor acúmulo de Cd (Figura 1, Figura 2). Os genótipos com maior acúmulo de Cd apresentaram $0,025 \text{ mg kg}^{-1}$ e $0,030 \text{ mg kg}^{-1}$, nos grãos do tipo integral e do tipo branco, respectivamente (Figura 1, Figura 2). No Brasil, o limite máximo de Cd é $0,4 \text{ mg kg}^{-1}$ (ANVISA, 2013), dessa forma, considerando o ambiente de estudo, nenhum genótipo de arroz representa risco para saúde.

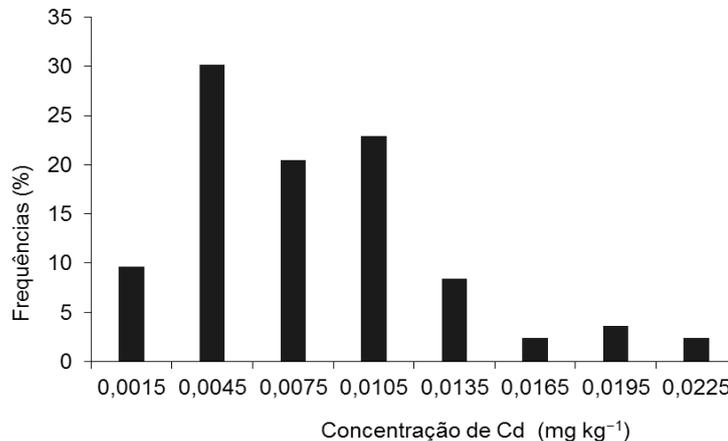


Figura 1. Distribuição de frequências de 83 genótipos de arroz integral quanto a concentração de Cd (mg kg^{-1}).

O processo de polimento pode levar a redução de alguns elementos benéficos, como é o caso do ferro (Fe) (MAGANTI et al. 2020), e de elementos tóxicos, como o arsênio (As) (YIM et al. 2017). No entanto, esse comportamento não foi observado para o Cd nos genótipos e ambiente estudados (Figura 1, Figura 2). Isso ocorre porque alguns elementos como o As são preferencialmente acumulados nas camadas mais externas dos grãos, diferente do que acontece com o Cd (ZHAO; WANG, 2020).

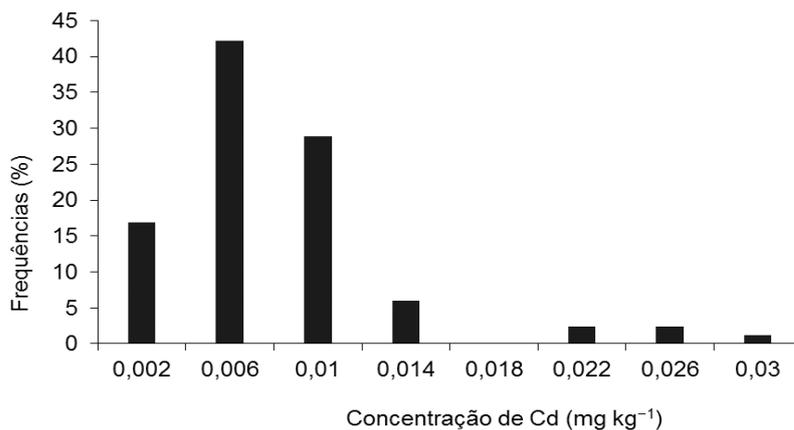


Figura 2. Distribuição de frequências de 83 genótipos de arroz branco quanto a concentração de Cd (mg kg^{-1}).

Neste estudo pode-se verificar a presença de variabilidade genética para acúmulo de Cd nos genótipos utilizados no Rio Grande do Sul (Figura 1, Figura 2). Este resultado é similar ao encontrado por DUAN et al. (2017), e demonstra a possibilidade de seleção de genótipos para cultivo e para utilização em programas de melhoramento.

4. CONCLUSÕES

O acúmulo de Cd em grãos de arroz do tipo integral e do tipo branco, provenientes de diferentes genótipos cultivados no Rio Grande do Sul, está abaixo do limite permitido no Brasil. Dessa forma, considerando o conteúdo de Cd, o consumo de arroz não representa risco para saúde humana.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2013. Limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Acessado em 30 de Agosto de 2020. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0042_29_08_2013.pdf/c5a17d2d-a415-4330-90db-66b3f35d9fbd.
- CHEN, H.P., ZHANG, W., YANG, X., WANG, P., MCGRATH, S.P., ZHAO, F-J. Effective methods to reduce cadmium accumulation in rice grain. **Chemosphere**, v. 207, p. 699–707, 2018.
- DUAN, G.L., SHAO, G.S., TANG, Z., CHEN, H.P., WANG, B.X., TANG, Z., YANG, Y.P., LIU, Y.C., ZHAO, F.J. Genotypic and environmental variations in grain cadmium and arsenic concentrations among a panel of high yielding rice cultivars. **Rice**, 10:9, 2017.
- HORIGUCHI, H., AOSHIMA, K., OGUMA, E., SASAKI, S., MIYAMOTO, K., HOSOI, Y., KATOH, T., KAYAMA, F. Latest status of cadmium accumulation and its effects on kidneys, bone, and erythropoiesis in inhabitants of the formerly cadmium-polluted Jinzu River Basin in Toyama, Japan, after restoration of rice paddies. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 83, p. 953–970, 2010.
- KATO, L.S., FERNANDES, E.A.N., RAAB, A., BACCHI, M.A. Arsenic and cadmium contents in Brazilian rice from different origins can vary more than two orders of magnitude. **Food Chemistry**, v. 286, p. 644-650, 2019.
- MATAVELI, L.R.V., BUZZO, M.L., ARAUZ, L.J., CARVALHO, M.F.H., ARAKAKI, E.E.K., MATSUZAKI, R., TIGLEA, P. Total Arsenic, Cadmium, and Lead Determination in Brazilian Rice Samples Using ICP-MS. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**. 2016:3968786, 2016.
- MAGANTI, S., SWAMINATHAN, R., PARIDA, A. Variation in Iron and Zinc Content in Traditional Rice Genotypes. **Agricultural Research**, v. 9, p. 316–328, 2020.
- PANIZ, F.P., PEDRON, T., FREIRE, B.M., TORRES, D.P., SILVA, F.F., BATISTA, B.L. Effective procedures for the determination of As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Th, Zn, U and rare earth elements in plants and foodstuffs. **Analytical Methods**, v. 10, p. 4094–4103, 2018.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS: Statistical Analysis System-Getting Started with the SAS Learning Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002, 86p.
- SUI, F-Q., CHANG, J-D., TANG, Z., LIU, W-J., HUANG, X-Y., ZHAO, F-J. Nramp5 expression and functionality likely explain higher cadmium uptake in rice than in wheat and maize. **Plant Soil**, v. 433, p. 377–389, 2018.
- YIM, S.R., PARK, G.Y., LEE, K.W., CHUNG, M.S., SHIM, S-M. Determination of total arsenic content and arsenic speciation in different types of rice. **Food Science and Biotechnology**, v. 26, p. 293–298, 2017.
- WANG, W., YAMAJI N., MA, J.F. Molecular Mechanism of Cadmium Accumulation in Rice. In: HIMENO, S., AOSHIMA, K. (eds) **Cadmium Toxicity. Current Topics in Environmental Health and Preventive Medicine**. Springer, Singapore. 2019.
- ZHAO, F-J., WANG, P. Arsenic and cadmium accumulation in rice and mitigation strategies. **Plant and Soil**, v. 446, p. 1–21, 2020.