

PERDAS DE P E K EM SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO DE ARROZ VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Jéssica Tais Kerkhoff; Cláudia Alessandra de Barros; Gabriele Victória de Godoy Jorge da Costa Franco; Mara Grohs; Luana Pinheiro Martins; Juliana Moura; Endiele Lopes dos Santos;

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., nutrientes, contaminação, cursos hídricos, economia.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais de maior consumo mundialmente, sendo que o Brasil ocupa o 9º lugar no ranking de produção mundial produzindo em torno de 11 milhões de toneladas por ano (FAO, 2018). Dessa produção, a região Sul, com destaque para o Rio Grande do Sul, representa 70% da produção nacional (SOSBAI, 2018), produção que é atribuída ao cultivo em sistema irrigado, que apresenta maior produtividade em relação ao arroz de sequeiro (BEUTLER et al., 2012). No RS os sistemas de produção de arroz utilizados são cultivo mínimo, semeadura direta, convencional e pré-germinado, nesse contexto o sistema convencional corresponde a 30% da área (SOSBAI, 2018).

Por outro lado, o sistema de arroz irrigado, pode apresentar potencial de contaminação dos recursos hídricos em função da forma como é manejado (MANFREDINI, 2017), os quais estão associados a transferência de diferentes elementos químicos, da lavoura para os cursos de água durante o cultivo. Nesse sentido, cada vez mais busca-se um uso eficiente e racional dos fertilizantes, considerando que estes estão entre os fatores que colaboram para aumento do custo de produção (FAGUNDES et al., 2021), principalmente os macro nutrientes como o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K). Além disso, o P está entre os elementos mais presentes na água da drenagem em lavouras de arroz, podendo gerar a eutrofização das águas (MACHADO et al., 2006).

Com base nisso, este trabalho teve como objetivo avaliar a concentração dos teores de P e K presente na água de irrigação de arroz irrigado em sistema convencional, além de realizar uma simulação com base na concentração média simulando uma drenagem no final do ciclo e quantificar em reais esta saída.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Cachoeira do Sul-RS, junto a estação experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA, durante a safra de 2020/21. O experimento foi conduzido com sistema de cultivo convencional. Anteriormente a instalação do estudo, o mesmo estava em pousio durante três anos. A área útil utilizada era de 6.200m². Para a caracterização do sistema de cultivo, o preparo do solo foi realizado pouco antes da semeadura do arroz, no dia 08/10/2020, com sucessivas gradagens, com posterior aplainamento e envaletamento. Após isso, no dia 20/10/2020 foi realizada a semeadura, utilizando-se a cultivar IRGA 424 RI, em densidade de 100 kg ha⁻¹. A adubação de base foi realizada na mesma oportunidade utilizando para tal a fórmula 04-17-27 a uma dosagem de 340 kg ha⁻¹, sendo metade aplicada na linha de semeadura e a outra metade a lanço. A irrigação definitiva da lavoura ocorreu no dia 18/11/2020. O manejo de herbicidas e inseticidas foi realizado conforme a necessidade, seguindo as Recomendações Técnicas para a cultura do Arroz Irrigado (SOSBAI, 2018). Por ocasião da irrigação definitiva (estádio V3) foi realizada uma aplicação de N, na forma de ureia, na dose de 126 kg ha⁻¹ N e de 38 kg ha⁻¹ de K (00-00-60). No estágio vegetativo V6 (11/12/2020), foi realizada a segunda aplicação de N a uma dose de 25 kg ha⁻¹ na forma de ureia cloretada (30-00-20), e a última sucedeu-se no estágio R1 (27/12/2012) na dose de 20 kg ha⁻¹ de N, com ureia (45-00-00).

Para a determinação dos teores de P e K, as coletas de água (e sedimentos) foram realizadas em três pontos, objetivando demonstrar o percurso da água, proveniente da Barragem do Capané, desde o ponto de captação até a lavoura de arroz, sendo eles: (i) comporta - captação de água, (ii) canal de irrigação, e (iii) quadro de arroz em sistema de cultivo convencional; e (iv) quando ocorria saída de água pela ocorrência de eventos de precipitação um quarto ponto denominado excesso, era coletado. Eram amostradas três replicatas, e realizada a leitura da lâmina de água no quadro em diferentes pontos. Desta forma as coletas ficaram compreendidas no período de 09/10/2020 a 23/02/2021.

Das três amostras coletadas em cada local, uma amostra foi para determinação de nitrogênio mineral total (não apresentado aqui) e as duas outras amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Conservação de solo e da água/UFRGS. Uma das amostras foi utilizada para determinação de parâmetros físico-químicos da água (não apresentados aqui), e a outra repetição para a análise de P e K. Para tal, uma alíquota foi filtrada em membrana de 0,45 µm de porosidade representando a fração dissolvida, já a outra fração composta de sedimento e água (fração total), passou pelo processo de digestão ácida (U.S. EPA, 1996). Posteriormente ambas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos - LAS da UFRGS, para leitura através da espectrometria de emissão atômica acoplada com plasma (ICP -OES Perkin Elmer Modelo 7300). A fração particulada foi obtida por meio da diferença entre a fração total e a dissolvida.

Após a obtenção dos resultados, estes foram submetidos a geração de médias, máximas e mínimas entres as distintas datas para cada ponto de coleta. E por fim, as concentrações médias de P e K durante todo o cultivo de arroz, foram utilizadas para simular uma drenagem no final do cultivo, assim foi utilizada a concentração média de P e K (g L⁻¹), a área e lâmina média de água durante o cultivo para determinação de volume. Deste modo, utilizou-se concentração, por volume e área para ter um máximo de Kg de cada elemento sendo transferido para fora da lavoura e foram utilizadas formulações com concentrações conhecidas para verificar quanto isso resultaria em reais. Para a valoração desta transferência foram utilizados o superfosfato triplo e cloreto de potássio com tabela de custos da tonelada no mês de março de 2022, do

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resolução Conama N° 37 de 2005, estabelece diretrizes para classificação dos corpos de água, e além disso parâmetros para lançamento de efluentes. Entretanto, não existem parâmetros e nem definições concretas a respeito de águas oriundas de áreas agrícolas, que podem ser lançadas em corpos hídricos e ainda, os parâmetros pré estabelecidos estão restritos a um número de elementos.

O potássio exerce um papel fundamental para as plantas de arroz, pois é responsável pelo aumento da resistência das plantas a doenças (SILVA et al., 2020), sendo muito móvel no solo, sendo sujeito a lixiviação, podendo contaminar rios e lençóis freáticos (RIBEIRO, et al., 2014). No período de monitoramento as médias para K dissolvido ficaram entre 0,93 a 3,78 mg L⁻¹, sendo que para K na fração particulada estas foram de 0,03 a 0,36 mg L⁻¹, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Concentração média, máxima, mínima, desvio padrão (DV) e coeficiente de variação (CV) para teores de K mg L⁻¹ nas frações dissolvida e particulada.

Local de coleta	K (mg L ⁻¹)			DV	CV	N ¹	K (mg L ⁻¹)			DV	CV	N ¹
	Dissolvido						Particulado					
	MAX	MED	MIN				MAX	MED	MIN			
Comporta	1,32	0,93	0,18	0,27	0,29	33	0,75	0,17	0,00	0,24	1,41	20
Canal	1,30	0,88	0,02	0,31	0,35	31	0,75	0,16	0,00	0,23	1,44	25
Quadro	21,03	3,04	0,32	4,59	1,51	28	2,39	0,36	0,00	0,74	2,02	19
Excesso	13,64	3,78	0,65	4,58	1,21	7	0,17	0,03	0,00	0,08	2,24	5

¹ Número total de amostras por local de coleta.

Ainda, pode-se perceber que as maiores concentrações ocorram na água da lavoura, quando se considera a fração dissolvida, com valor extremamente alto (21,03 mg L⁻¹) logo após a irrigação definitiva, se comparado a média. Quando se considera a água drenada da lavoura de arroz, Marchezan et al. (2007), encontraram valores médios que variaram de 0,01 a 0,16 mg L⁻¹.

O fósforo é um elemento importante na realização de processos biológicos, entretanto altos teores presentes na água podem acarretar em eutrofização das águas e redução de oxigênio (MATTOS et al., 2009), por isso apesar de não haver uma legislação vigente para teores mínimos para águas a serem lançadas em cursos hídricos, é necessário cautela quanto a isso. Ainda, as águas de classe III conforme a Resolução N° 357/05 do CONAMA podem ser destinadas a irrigação, e para o enquadramento nesta são toleráveis baixos níveis de fósforo sendo o máximo permitido 0,15 mg L⁻¹. Poucos estudos tem sido realizados nesta área, um deles desenvolvido por Zang et al. (2021), afirmam que para sistemas de arroz pré-germinado a prática da drenagem não é recomendada devido a altos teores de turbidez, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio e fósforo presentes na água. Britto et al. (2016), avaliando o a influência da produção de arroz na qualidade da água obteve valores médios de 0,025 mg L⁻¹ de P, sendo este o limite permitido pela Resolução N° 357/05 do CONAMA para corpos d'água classe II.

A tabela 2, expressa os valores médios obtidos na fração dissolvida para P, que foram de 0,01 a 0,03 mg L⁻¹, e no particulado de 0 a 1,12 mg L⁻¹, demonstrando que apenas a fração particulada já apresenta valores acima dos permitidos para P total, e ainda analisando valores máximos pode-se verificar que em determinados momentos estes valores são extremamente altos em relação aos toleráveis e com isso os riscos ambientais tendem a ser maiores.

Tabela 2: Concentração média, máxima, mínima, desvio padrão (DV) e coeficiente de variação (CV) para teores de P mg L⁻¹ nas frações dissolvida e particulada.

Local de coleta	P (mg L ⁻¹)			DV	CV	N ¹	P (mg L ⁻¹)			DV	CV	N ¹
	Dissolvido						Particulado					
	MAX	MED	MIN				MAX	MED	MIN			
Comporta	0,07	0,01	0,00	0,02	1,28	33	5,42	0,63	0,00	1,62	2,57	20

CONCLUSÃO

A água proveniente de uma lavoura de arroz irrigada conduzida no sistema de cultivo convencional demonstra perda dos elementos fósforo e potássio. E esta saída pode resultar em perda econômica aos orizicultores. Há escassez de informações relativas aos parâmetros estudados, torna necessário a realização de mais estudos nesta temática.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa para realização do mestrado em Ciência do Solo. Ao IRGA pela parceria para desenvolvimento do estudo e financiamento de parte do estudo. À FAPERGS pela concessão da bolsa de iniciação científica ao sétimo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEUTLER, Amauri Nelson et al. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, p. 1601-1607, 2012.
- BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente.
- DA SILVA, Mellissa Ananias Soler et al. Adubação do arroz irrigado com N, P e K em várzeas do Cerrado. 2020.
- DE JESUS SALES, João Marcos et al. Variabilidade espaço-temporal da qualidade da água em área de agricultura irrigada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 14, n. 3, p. 4071-4085, 2020.
- FAGUNDES, Thainara; DE SIQUEIRA, Taiane Rios; DE GREGORI, Roberto. Análise de retorno financeiro de lavouras de arroz nos anos de 2019 e 2020 em três municípios do RS. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*. 2021.
- FAO. FAOSTAT. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- MACHADO, Sérgio Luiz de Oliveira et al. Consumo de água e perdas de nutrientes e de sedimentos na água de drenagem inicial do arroz irrigado. *Ciência Rural*, v. 36, p. 65-71, 2006.
- MANFREDINI, Márcio Fermo. Os impactos ambientais na produção de arroz no município de Santo Antônio da Patrulha/RS. 2017.
- MARCHEZAN, Enio; CAMARGO, Edinalvo Rabaioli; SEGABINAZZI, Tommi. Manejo dos fertilizantes fosfatados e potássicos em arroz irrigado no sistema pré-germinado. *Bragantia*, v. 66, p. 219-226, 2007.
- MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. S.; Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado-Sistema de Produção 17 (INFOTECA-E), Pelotas, 2009.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32., 2018, Farroupilha. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018. 205 p.
- RIBEIRO, Pedro Henrique Pinto et al. Distribuição de potássio aplicado via vinhaça em latossolo vermelho amarelo e nitossolo vermelho. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, v. 8, n. 5, p. 403-410, 2014.
- US EPA. 1996. "Método 3050B: Digestão ácida de sedimentos, lamas e solos" Revisão 2. Washington, DC.
- ZANG, Marthin et al. Qualidade das águas drenadas dos quadros de arroz irrigado durante o estabelecimento do cultivo no sistema pré-germinado. *Revista Ambiente & Água*, v. 16, n. 2, 2021.