
EVOLUÇÃO TEMPORAL DO FÓSFORO E POTÁSSIO NO SOLO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

Ramiro Samaniego

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Manejo e Conservação do Solo e da Água
E-mail: ramirosamaniego@hotmail.com

Ademir de Oliveira Ferreira

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Manejo e Conservação do Solo e da Água
E-mail: aoferreira1@yahoo.com.br

Telmo Jorge Carneiro Amado

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Manejo e Conservação do Solo e da Água
E-mail: florestatel@hotmail.com

RESUMO - Os processos e os atributos do solo que determinam o desempenho e a produção das culturas, bem como o impacto da agricultura ao meio ambiente, variam no espaço e no tempo. Por essa razão, o conhecimento da variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção da cultura é o primeiro passo para adoção, com êxito, do sistema de agricultura de precisão. O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução temporal dos teores de fósforo e potássio no solo e sua relação com o saldo (aplicação/exportação). Os experimentos foram conduzidos em duas áreas do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, situadas nos municípios de Almirante Tamandaré e Tio Hugo. Os solos de ambas as regiões foram classificados como Latossolo Vermelho argiloso. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR 5.0, (FERREIRA, 2010) utilizando o teste de Tukey a 5% de significância. Para a obtenção das curvas de resposta foi utilizado o procedimento da análise de regressão pelo programa JMP IN® Version 3.2.1. As áreas apresentaram no início do estudo uma grande variabilidade espacial nos teores de P e K no solo, os quais foram reduzidos mediante uso de práticas de AP. A relação entre o saldo e evolução temporal dos teores de fósforo e potássio foi significativa em ambos os locais estudados. A evolução dos teores de potássio foi alta quando o saldo se encontrava em níveis baixos e a evolução foi baixa, quando o saldo de K₂O se encontravam em níveis altos. A evolução dos teores de fósforo foi alta quando o saldo se encontrava em níveis baixos. Na média dos dois solos foram necessários aplicar 5 kg ha⁻¹ de K₂O para elevar 1 mg dm⁻³ de K no solo.

Palavra - chave: agricultura de precisão, variabilidade.

TEMPORAL EVOLUTION OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN THE SOIL UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT - The processes and soil attributes that determine the performance and yield of crops as well as the impact of agriculture on the environment, vary in space and time. Therefore, knowledge of the spatial and temporal variability of factors of production of culture is the first step towards adoption, successfully, the system of precision agriculture. The objective of this study was to evaluate the changes of phosphorus and potassium in the soil and its relation to the balance (application/export). The experiments were conducted in two areas of the middle plateau region of Rio Grande do Sul, in the towns of Admiral Tamandare and Tio Hugo. The soils of both regions were classified as clayey Oxisol. The results were submitted to variance analysis by the program SISVAR 5.0, (FERREIRA, 2010) using the Tukey test at 5% significance level. To obtain the response curves was used the procedure of regression analysis by the program JMP IN Version 3.2.1. The areas at the beginning of the study showed a large spatial variability in the levels of P and K in the soil, which were reduced by use of AP practices. The relationship between balance and time course of phosphorus and potassium was significant in both study sites. The evolution of exchangeable potassium was high when the stock was at low levels and the outcome was low when the balance of K₂O were at higher levels. The evolution of phosphorus was high when the balance was low. The average of both soils were required to apply 5 kg ha⁻¹ of K₂O to raise 1 mg dm⁻³ K in the soil.

Key - words: precision agriculture, variability.

INTRODUÇÃO

A necessidade de aproveitar melhor os insumos e economizá-los na maior medida possível nos leva à obrigação de conhecer a fundo nossos solos e sistemas de produção. Explorá-los em profundidade para saber, assim, as respostas que terão nossos insumos ao serem aplicados ao solo, para evitar possíveis práticas deficientes ou excessivas. Como os demais nutrientes, a aplicação adequada de fertilizantes representa em economia e incrementos na rentabilidade ao produtor.

A agricultura de Precisão (AP) surgiu como possível solução destes problemas, ela consiste em um pacote inovador e tecnológico que traz consigo muitas informações que devem ser manejadas com certo critério de conhecimento para tirar o máximo de proveito dos dados obtidos (MOLIN et al. 2010). É diferente a todo tipo de sistema praticado anteriormente, já que é possível demonstrar a variabilidade espacial e temporal da fertilidade existente no solo, assim como as diferenças da produtividade numa determinada área. Através da interpretação dos mapas de diagnóstico de nutrientes do solo, será possível realizar aplicações à taxa variada de acordo com o teor estocado no solo, as necessidades da cultura e a expectativa de produção do agricultor. Segundo MALAVOLTA (2007), é fundamental o uso de tecnologias, como a AP, a fim de proporcionar um aumento na eficiência do uso dos fertilizantes, pois alguns deles estão com suas reservas em nível de esgotamento. As aplicações à taxa variável de fertilizantes objetiva pôr no local correto (espaço) e no momento adequado (tempo), as quantidades de insumos necessários (quantidade) (DOBERMANN; PING, 2004). Desta forma, busca-se alocar, da melhor forma, os insumos de produção, reduzindo os custos, aumentando a produtividade e diminuindo os riscos de contaminação ambiental.

O solo apresenta uma heterogeneidade e sua variabilidade espacial, horizontal e vertical dependem dos fatores de sua formação e estão diretamente relacionadas ao manejo dos mesmos (SOUZA et al., 2007). As aplicações de fertilizantes em taxa variável, baseada na variabilidade do solo dentro de um campo, têm um potencial para reduzir sub e super fertilizações e, assim, melhorar a eficiência de uso de fertilizantes, o rendimento das culturas e o lucro líquido da propriedade (FIEZ et al., 1994).

O balanço de nutrientes é uma das ferramentas para avaliação do uso de fertilizantes. Para que a produção agrícola seja uma atividade sustentável, é necessário que os nutrientes removidos do solo sejam repostos por meio da aplicação de fertilizantes e estes alcancem elevados índices de aproveitamento (CUNHA et al. 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução temporal dos teores de fósforo e potássio no solo e sua relação com o saldo (aplicação/exportação).

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição das áreas experimentais

As áreas utilizadas para o estudo são lavouras agrícolas destinadas à produção comercial de grãos, que pertencem a produtores associados à Cooperativa Cotrijal, os quais fazem parte do Projeto Aquarius (<http://w3.ufsm.br/projetoaquarius/>). Selecionaram-se duas áreas, localizadas em dois municípios diferentes na região do Planalto Médio no Rio Grande do Sul.

A primeira área pertence ao produtor Luciano de Mattos situada no município de Almirante do Tamandaré, nas coordenadas geográficas com ponto central de 28°06'43" (S) e 52°56'27" (O), e está em uma altitude média de 572 metros, usando *datum* WGS84. No local as avaliações foram realizadas em quatro safras de produção de grãos, nas seqüências de culturas soja, milho, soja, soja no sistema de plantio direto durante o período de 2005 a 2009.

A segunda área pertence aos produtores Luiz e Paulo Marquetti e encontra-se localizada no município de Tio Hugo, nas coordenadas geográficas com ponto central de 28°35'06" (S) e 52°36'30" (O), encontra-se numa altitude média de 512 metros. As avaliações neste local foram realizadas em quatro safras de produção, com a soja como única cultura em todas as safras, trabalhadas em sistema de plantio direto. Resultados de análise química do solo de ambas as áreas, quando da implantação dos experimentos, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Principais características dos solos investigados no início dos experimentos.

Local	Solo	Pro f. m	M. O. %	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K dm ⁻³	Argil a g kg ⁻¹
Almirant e	Latosso	0- 10	4,0	6,0	2 2	18 2	616
Tamand aré	Argilos						
Tio Hugo	Latosso	0- 10	3,06	5,7	2 3	18 5	520
	Argilos						

Os solos de ambas as regiões foram classificados como Latossolo Vermelho argiloso (EMBRAPA, 2006), os quais segundo suas características são bem drenados, profundos, com altos teores de argila e com relevos considerados como suavemente ondulados.

As áreas em estudo totalizam 43,1 ha. Para efeito de estudo somente os cultivos de verão foram avaliados, já que estas são as que exportam maiores quantidades de nutrientes do solo e recebem doses elevadas de fertilizantes. Foram analisadas às saídas dos nutrientes (P e K) do sistema solo-planta pela exportação

de grãos, e calculadas às entradas via aplicações de fertilizações.

As lavouras foram trabalhadas de forma georreferenciadas para obter-se um manejo localizado das mesmas, o mapeamento foi realizado com o auxílio de um GPS (Garmin). Realizou-se a demarcação das áreas contornando seus vértices, seguidamente os dados foram trabalhados com o Software “Sistema CR – Campeiro 6” desenvolvido pelo Setor de Geomática da UFSM (GIOTTO e ROBAINA, 2007), mediante o qual se realizou a geração dos mapas e as malhas de amostragens de solo, a grade de amostragem utilizada foi de 100 x 100 m.

As coletas das amostras de solos foram feitas nos anos de 2005, 2007 e 2009 na profundidade de 0 - 0,10 m. A metodologia de coleta das amostras foi de acordo com a COMISSÃO... (2004). A determinação das propriedades químicas foi realizada segundo TEDESCO et al. (1995).

O ingresso de nutriente em cada ponto foi determinado segundo a quantidade de fertilizante aplicado ao sistema solo. Para cada local determinou-se a quantidade de P_2O_5 e de K_2O que foram adicionados. As aplicações dos fertilizantes foram realizadas à taxa variada. O equipamento utilizado foi regulado para realizar as aplicações em uma largura de trabalho de 20 m.

Para avaliação da exportação dos nutrientes do sistema foram utilizados os dados obtidos no rendimento das culturas e os valores exportados pelo nutriente para cada tonelada de grãos produzidos, dados de acordo com a COMISSÃO... (2004).

Não foram levadas em consideração para fins de cálculos as perdas de nutrientes causadas no sistema solo-planta.

Os saldos dos nutrientes de P e K, foram calculados pela diferença encontrada entre o ingresso e a exportação das culturas, dados pela equações 1 e 2, (FIORIN, 2008).

$$\text{Saldo (P)} = \text{Adição de P} - \text{Exportação de P} \quad (1)$$

$$\text{Saldo (K)} = \text{Adição de K} - \text{Exportação de K} \quad (2)$$

O estudo se baseou nas faixas de fertilidade previamente definidas pela Comissão Técnica do Projeto Aquarius, onde para os P foram desenvolvidas duas classes baseados no teor de argila dos solos, para a Classe 1: Muito Baixo ($< 5 \text{ mg dm}^{-3}$), Baixo ($5 \text{ a } 10 \text{ mg dm}^{-3}$), Médio ($10 \text{ a } 15 \text{ mg dm}^{-3}$), Ideal ($15 \text{ a } 24 \text{ mg dm}^{-3}$), Alto ($24 \text{ a } 48 \text{ mg dm}^{-3}$) e Muito Alto ($> 48 \text{ mg dm}^{-3}$). Classe 2: Muito Baixo ($< 6 \text{ mg dm}^{-3}$), Baixo ($6 \text{ a } 10 \text{ mg dm}^{-3}$), Médio ($10 \text{ a } 15 \text{ mg dm}^{-3}$), Ideal ($15 \text{ a } 30 \text{ mg dm}^{-3}$), Alto ($30 \text{ a } 50 \text{ mg dm}^{-3}$) e Muito Alto ($> 50 \text{ mg dm}^{-3}$).

Para cada local foram determinadas as quantidades de P_2O_5 que são necessárias adicionar ao solo para elevar 1 (um) mg dm^{-3} , calculadas pela equação 3 (SANTI, 2007).

$$\text{CTA} = \frac{\text{QNA} - \text{QNE}}{\text{TFN} - \text{TIN}} \quad (3)$$

Em que:

CTA= Capacidade Tampão Aparente (kg ha^{-1})

QNA= Quantidade de Nutriente Adicionado no solo (kg ha^{-1})

QNE= Quantidade de Nutriente Exportado do solo (kg ha^{-1})

TFN= teor final do nutriente no solo

TIN= teor inicial do nutriente no solo

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa computacional SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2010) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Equações de regressão foram utilizadas para avaliar a relação entre saldo e evolução de P e K. As análises de regressão foram feitas pelo programa JMP IN versão 3.2.1 (SALL et al., 2005), utilizando-se o teste F ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Evolução temporal do fósforo

Em Almirante Tamandaré, os valores de P no solo em 2005 variaram de $9,7 \text{ a } 39,0 \text{ mg dm}^{-3}$ com um teor médio de $21,7 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo que 26 % da área se encontravam abaixo do limite ideal estipulado pela comissão técnica do projeto. Comparando-se com o ano de 2009, onde os teores no solo foram de $19 \text{ e } 43 \text{ mg dm}^{-3}$, com uma média de $31,8 \text{ mg dm}^{-3}$, assim se conseguiu elevar o 100 % dos pontos para as faixas ideal e alta (Figura 1).

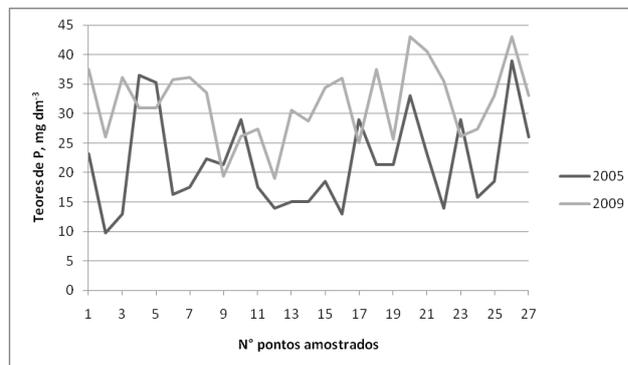


Figura 1. Evolução dos teores de fósforo no solo. Almirante Tamandaré - RS. Ano 2005 e 2009.

De forma geral obteve-se o aumento dos teores de P e uma redução da variabilidade da área.

Na medida em que as aplicações foram maiores do que as exportações da cultura, os teores no solo aumentaram (Figura 2). Segundo BERARDO et al. (1997) isto ocorre pelo excesso de P adicionado ao solo quando comparado ao removido pelos grãos durante a colheita, gerando-se um efeito residual. Dados estes ratificados por FATECHA (2010) em solos do Paraguai.

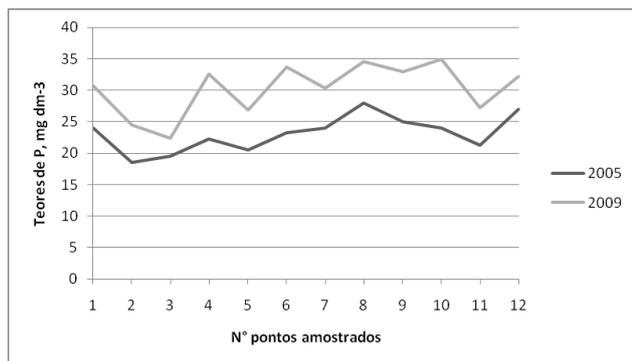


Figura 2. Evolução dos teores de fósforo no solo. Tio Hugo - RS. Ano 2005 e 2009.

Na segunda propriedade situada no município de Tio Hugo no ano de 2005 os valores dos teores no solo mínimo, médio e máximo de P foram de 18,5; 23,1 e 28 mg dm⁻³ respectivamente (Figura 2). Nesta área todos os pontos já se encontravam dentro da faixa ideal no início do estudo, o que levou a diminuir as aplicações de fertilizantes fosfatados ao longo dos anos em estudo, subministrando ao solo às necessidades básicas para obter bons rendimentos. Já em 2009, após a colheita de grãos e no final das avaliações os valores obtidos no solo foram de 22,4 mg dm⁻³ como mínimo, um máximo de 34,9 mg dm⁻³ e com uma média dos valores de 30,2 mg dm⁻³. Observa-se que os níveis de P no solo continuaram aumentando, passando em alguns pontos da faixa ideal para a faixa de alta.

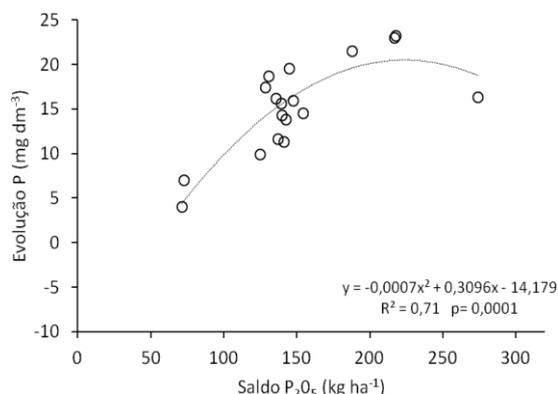


Figura 3. Evolução comportamental dos teores de fósforo no solo relacionados com o saldo (aplicação/exportação) de P₂O₅. (a) Almirante Tamandaré - RS. 2005- 2009. (b)

Ao observar a relação dos teores de P no solo com a diferença entre aplicação/exportação, houve um aumento nos teores do solo na medida em que as aplicações eram maiores que as exportações das culturas em ambos os locais (Figura 3 e 4). Dados estes ratificados por OLIVEIRA JUNIOR et al. (2010) em solos de Londrina – PR.

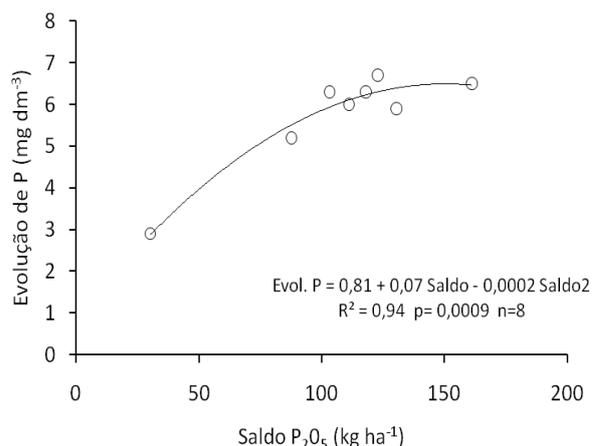


Figura 4. Evolução comportamental dos teores de fósforo no solo relacionados com o saldo (aplicação/exportação) de P₂O₅. Tio Hugo - RS. 2005- 2009.

Segundo CONTE (2003) quando são adicionadas quantidades de P no solo em forma proporcional, se acaba originando aumento do P-sólido, assim como também do P da solução do solo. Este aumento depende das quantias de P que são adicionadas ao sistema, chegando a um limite que é o máximo da capacidade de absorção, que varia para cada tipo de solo.

Evolução temporal do potássio

No estudo dos teores de K, foi observado que no ano de 2005 os valores mínimo e máximo encontrados foram 124 e 256 mg dm⁻³ com um teor médio de 182 mg dm⁻³. Onde 18,5 % dos pontos estavam abaixo do limite ideal e 29,5 % situavam-se acima deste nível (alto) (Figura 5).

Analisando os teores de 2009 nota-se que o valor mínimo foi de 125 mg dm⁻³ e o máximo de 216 mg dm⁻³ com uma média dos pontos de 162 mg dm⁻³. Ou seja, aumentaram levemente os teores abaixo do nível ideal, porém diminuíram os valores do nível alto (7,5%), concentrando-se esta diferença na faixa ideal (59%) e média (33,5%). Conseguiu-se uma notória redução da variabilidade assim como também a concentração dos valores próximos da faixa ideal.

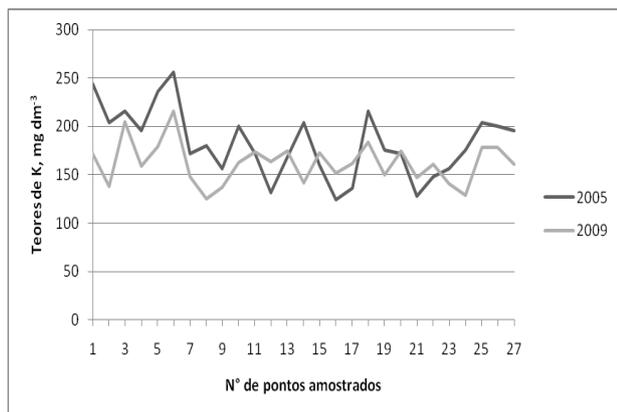


Figura 5. Evolução dos teores de potássio no solo. Almirante Tamandaré - RS. Ano 2005 e 2009.

Observou-se que onde o saldo de K_2O foi positivo os teores do nutriente no solo aumentaram (Figura 6). A evolução dos teores de K foi alta, porque no início do estudo o saldo se encontrava em níveis baixos.

No estudo do K os resultados obtidos no ano de 2005 demonstraram que 25% dos pontos encontravam-se abaixo do nível ideal, e o restante dos pontos nas faixas ideal e alta, tendo no solo um valor mínimo de 100 mg dm^{-3} , máximo de 268 mg dm^{-3} e valores médios entorno de 185 mg dm^{-3} (Figura 6).

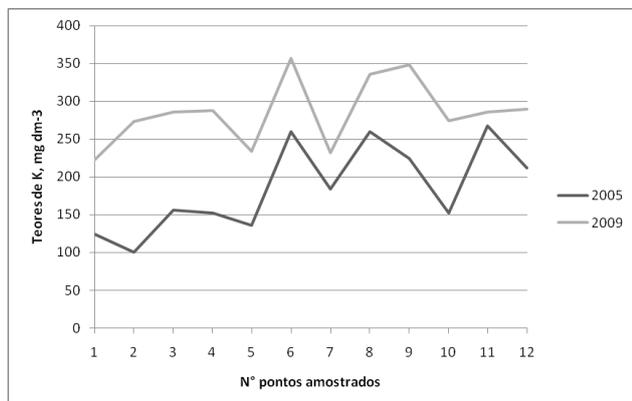


Figura 6. Evolução dos teores de potássio no solo. Tio Hugo - RS. Ano 2005 e 2009.

No intuito de elevar todos os teores para a faixa ideal, foram realizadas fertilizações potássicas e a resposta foi maior do que a esperada, em 2009 o panorama mudou por completo, onde todos os pontos situaram-se acima da faixa ideal, concentrando-se os pontos nas faixas alta (75%) e muito alta (25%), com valores no solo mínimo, médio e máximo de 222, 285 e 357 mg dm^{-3} respectivamente.

A relação aplicação/exportação foi positiva em todos os pontos analisados dos teores de K no solo em ambos os locais (Figura 7 e 8). Neste caso a evolução dos teores de K foi baixa, isto aconteceu devido a que no início do estudo o saldo se encontravam em níveis altos. OLIVEIRA JUNIOR et al. (2010) em solos de Londrina –

PR também encontrou relação positiva entre esses parâmetros.

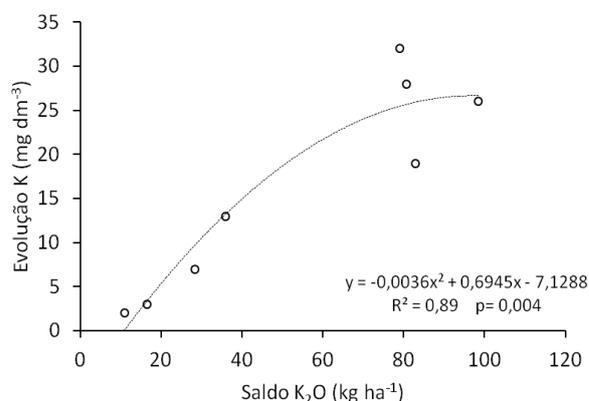


Figura 7. Evolução comportamental dos teores de potássio no solo relacionados com o saldo (aplicação/exportação) de K_2O . Almirante Tamandaré - RS. 2005- 2009.

FATECHA (2010) estudando solos do Paraguai não encontrou uma relação positiva entre esses parâmetros, uma vez que os níveis de K_2O das áreas amostradas do autor foram mais elevadas que no presente estudo.

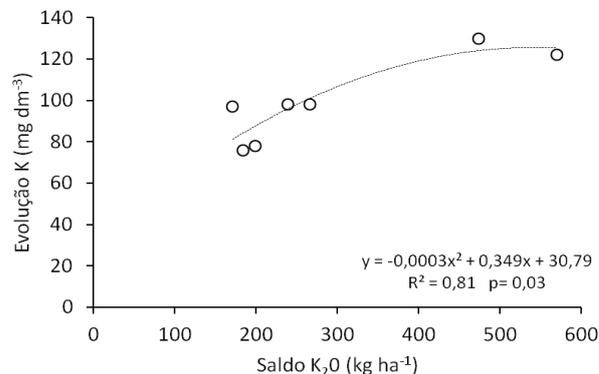


Figura 8. Evolução comportamental dos teores de potássio no solo relacionados com o saldo (aplicação/exportação) de K_2O . Tio Hugo - RS. 2005-2009.

Exportação de P e K

Na região de Almirante Tamandaré a cultura do milho obteve uma média de $87,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de exportação de P_2O_5 (Figura 9) e $65,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de exportação de K_2O (Figura 10), enquanto que a soja obteve uma média de $43,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de exportação de P_2O_5 e $61,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de exportação de K_2O .

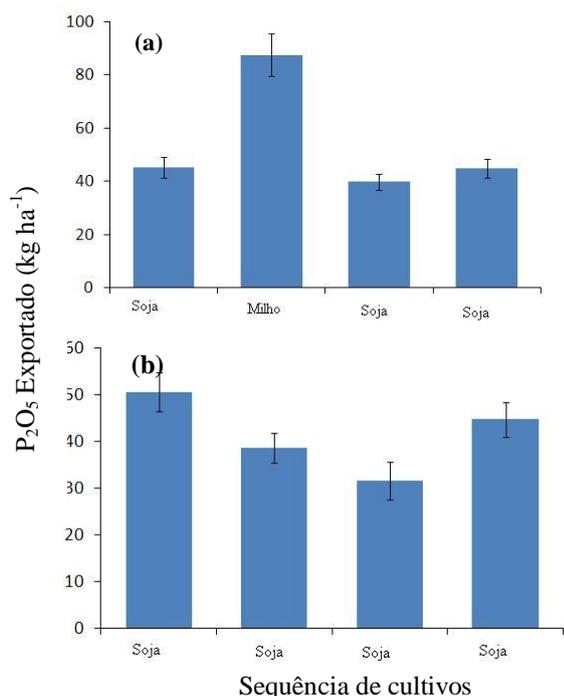


Figura 9. Quantidade de P₂O₅ exportado. (a) área Almirante Tamandaré; (b) área Tio Hugo.

Em Tio Hugo a cultura da soja obteve uma média de 41,3 kg ha⁻¹ de exportação de P₂O₅ (Figura 9) e 59 kg ha⁻¹ de exportação de K₂O (Figura 10).

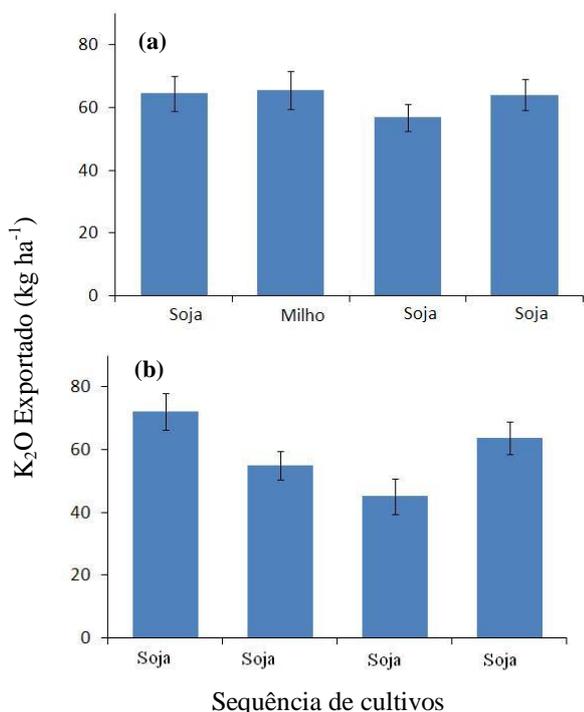


Figura 10. Quantidade de K₂O exportado. (a) área Almirante Tamandaré; (b) área Tio Hugo.

CONCLUSÕES

As áreas apresentaram no início do estudo uma grande variabilidade espacial nos teores de P e K no solo, os quais foram reduzidos mediante uso de práticas de AP.

A relação entre o saldo e a evolução temporal dos teores de fósforo e potássio em ambos os solos foram positivas.

A evolução dos teores de potássio foi alta quando o saldo se encontrava em níveis baixos e a evolução foi baixa, quando o saldo de K₂O se encontravam em níveis altos.

A evolução dos teores de fósforo foi alta quando o saldo se encontrava em níveis baixos.

Na média dos dois solos foram necessários aplicar 5 kg ha⁻¹ de K₂O para elevar 1 mg dm⁻³ de K no solo.

REFERÊNCIAS

BERARDO, A. Long-term effects of P fertilization in wheat yields, efficiency and soil test levels. **Better Crops**, v. 12, n. 2, p. 18-20, 1997.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul, 394 p., 2004.

CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. S. Frações de fósforo acumulada em latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.5, p.893-900, 2003.

CUNHA, J.F. ; CASARIN, V. de ; PROCHNOW, L.I. ; OLIVEIRA, F. A. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. In: Prochnow, L.I.; Casarin, V.; Stipp, S.R.. (Org.). Boas práticas para o uso eficiente de Fertilizantes. Piracicaba, SP: IPNI - Brasil, v. 2, p. 309-351, 2010.

DOBERMANN, A; PING, J. L. Geostatistical integration of yield monitor data and remote sensing improves yield maps. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.1, p. 285-297. Sep. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro. Embrapa, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. Sisvar versão 5.3 (Biud 75). **Sistemas de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos**. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras, 2010.

FATECHA, D. A. **Balço e evolução temporal de fosforo e potássio em três solos sob sistema plantio direto no Paraguai.** 2010. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria.

FIEZ, T. E; MILLER, B. C; PAN, W. L. Assessment of spatially variable nitrogen fertilizer management in winter wheat. **Jornal of Production Agriculture**, Madison, v.7, n.1, p. 86-93, may, 1994.

FIORIN, J. E. **Ciclagem de nutrientes e produtividade de grãos em sucessões de culturas sob o sistema de plantio direto.** 2008. 123 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós- graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GIOTTO, E; ROBAINA, A. D. A. **Agricultura de Precio com o Sistema CR-Campeiro 6.:** manual do usuário. Santa Maria: UFSM/CCR/Laboratório de Geomática/Departamento de Engenharia Rural, 2007. 319p.

MALAVOLTA, T. E. A agricultura diante da escassez do fosforo. **Revista Fórum**, São Paulo, n. 56, nov. 2007. Disponível em www.revistaforum.com.br

MOLIN, J.P.; FRASSON, F.R.; AMARAL, L.R.; POVH, F.P. SALVI, J.V. Capacidade de um sensor tico em quantificar a resposta da cana-de-açúcar a doses de nitrogênio. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, vol.14, n.12, pp. 1345-1349, 2010.

OLIVEIRA JUNIOR, A. ; CASTRO, C. de ; KLEPKER, D. ; OLIVEIRA, F. A. Soja. In: Prochnow, L.I.; Casarin, V.; Stipp, S.R.. (Org.). Boas práticas para o uso eficiente de Fertilizantes. Piracicaba, SP: IPNI - Brasil, v. 3, p. 1-38, 2010.

SALL, J.; CREIGHTON, L.; LEHMAN, A. JMP start statistics: a guide to statistics and data analysis using JMP and JMP IN software. 3rd ed. Cary: Duxbury Press, 2005. 580p.

SANTI, A. L. Aprimoramento do manejo do solo utilizando as ferramentas da Agricultura de Precio. 2007. 210 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós- graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SOUZA, Z. M; BARBIERI, D. M; MARQUES JÚNIOR, J; PEREIRA, G. T; CAMPOS, M. C. C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo na aplicação de insumos para cultura da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, vol31, n.2: p. 371-377, 2007.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2 ed. Porto Alegre: UFRGS/Departamento de Solos, 174 p. (Boletim Técnico, 5), 1995.

Recebido em 10 03 2011

Aceito em 22 12 2011