

## ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E MANEJO DO SOLO PARA CULTURA DO ARROZ

MARÍLIA ALVES BRITO PINTO<sup>1</sup>, WALKYRIA BUENO SCIVITTARO<sup>2</sup>, JOSÉ MARIA BARBAT PARFITT<sup>3</sup>, ALEXANDRE DIAS DUTRA<sup>4</sup>, LUÍS CARLOS TIMM<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Doutoranda PPG Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel- FAEM, UFPel, Pelotas-RS, Fone: (0xx53) 3275.7259, ma.agro@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Pesquisadora Doutora, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrícola, Pesquisador Doutor, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrícola, Doutorando PPG em Manejo e Conservação do Solo e da Água, FAEM/UFPel, Pelotas-RS.

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrícola, Prof. Doutor Depto. de Engenharia Rural, FAEM/UFPel, Pelotas-RS.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** No Rio Grande do Sul, o sistema de cultivo convencional irrigado por inundação é utilizado na maioria das áreas de produção de arroz. No entanto, a irrigação por aspersão tem-se mostrado viável, com economia de água e possibilitando a implantação do plantio direto. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da conversão do sistema de irrigação por inundação contínua para irrigação por aspersão em plantio direto com rotação de culturas sobre atributos químicos do solo. Foram avaliadas três áreas de produção de arroz no município de Uruguaiiana, com os seguintes sistemas: T1 – arroz irrigado por inundação contínua em sistema convencional de preparo do solo; T2 e T3 – rotação arroz/soja irrigados por aspersão em sistema plantio direto, porém em T3 a área foi gradeada um ano antes do último cultivo de arroz. Coletaram-se 30 amostras de solo, na camada de 0,00-0,15m, para determinar os seguintes atributos químicos: pH (água), teores de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis, potássio e fósforo disponível e matéria orgânica. A área irrigada por inundação e sob sistema convencional apresenta menor valor do pH e do teor de cálcio trocável no solo. As áreas sob plantio direto e rotação de culturas apresentam maiores conteúdos de fósforo disponível e matéria orgânica devido à ausência /menor intensidade de revolvimento do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** aspersão, inundação contínua, plantio direto

## SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES UNDER DIFFERENT IRRIGATION AND SOIL MANAGEMENT SYSTEMS FOR RICE CROP

**ABSTRACT:** In Rio Grande do Sul, the conventional cropping system irrigated by flood is used in most rice production areas. However, sprinkler irrigation has been shown to be viable, with water savings, and it's making possible the implantation of no-tillage. The objective of this study was to evaluate the effect of the conversion from continuous flooding irrigation system to sprinkler irrigation in no-tillage with crop rotation on soil chemical attributes. Three areas of rice production were evaluated in the municipality of Uruguaiiana, with the following systems: T1 – irrigated rice by continuous flooding in conventional tillage system; T2 and T3 – rice / soybean rotation irrigated by sprinkler in no-tillage system, however, in T3 the area was disked one year before of the last rice cultivation. Thirty soil samples were collected in the 0.00 -0.15 m layer to determine the following

chemical attributes: pH (water), levels of aluminum, calcium and magnesium exchangeable, potassium and phosphorus available and organic matter. The area irrigated by flood under conventional system shows lower pH value and exchangeable calcium content in the soil. The areas under no-tillage and crop rotation shows higher available phosphorus and organic matter contents, due to the absence/lower soil disturbance intensity.

**KEYWORDS:** sprinkler, continuous flooding, no-tillage

## INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul (RS) responde por aproximadamente 65% da produção de arroz no Brasil (IBGE, 2014). A lavoura orizícola gaúcha é irrigada pelo sistema de inundação contínua em praticamente toda a área. Esse método de irrigação apresenta alto consumo de água, o que se constitui em limitante ao cultivo do cereal, principalmente em regiões com relevo suavemente ondulado, condição mais frequente na região denominada Fronteira Oeste. Para suprir a necessidade de água do arroz, estima-se que venha sendo utilizado, atualmente, um volume de água médio de 8 a 10 mil m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para um período médio de irrigação de 80 a 100 dias (SOSBAI, 2012).

Recentemente, uma alternativa de produção passou a ser utilizada no Rio Grande do Sul, a irrigação por aspersão, que tem se mostrado viável economicamente com significativa economia de água no cultivo do arroz. AMARAL et al. (2005) verificaram que os volumes médios de água aplicados para os dois sistemas de irrigação por inundação (convencional e pré-germinado) foram, aproximadamente, três vezes superiores ao aplicado para o sistema de irrigação por aspersão.

A adoção da aspersão como método de irrigação na cultura do arroz apresenta outras vantagens adicionais, como a adoção do plantio direto como sistema de cultivo com rotação de culturas. Em áreas de cultivo de arroz sob inundação, a adoção tanto de sistemas de rotação de culturas como de plantio direto são seriamente limitados (BAMBERG et al., 2009), em decorrência da necessidade da implantação de sistema de drenagem eficiente das áreas nos anos em que o arroz não é cultivado e da existência de taipas remanescentes do cultivo anterior (SILVA & PARFITT, 2004). Segundo VIEIRA et al. (2013), a adoção do plantio direto em substituição ao preparo convencional promove alterações na dinâmica de nutrientes e na acidez no solo, podendo influenciar as relações solo-planta e, portanto, os critérios de manejo da fertilidade do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da conversão de sistema de irrigação por inundação contínua para irrigação por aspersão em plantio direto com rotação de culturas sobre atributos químicos do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram selecionadas três áreas de produção de arroz adjacentes no município de Uruguaiana, Rio Grande do Sul. O solo das áreas é classificado como Chernossolo (EMBRAPA, 2006). Uma das áreas foi mantida sob sistema de irrigação por inundação e as duas outras foram convertidas a sistema de irrigação por aspersão com rotação de culturas em plantio direto. Os métodos de irrigação e sistemas de cultivos adotados em cada área são descritos a seguir:

T1 – arroz irrigado por inundação contínua em sistema de preparo convencional do solo;

T2 – rotação arroz/soja irrigados por aspersão em sistema plantio direto por dez anos; e

T3 – rotação arroz/soja irrigados por aspersão em sistema plantio direto por nove anos, seguida de gradagem da área um ano antes do último cultivo de arroz.

Após o décimo ano de cultivo, coletaram-se aleatoriamente de cada área 30 amostras de solo com estrutura não preservada, na profundidade de 0-0,15 m, para determinação dos seguintes atributos químicos: pH em água, teores de Al, Ca e Mg trocáveis, P disponível e K extraível, segundo métodos descritos em TEDESCO et al. (1995). Foi determinado, também, o teor do carbono orgânico, com o qual se calculou o conteúdo de matéria orgânica do solo (MO), conforme metodologia proposta em EMBRAPA (1997).

A análise dos dados compreendeu a avaliação da normalidade dos dados e da igualdade das variâncias, que são pressuposições da análise paramétrica. Como tais pressuposições não foram atendidas, a análise da variância foi realizada pelo teste não-paramétrico de Kruskal – Wallis, ao nível de significância de 5%, e a comparação entre as áreas foi feita pelo teste de Dunn, ao nível de significância de 5%, para tal se utilizou o software Sigmaplot (SIGMAPLOT, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito do sistema de preparo do solo/irrigação sobre a acidez ativa do solo. O solo das áreas cultivadas em sistema plantio direto e irrigadas por aspersão (T2 e T3) apresentaram valores de pH significativamente superiores ao da área irrigada por inundação com preparo convencional, cujo pH ao final do período de 10 anos de cultivo foi 5,2 (Figura 1). Cabe salientar que, em T1 (sistema convencional de cultivo e irrigação por inundação), o teor de alumínio no solo foi de  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , enquanto nas áreas sob plantio direto e irrigação por aspersão (T2 e T3) não se determinou presença de alumínio trocável no solo. Segundo KAMINSKI et al. (2007), em solos com valores de pH abaixo de 5,5, o  $\text{Al}^{+3}$  é tóxico para as plantas, apresentando como sintoma inicial a inibição do crescimento radicular. Ressalta-se, porém, que para a cultura de arroz irrigado por inundação do solo, esse efeito tóxico do alumínio não deve ocorrer, em razão da ocorrência de fenômeno de auto-calagem.

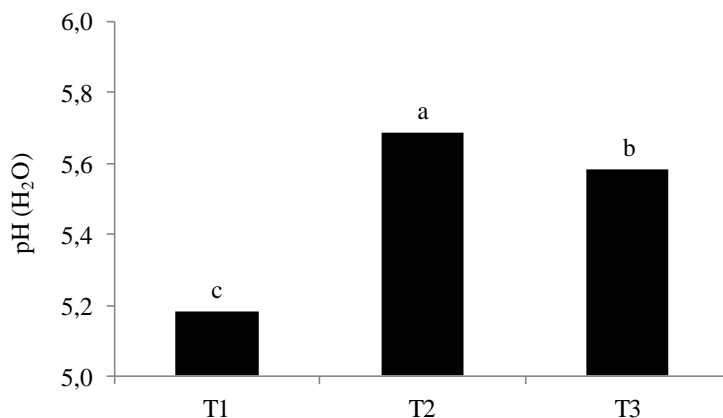


FIGURA 1. Acidez ativa do solo na camada de 0,00-0,15 m nas seguintes áreas: T1 – irrigação por inundação contínua e cultivo convencional; T2 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) nos últimos 10 anos e T3 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) por nove anos, seguido de gradagem um ano antes do último cultivo de arroz.

Os menor valor de pH na área irrigada por inundação e sob sistema convencional de preparo (T1) pode ter ocorrido devido à lixiviação de cátions básicos, sobretudo cálcio e magnésio, aliado ao fato de a calagem não ser uma prática comumente empregada em áreas cultivadas com arroz irrigado na região onde foi realizado o estudo. BELTRAME et al. (1991) verificaram que em

função do fluxo de percolação profunda, existe uma perda crescente de cátions com destaque para as perdas de cálcio por lixiviação. Entre as áreas irrigadas por aspersão observa-se que no T2, onde se manteve o sistema plantio direto, o pH foi significativamente superior quando comparado a T3, onde se gradeou a área (Figura 1). Segundo CIOTTA et al. (2002), os efeitos nocivos da acidez são minimizados em solos em médio e longo prazo sob plantio direto, sobretudo pelo incremento do conteúdo de matéria orgânica.

Na Figura 2 pode-se observar que, na área irrigada por inundação (T1), o teor de Ca foi significativamente inferior às demais, corroborando a informação de que o menor valor de pH desta área pode estar associado à lixiviação do cálcio. Segundo LOPES & GUILHERME (2004), quanto mais ácido um solo, maior o teor de Al trocável em valor absoluto e menor o teor de Ca trocável.

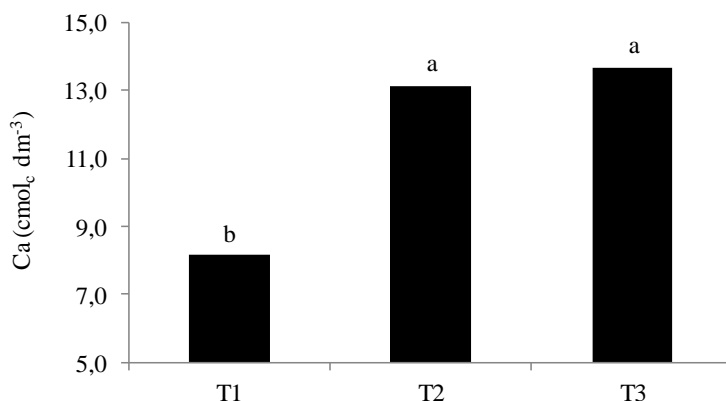


FIGURA 2. Teores de cálcio (Ca) do solo na camada de 0,00-0,15 m nas seguintes áreas: T1 – irrigação por inundação contínua e cultivo convencional; T2 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) nos últimos 10 anos e T3 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) por nove anos, seguido de gradagem um ano antes do último cultivo de arroz.

Não se observou efeito dos sistemas de preparo do solo/irrigação sobre os teores de magnésio (Figura 3) e potássio (Figura 4) no solo.

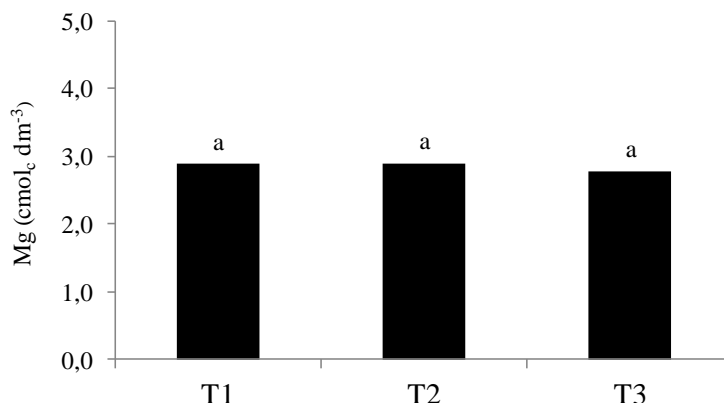


FIGURA 3. Teores de magnésio (Mg) do solo na camada de 0,00-0,15 m nas seguintes áreas: T1 – irrigação por inundação contínua e cultivo convencional; T2 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) nos últimos 10 anos e T3 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) por nove anos, seguido de gradagem um ano antes do último cultivo de arroz.

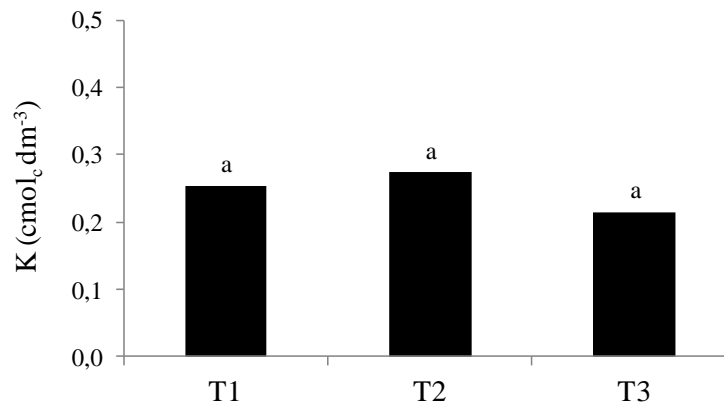


FIGURA 4. Teores de potássio (K) do solo na camada de 0,00-0,15 m nas seguintes áreas: T1 – irrigação por inundação contínua e cultivo convencional; T2 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) nos últimos 10 anos e T3 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) por nove anos, seguido de gradagem um ano antes do último cultivo de arroz.

A área irrigada por aspersão e sob plantio direto por 10 anos (T2) apresentou maior teor de fósforo disponível e, quando comparado ao T1, onde adotou-se sistema convencional de preparo e irrigação por inundação, a concentração de fósforo foi aproximadamente seis vezes maior (Figura 5). Em T3, onde foi realizada a gradagem da área, o teor de fósforo também foi significativamente superior a de T1, sob cultivo convencional. CIOTTA et al. (2002) também observaram maior concentração de P no plantio direto, em comparação ao plantio convencional, e que a concentração de P no solo sob plantio direto foi, aproximadamente, quatro vezes maior do que no solo sob plantio convencional. Os autores atribuíram isto ao fato de a não incorporação do fertilizante ao solo no sistema plantio direto diminuir o contato solo-fertilizante e, conseqüentemente, a intensidade das reações de adsorção do fósforo.

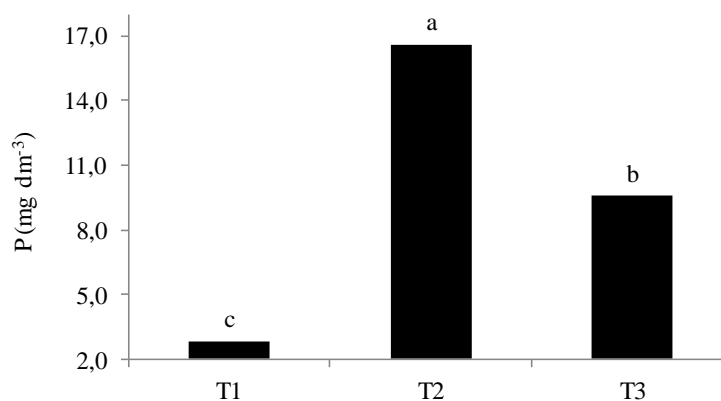


FIGURA 5. Teores de fósforo (P) do solo na camada de 0,00-0,15 m nas seguintes áreas: T1 – irrigação por inundação contínua e cultivo convencional; T2 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) nos últimos 10 anos e T3 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) por nove anos, seguido de gradagem um ano antes do último cultivo de arroz.

Observa-se, na Figura 6, que o teor de matéria orgânica do solo irrigado por inundação e preparo convencional (T1) foi significativamente inferior quando comparado ao de T2, onde se realiza plantio direto, e em T3, onde após nove anos de plantio direto foi realizada uma gradagem.

O fato de não haver diferença entre T2 e T3 pode está associado à camada de solo analisada, como analisou-se de 0,00-0,15 mesmo com a gradagem e incorporação da MO o efeito do acumulo da MO ao longo dos dez anos de plantio direto ainda está presente. O menor valor de MO no T1 por sua vez está associado ao fato de que, no plantio convencional, não há acumulo de matéria vegetal no solo.

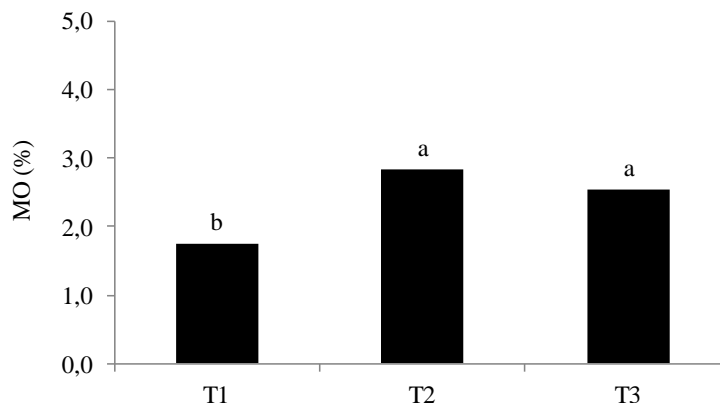


FIGURA 6. Matéria orgânica (MO) do solo na camada de 0,00-0,15 m nas seguintes áreas: T1 – irrigação por inundação contínua e cultivo convencional; T2 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) nos últimos 10 anos e T3 – irrigação por aspersão e plantio direto (rotação arroz/soja) por nove anos, seguido de gradagem um ano antes do último cultivo de arroz.

Segundo AMADO et al. (2001), o aumento do conteúdo de matéria orgânica em solos não revolvidos decorre da diminuição da taxa de decomposição microbiana da matéria orgânica, pela diminuição da temperatura, aeração, aumento da cobertura do solo, agregação e do não fracionamento e incorporação dos resíduos vegetais.

## CONCLUSÃO

A área cultivada com arroz irrigado por inundação e sob sistema convencional de preparo apresenta menor valor do pH e do teor de cálcio trocável no solo. As áreas sob plantio direto e rotação de culturas apresentam maiores conteúdos de fósforo disponível e matéria orgânica do solo devido à ausência/menor intensidade de revolvimento do solo.

## REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p.189-197, 2001.

AMARAL, L. G. H.; RODRIGUEZ, R. G.; PRUSKI, F. F.; RAMOS, M. M. Vazão retirada e consumo efetivo de água em diferentes sistemas de irrigação do arroz. **Engenharia na Agricultura**, v.13, n.3, p. 178-192, 2005.

BAMBERG, A. L.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; TIMM, L. C.; PINTO, L. F. S.; LIMA, A. C. R.; SILVA, T. R. Densidade de um Planossolo sob sistema de cultivo avaliada por meio da tomografia computadorizada de raios gama. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1079-1086, 2009.

BELTRAME, L. F. S.; IOCHPE, B.; ROSA, S. M. da; MIRANDA, T. L. G. de. Lixiviação de íons em planossolo vacacaí sob condições de alagamento. **Lavoura Arrozeira**, v. 44, n. 398, p. 9-12, 1991.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 1055-1064, 2002.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa.htm>> Acesso em 8 abr. 2014.

KAMINSKI, J.; SILVA, L. S. da; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. dos. Acidez e calagem em solos do Sul do Brasil: Aspectos históricos e perspectivas futuras. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 5, p. 307-332.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo: conceitos e aplicações**. 3.ed. São Paulo: ANDA, 2004. 50 p. (Boletim Técnico n. 2).

SIGMAPLOT. 2004. For Windows, version 9.01. Systat Software, 2004.

SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M. B. **Drenagem superficial para diversificação do uso dos solos de várzea do Rio Grande do Sul**. Pelotas,RS, 2004. 10p. (Circular Técnica 40)

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. 179 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.

VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ANGHINONI, I.; ERNANI, P. R.; DE MORAES, R. P. Critérios de calagem e teores críticos de fósforo e potássio em Latossolos sob plantio direto no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 188-198, 2013.