

## Uso de fosfato natural no arroz irrigado cultivado em rotação de culturas, no Sistema Plantio Direto

Algenor da Silva Gomes<sup>1</sup>  
Luis Henrique Gularte Ferreira<sup>2</sup>  
Walkyria Bueno Scivittaro<sup>1</sup>

Os solos de várzea no Rio Grande do Sul ocupam uma área de aproximadamente 5,4 milhões de hectares (Pinto et al. 2004). Deste total, em torno de 3 milhões de hectares apresentam, atualmente, condições de serem utilizadas para o cultivo de arroz irrigado. Todavia, anualmente, apenas 1 milhão de hectares é cultivado com arroz; o restante permanece em pousio, entre um e três anos.

O monocultivo do arroz, tem acarretado, entre outros problemas, a infestação dos solos com plantas daninhas, principalmente o arroz-vermelho e preto, exigindo a manutenção das áreas, em pousio. Esse panorama tem impelido os órgãos de pesquisa a viabilizarem sistemas alternativos de produção, entre os quais vêm se destacando a rotação de culturas e o sistema plantio direto.

A diversificação de culturas em áreas de várzea, associada ao sistema de cultivo plantio direto, além de concorrer para reduzir a infestação de áreas com plantas daninhas, tem possibilitado um manejo racional dos solos de várzea, ampliando as possibilidades de uso com culturas de sequeiro, como o milho e a

soja, a otimização do uso de máquinas e de mão-de-obra e, em consequência, contribuído para a redução dos custos de produção, melhoria do potencial produtivo dos solos e aumento da produtividade do arroz (Gomes et al., 2002).

Os solos de várzea apresentam, baixa disponibilidade de fósforo (P) para as plantas, requerendo adições freqüentes desse nutriente para que as culturas expressem seu potencial produtivo e se mostrem economicamente viáveis. As principais fontes de P utilizadas na agricultura são os fosfatos solúveis (FS). Estes são obtidos a partir do tratamento de rochas fosfáticas com ácidos (sulfúrico e fosfórico) e têm como principais representantes os superfosfatos e os fosfatos de amônio, os quais apresentam alta solubilidade em água (Malavolta, 1989). O processamento industrial envolvido em sua obtenção concorre para elevar o custo de tais fontes. Adicionalmente, são mais suscetíveis às reações de fixação no solo que os fosfatos naturais.

A possibilidade de apresentação dos fosfatos

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., Pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado. Cx. Postal 403. 96001-970, Pelotas, RS. (algenor@cpact.embrapa.br) ; ( wbscivit@cpact.embrapa.br)

<sup>2</sup>Pesquisador visitante - Convênio Petrobrás/Embrapa Clima Temperado/Fapeg.

naturais reativos (FNr) na forma farelada, onde 100% das partículas devem ter diâmetro menor que 4 mm e, no mínimo, 85% menor que 2,8 mm, e em razão de seu menor custo por unidade de  $P_2O_5$ , em relação aos fosfatos solúveis, vem se verificando um acentuado aumento na utilização dos fosfatos naturais, notadamente no cultivo de espécies de sequeiro, (Horowitz, 1998).

Os fosfatos naturais reativos, como o Arad e o Gafsa, quando incorporados ao solo em doses equivalentes de  $P_2O_5$  total, têm apresentado, notadamente a partir do segundo cultivo (efeito residual), eficiência agrônômica semelhante a do superfosfato triplo para culturas anuais, como o milho, trigo e a soja, em terras altas (Peruzzo & Wiethölter, 2000). Por sua vez, as pesquisas com FNr em solos de várzea, envolvendo a cultura do arroz irrigado, têm demonstrado, que a eficiência agrônômica desses fosfatos é semelhante a de fontes solúveis (Patella, 1964; Scherer & Bacha, 1972; Scherer et al., 1974; Bacha et al., 1977; Lopes et al., 1983; Gomes et al., 2004; Gomes et al., 2005). Porém, a utilização dos fosfatos naturais, embora mais econômica, não tem sido expressiva para a cultura do arroz irrigado, o que deve estar associado à idéia errônea da dificuldade de distribuição decorrente da antiga apresentação na forma de pó, bem como à falta de divulgação dos resultados de pesquisas promissoras já obtidos.

Outro fator interferente na eficiência agrônômica dos FNr, diz respeito ao sistema de cultivo utilizado. No sistema convencional, o revolvimento do solo associado à solubilidade dos FS pode promover maior

adsorção de P do que a verificada para os FNr. Ademais, no PD, a disponibilidade de fósforo proveniente dos FNr pode ser favorecida pela maior concentração de prótons no solo, aumentando sua solubilização (Novais & Smyth, 1999), e pela presença de população maior de microorganismos solubilizadores de fosfatos, decorrente do teor mais elevado de matéria orgânica (Nahas et al. 1994).

Em função do exposto, realizou-se este trabalho, que teve como objetivo principal avaliar os efeitos imediato e residual do fosfato natural de Arad, utilizado em diferentes doses e de forma isolada ou combinado, em proporções variáveis com o superfosfato triplo, sobre o desempenho do arroz irrigado, cultivado em rotação de culturas, no sistema plantio direto, em área de várzea. Nesta publicação, enfatizar-se-á o uso de fosfato natural reativo (FNr) na cultura do arroz irrigado.

O estudo foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão, RS, sobre um PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico solódico (Embrapa, 1999), durante as safras de 1999/00 a 2002/03. A análise dos atributos químicos do solo da área experimental, realizada antes da implantação do ensaio, apresentou os seguintes resultados: pH em água (1:1) - 5,2; índice SMP - 5,8, MO - 24,5 g kg<sup>-1</sup>; P - 10,3 mg dm<sup>-3</sup>; K - 40 mg dm<sup>-3</sup>; Ca - 3,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg - 1,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al - 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e argila - 240 g dm<sup>-3</sup>. A seqüência de culturas utilizada no experimento, a adubação e a época de semeadura são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Seqüência de culturas de verão utilizadas no experimento, épocas de semeadura e adubações realizadas (com exceção da fosfatada) em cada safra agrícola.

Safra	Verão (1999/00)	Verão (2000/01)	(Verão) 001/2002	Verão (2002/03)
Cultura	Arroz	Milho	Soja	Arroz
Cultivar/Hib.	BRS 6 "Chuí"	Pioneer 3063	Embrapa 66	BRS 7 "Taim"
Adubação pré-plantio	100 kg ha <sup>-1</sup> de uréia +100 kg ha <sup>-1</sup> de KCl	45 kg ha <sup>-1</sup> de uréia 100 kg ha <sup>-1</sup> de KCl	100 kg ha <sup>-1</sup> de KCl	Sem adubação
Adubação de cobertura	100 kg ha <sup>-1</sup> de Uréia	Duas aplicações de 100 kg ha <sup>-1</sup> de uréia	Sem adubação	100 kg ha <sup>-1</sup> de Uréia
Semeadura	1ª quin. dez.	1ª quin. nov.	1ª quin. nov.	1ª quin. nov.
Ciclo	Precoce	Precoce	Médio	Médio

Os tratamentos constituíram-se da substituição parcial ou total de FS (superfosfato triplo – SFT) por FNr (Arad) nas doses de: 20, 40, e 60 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ , definidas a partir da dose de reposição de  $P_2O_5$  para o milho (40 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ ), cultivado em seqüência ao arroz. As proporções de substituição do FS por fosfato natural de Arad, em cada uma das doses, corresponderam a: 0, 25%, 50%, 75% e 100%. Além desses, foram incluídos, para todas as doses, dois tratamentos adicionais, correspondentes à aplicação isolada de fosfato natural de Arad parcialmente acidulado (PAC), no sistema plantio direto (PD), e de SFT, no sistema convencional (SC), considerado como tratamento controle. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial (Fator A = percentual de substituição e Fator B = dose de  $P_2O_5$ ), totalizando 28 tratamentos. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. As percentagens de substituição foram atribuídas às parcelas, com área de 60  $m^2$  (10 m x 6m) e as doses de  $P_2O_5$ , às subparcelas, com área de 30  $m^2$  (5 m x 6 m).

Na implantação do experimento (safra 1999/00), em área sistematizada, cultivou-se arroz irrigado em sistema convencional (SC). As fontes de fósforo foram aplicadas a lanço e incorporadas ao solo, juntamente às adubações nitrogenada e potássica em pré-plantio. Nas safras posteriores, o sistema de implantação das culturas foi o plantio direto, exceção feita para o tratamento controle, onde se manteve o cultivo em sistema convencional. A partir da segunda safra, a adubação em pré-plantio foi aplicada em superfície, no PD. No SC, manteve-se sua incorporação. Independentemente do tratamento, adotou-se para o experimento a seqüência de culturas: arroz/nabo-forrageiro/milho/ervilhaca+azevém/soja/nabo-forrageiro/arroz. De modo geral, as espécies utilizadas como cobertura de inverno não apresentaram, durante a condução do experimento, um bom desenvolvimento preliminar do azevém.

Os resultados apresentados nesta publicação

referem-se à análise da produtividade de grãos de arroz (safras 1999/00 e 2002/03), bem como na análise econômica, considerando-se os dados de produtividade de grãos de arroz da última safra.

Com relação às produtividades de grãos, foi analisada a variação global do experimento (teste F). Quando evidenciada a significância de efeitos principais e/ou interação entre tratamentos, discriminou-se a variação entre combinações através de teste de comparações múltiplas entre médias (Duncan 5%). Os efeitos de doses de  $P_2O_5$  foram submetidos à análise de regressão polinomial. As variáveis dependentes submetidas à análise de regressão foram as produtividades de grãos da cultura do arroz, obtidas na primeira e última safras.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados das produtividades do arroz, em função de doses e das combinações de fontes de P utilizadas, considerando apenas os efeitos principais, tendo em vista a ausência de interação significativa entre combinações e doses de fósforo. Adicionalmente a análise de regressão não detectou efeito significativo de doses de  $P_2O_5$ , em ambas as safras (Figura 1).

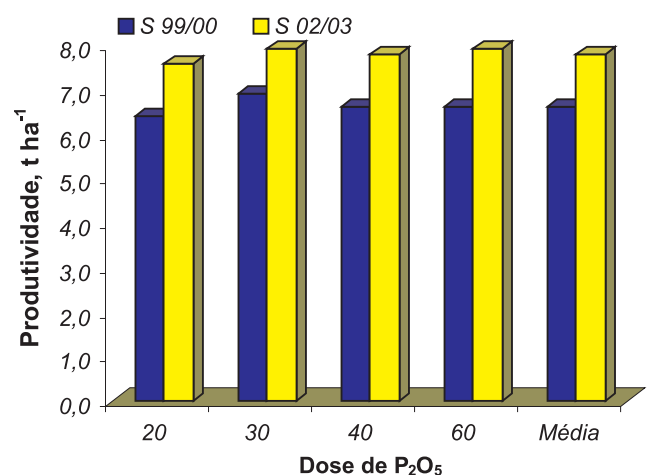
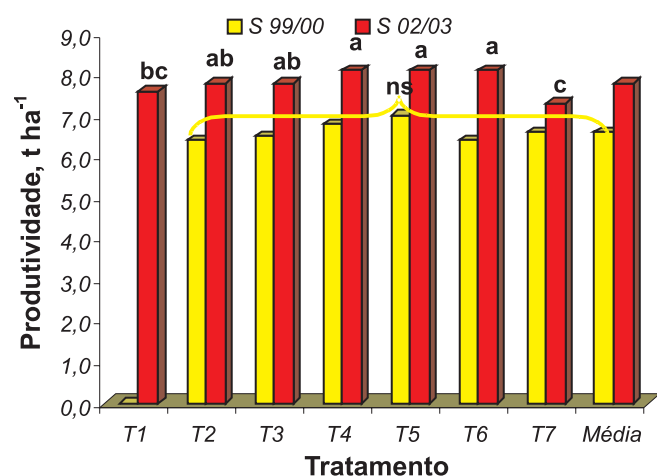


Figura 1. Produtividade de grãos de arroz, em sistema de rotação de culturas, em função de doses de  $P_2O_5$  total aplicadas anteriormente ao primeiro cultivo. Safras 1999/00 (cv. BRS 6 'Chuí') e 2002/03 (cv. BRS 7 'Taim').

As discussões que se seguem foram realizadas com base nos efeitos principais das combinações de fontes de P (Figura 2). A aplicação isolada de FNr ou combinada com FS influenciou, de forma semelhante, a produtividade do arroz no primeiro cultivo, demonstrando a viabilidade do uso de FNr em solos com teor de P suficiente para a cultura (acima de  $6 \text{ mg dm}^{-3}$  de P). Em estudos de calibração de P para o arroz irrigado desenvolvidos por vários autores (Patella, 1964 e 1965; Scherer & Bacha, 1972; Scherer et al., 1974; Bacha et al., 1977; Lopes et al., 1983), não foram encontradas respostas imediatas da produtividade de grãos de arroz a diferentes fontes de P adicionadas ao solo. Segundo Vahl (1999), a ausência de resposta da cultura ao P-fertilizante é devida a pelo menos dois fatores: a) a planta de arroz apresenta capacidade de absorção de P mesmo em baixas concentrações do nutriente na solução do solo e b) ao aumento da disponibilidade de P em solos alagados, devido, principalmente, à maior concentração e difusão do nutriente até as raízes.



Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan (5%).

No 1º ano (safra 99/00) todos os tratamentos foram conduzidos no SC. Tratamentos: T1 - 100% FS (PD); T2 - 75% FS - 25% FNr (PD); T3 - 50% FS - 50% FNr (PD) - T4 - 25% FS - 75% FNr (PD); T5 - 100% FNr; (PD); T6 - 100% FNr (PAC) (PD) e T7 - 100% FS ( Média do SC + PD). PD= Plantio Direto; SC = Sistema Convencional; PAC = Parcialmente acidulado.

Figura 2. Produtividade de grãos de arroz das cultivares de arroz irrigado BRS 6 'Chuí' (safra 1999/00) e BRS 7 'Taim' (safra 2002/03), em sistema de rotação de culturas, em função da porcentagem de substituição de fosfato solúvel por fosfato natural reativo e do sistema de cultivo.

De outro lado, o monocultivo de arroz, praticado em larga escala no RS, é geralmente precedido de adubações elevadas com fósforo, mesmo em níveis caracterizados na análise de solo como superiores aos obtidos, inicialmente, neste trabalho. Ademais, a estratégia de adubação fosfatada adotada visou a adubação do sistema e não somente da cultura do arroz. Portanto, os resultados obtidos no primeiro cultivo já eram esperados.

No quarto e último ano da rotação, a aplicação de FNr, isolada ou combinada com FS, proporcionou as maiores produtividades de grãos de arroz. Também foi observada tendência de aumento na produtividade, à medida em que se aumentou a participação percentual de FNr na combinação com FS (Figura 2). A produtividade obtida com a aplicação isolada de FNr foi de  $8094 \text{ kg ha}^{-1}$ , contra  $7433 \text{ kg ha}^{-1}$  obtida com aplicação isolada de SFT (média dos sistemas convencional e direto). Para o arroz irrigado, a semelhança no comportamento apresentado pelo FNr e FS no primeiro cultivo e o melhor desempenho residual apresentado pelos FNr, após três cultivos, reforçam a possibilidade do uso desta fonte de fósforo em sistemas de rotação de culturas para solos com teores de P superiores ao nível crítico.

As Figuras 3 e 4 ilustram o desenvolvimento da cultura do arroz, respectivamente nas safras 1999/00 (cv. BRS 6 'Chuí') e 2002/03 (cv. BRS 7 'Taim').

Como já mencionado, a ausência de resposta do arroz irrigado à adubação fosfatada é observada em solos de várzea, quando estes são utilizados por longos períodos com a cultura. Ademais, a submersão do solo, condição predominante na maior parte do período de desenvolvimento da cultura do arroz irrigado, propicia o aumento da disponibilidade da maioria dos nutrientes, notadamente do fósforo, como resultado do processo de redução que se estabelece no solo, sob condições de alagamento. Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho demonstram efeito positivo da adubação fosfatada com FNr, após três safras consecutivas, sobre o rendimento de grãos de arroz, o que demonstra os benefícios do sistema PD associado à rotação de culturas no aproveitamento do P derivado de FNr.





Figura 3. Arroz irrigado na fase vegetativa (cv. BRS 6 'Chuí'). Safra 1999/00.



Figura 4. Arroz irrigado na fase de maturação (cv. BRS 7 'Taim'). Safra 2002/03.

No sistema convencional, o revolvimento do solo associado à solubilidade dos FS pode promover maior adsorção de P do que a verificada para os FNr. Além do que, no PD, a disponibilidade de fósforo proveniente dos FNr pode ter seus valores aumentados pelos seguintes aspectos: a) maior liberação de prótons, que favorecem a solubilização dos FNr (Novais & Smyth, 1999); b) aumento na população de microorganismos solubilizadores de fosfatos, devido ao aumento de matéria orgânica (Nahas et al. 1994) e c) menor adsorção dessas fontes no solo.

Novais et al. (1985) observaram em

sorgo, cultivado em casa-de-vegetação em um Latossolo Vermelho Escuro, maior solubilização de fosfatos com o aumento do revolvimento das amostras, o que não se refletiu no crescimento das plantas e nem em seu conteúdo de P. Embora não quantificada neste ensaio, a maior solubilização e posterior adsorção do FS com o tempo de contato com as partículas do solo poderiam explicar, em parte, as menores produtividades de grãos de arroz observadas na última safra com o uso isolado desta fonte de P, principalmente no SC, onde o revolvimento do solo é intenso.

De outro modo, a necessidade de prótons

para a dissolução dos FNr pode ser suprida pelo solo, pela planta (Novais & Smyth, 1999), pela decomposição da matéria orgânica e pela aplicação de fertilizantes nitrogenados (Bohnen, 2000). De acordo com Novais & Smyth (1999), o aumento nas concentrações de cálcio e fósforo nas vizinhanças das partículas de FNr leva a uma restrição na sua dissolução. Por outro lado, maior dreno para o cálcio e para o fósforo são condições favoráveis à dissolução de FNs. Nesse contexto, os resultados obtidos com fonte de P neste ensaio podem estar relacionados à contribuição do plantio direto e à adubação nitrogenada utilizada durante o ciclo de rotação e também à grande capacidade da soja em absorver cálcio e, deste modo, acidificar a rizosfera.

Constatada a viabilidade técnica do uso de fosfato natural reativo no ciclo de rotação arroz-milho-soja-arroz, procurou-se verificar a viabilidade econômica da estratégia de adubação adotada. Na elaboração da Tabela 2, foram considerados os custos com a adubação fosfatada no ano de implantação do ensaio, considerando-se os valores percentuais, tomando como referência o custo da aplicação do FS, em unidade de  $P_2O_5$ .

No cálculo da receita bruta, foram consideradas apenas as produtividades de arroz obtidas na última safra (2002/03). Este procedimento foi adotado em razão das maiores diferenças de produtividades, decorrentes das estratégias de adubação adotadas, terem sido observadas nessa safra. Como não houve efeito significativo de doses de  $P_2O_5$ , para compor o resultado econômico,

foi tomada a média das doses testadas ( $37,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ ). O preço para o FNr parcialmente acidulado foi considerado 25% superior ao do FNr.

Na Tabela 2, é possível verificar que a redução no custo devido à adubação fosfatada chegou a 45%, quando a fonte solúvel foi substituída integralmente pelo fosfato de Arad. Esta prática foi responsável pelo maior retorno da adubação medido em reais por hectare ( $R\$ \text{ ha}^{-1}$ ). Somando-se o valor economizado na adubação fosfatada com o retorno máximo proporcionado pela aplicação de 100% de FNr no sistema plantio direto, obteve-se uma economia estimada em  $R\$ 543,00 \text{ ha}^{-1}$  ou 14 sacos  $\text{ha}^{-1}$  de grãos de arroz (preço da saca de arroz de 50 kg =  $R\$ 37,91$ ). Por outro lado, no sistema convencional, houve perda, em média, de 6 sacos  $\text{ha}^{-1}$ , quando comparado ao PD (Tabela 2).

Além do benefício comprovado da rotação de culturas associada ao uso de FNr no sistema plantio direto sobre a economicidade do sistema de produção de arroz preconizado neste trabalho, deve ser destacada a economia na adubação mineral de N e K, obtida com esta prática na safra 2002/03. A estratégia adotada teve como base os seguintes aspectos: a) ausência de resposta da cultura à adubação potássica, nas regiões orizícolas do Estado Rio Grande do Sul (Murdock et al., 1965; Scherer et al., 1974; Machado, 1993; Segabinazzi et al. 2001), b) aplicação de  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $K_2O$  ao longo das safras anteriores e c) benefício da soja na disponibilização de nitrogênio para a cultura posterior.

Tabela 2. Resultado econômico da última safra elaborado com base nas alternativas de manejo da adubação fosfatada adotada.

Combinação	<sup>1</sup> Custo por un. de $P_2O_5$ ( $R\$ \text{ kg}$ )	Custo Eq. SFT (%)	Receita Bruta <sup>1</sup> ( $R\$ \text{ ha}^{-1}$ )	Retorno relativo ao FS em PD ( $R\$ \text{ ha}^{-1}$ )
100% FS <sup>2</sup>	2,80	100	5750	0
75% FS + 25% FNr*	2,49	89	5887	136
50% FS + 50% FNr*	2,18	78	5911	161
25% FS + 75% FNr*	1,86	67	6105	355
100% FNr*	1,55	55	6137	387
100% FN PAC*	1,94	69	6109	359
100% FS - SC	2,80	100	5520	-230

<sup>1</sup>Foram utilizados, para o cálculo, os preços praticados em 31/08/2004. \*Cultivado no sistema Plantio Direto. SC = Sistema convencional. <sup>2</sup>SFT = Superfosfato triplo. PAC = Parcialmente acidulado.

Em síntese, as informações disponíveis permitem concluir que, na primeira safra considerada, não houve diferença de produtividade de grãos de arroz em função das combinações estabelecidas entre as duas fontes de fósforo avaliadas, bem como de doses de  $P_2O_5$ . No último cultivo do arroz (quarta safra), o uso combinado de FNr e FS favoreceu a produtividade de grãos de arroz, com o incremento da participação de FNr na combinação. Por fim, tem-se que a estratégia de adubação preconizada (uso de FNr em rotação de culturas) favorece a rentabilidade do sistema produtivo de arroz irrigado no ciclo de rotação.

Assim, o presente trabalho evidenciou a possibilidade do uso de fosfato natural, como fonte supridora de P para o arroz irrigado, cultivado no SPD, em rotação de culturas. A adubação fosfatada como componente da produtividade pode ter sua viabilidade técnica e econômica ressaltada pelo uso combinado de FNr com FS ou uso isolado de FNr, principalmente naqueles solos com teores de P superiores a  $10 \text{ mg dm}^{-3}$ . Convém salientar que os resultados observados no ensaio servem de subsídio à tomada de decisão do produtor, que ao utilizar aspectos relacionados aos teores de P no solo, associados ao sistema produtivo de rotação, poderá optar pelo uso de FNr, conseguindo, assim, produtividades de arroz superiores aos valores atualmente observados.

## Referências Bibliográficas

- BACHA, R.E.; OLIVEIRA, M.A.; SCHERER, C.H.; VOLKSWEISS, S.J. Eficiência de fosfatos naturais em arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ, 7., 1977, Porto Alegre. Anais. Pelotas: UEPAE-Pelotas; Porto Alegre: Irga, 1977. p. 1-5.
- BOHNEM, H. Acidez do solo: origem e correção. In: KAMINSKI, J. (Coord.). Uso de corretivos de acidez do solo no plantio direto. Pelotas: RBCS-Núcleo Regional Sul. 2000, p. 9-38. (SBCS-Núcleo Regional Sul. Boletim Técnico, 4).
- EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.
- GOMES, A. da S.; SCIVITTARO, W.B.; FERREIRA, L.H.G.; BENDER, R.R. Uso de fosfato natural em arroz irrigado cultivado no sistema convencional, em uma mesma área, durante três safras sucessivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25; 2005, Santa Maria. Anais. Santa Maria: Orium, 2005. p. 471-473.
- GOMES, A. da S.; SCIVITTARO, W.B.; FERREIRA, L.H.G.; BENDER, R.R.; SANTOS, M.Q. dos. Eficiência da substituição parcial de fosfato solúvel por fosfato natural reativo na cultura do arroz irrigado no sistema convencional. In: FERTIBIO, 2004, Lages: SBCS, 2004. CD-ROM.
- GOMES, A. da S.; PORTO, M.P.; PARFITT, J. M.B.; SILVA, C.A.S. da; SOUSA, R.O. de; PAULETTO, E.A. Rotação de culturas em áreas de várzea e plantio direto. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 70 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 89).
- GOMES, A. da S.; FERREIRA, L.H.G. Substituição parcial de fonte solúvel de fósforo por fosfato natural reativo, na cultura do arroz irrigado no sistema de rotação de culturas, em solo de várzea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 308-310.
- GOMES, A. da S.; VERNETTI Jr., F. de J.; FERREIRA, L.H.G.; GONÇALVES, G.K.; GOMES, D.N. Efeitos de fontes e doses de fosfatos naturais sobre a produtividade da ervilhaca e do milho em um solo de várzea sob plantio direto. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 28., 2000, Pelotas. Anais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 471-479.
- GOMES, A. da S.; FERREIRA, L.H.G.; BENDER, R.R. Uso de fosfato natural no cultivo de arroz, soja e milho, no sistema plantio direto. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 35 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).
- HOROWITZ, N. Eficiência de dois fosfatos naturais afetados pelo tamanho de partícula. 1998. 68 f. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- LOPES, MS.; BACHA, R.E.; CABRAL, J.T. Efeito



da substituição gradativa de fosfato solúvel por fosfato natural sobre o rendimento de grãos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ, 12., 1983, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Irga, 1983. p. 133-135.

MACHADO, M.O. Adubação e calagem, para a cultura do arroz irrigado, no Rio Grande do Sul. Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1993. 63 p. (EMBRAPA-CPATB, Boletim de Pesquisa, 2).

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.

MURDOCK, J.; BERNARDES, D.; PAVAGEAU, M.; CALDEIRA, F.M. Experimentos de adubação de arroz. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v. 224, p. 7-13, 1965.

NAHAS, E.; CENTURION, J.F.; ASSIS, L.C. Microorganismos solubilizadores de fosfato e produtores de fosfatases de vários solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.18, p. 43-48, 1994.

NOVAIS, R.F.; BAHIA FILHO, A.F.C.; RIBEIRO, A.C.; VASCONCELOS, C. A. Solubilização de fosfatos incubados com amostras de Latossolos submetidas a diferentes números de revolvimento. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas. v.9, p. 23-26. 1985.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

PATELLA, J.F. Efeito residual do fósforo em solos de arroz irrigado. Agrisul, Pelotas, p. 31-35, 1964.

PATELLA, J.F. Arroz; adubação fosfatada em solos alagados. Agrisul, Pelotas, p. 14-15, 20-32, 1965.

PERUZZO, G.; WIETHÖLTER, S. Fosfatos naturais reativos: resultados obtidos no sul do

Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 28 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa, 4).

PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S.; SOUSA, R. O. de. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A. (ed.). Manejo do solo e da água em áreas de várzea. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 1999. p. 11-36.

SCHERER, C.H.; BACHA, R.E. Eficiência de fosfatos naturais na cultura do arroz irrigado. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 2., 1972, Cachoeirinha. Anais. Porto Alegre: IRGA/IPEAS, 1972. p. 71-72.

SCHERER, C.H.; BACHA, R.E.; OLIVEIRA, M.A. Eficiência dos fosfatos em arroz irrigado, em solo Vacacaí. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 4., 1974, Pelotas. Anais. Porto Alegre: IRGA/IPEAS, 1974. p. 84-86.

SCHERER, C.H.; BACHA, R.E.; GOMES H.A. Calibração para arroz irrigado em diferentes grupos de solos. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 4., 1974, Pelotas. Anais. Pelotas: IRGA/IPEAS, 1974. p. 81-84.

SEGABINAZZI, T.; MARCHEZAN, E.; VILLA, S. C. C.; MIGOTTO, M.; AVILA, L. A de. Doses de P e K no arroz irrigado semeado no sistema de semeadura com sementes pré-germinadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24; 2001, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 190-191.

VAHL, L.C. Fertilidade de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A., (Ed.). Manejo de solo e da água em áreas de várzea. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 119-162.

#### Comunicado Técnico, 152

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: Embrapa Clima Temperado  
Endereço: Caixa Postal 403  
Fone/fax: (53) 3275-8199  
E-mail: sac@cpact.embrapa.br



1ª edição  
1ª impressão 2006: 50 exemplares

#### Comitê de publicações

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro  
Secretário-Executivo: Joseane M. Lopes Garcia  
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Luís Antônio Suita de Castro.  
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

#### Expediente

Revisão de texto: Sadi Sapper  
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos  
Editoração eletrônica: Oscar Castro, Miguel Ângelo