

13507

CNPQ

2000

FL-13507

o  
ura  
ento

**Boletim de Pesquisa**

ISSN 1516-3830

**Número 4**

Dezembro, 2000

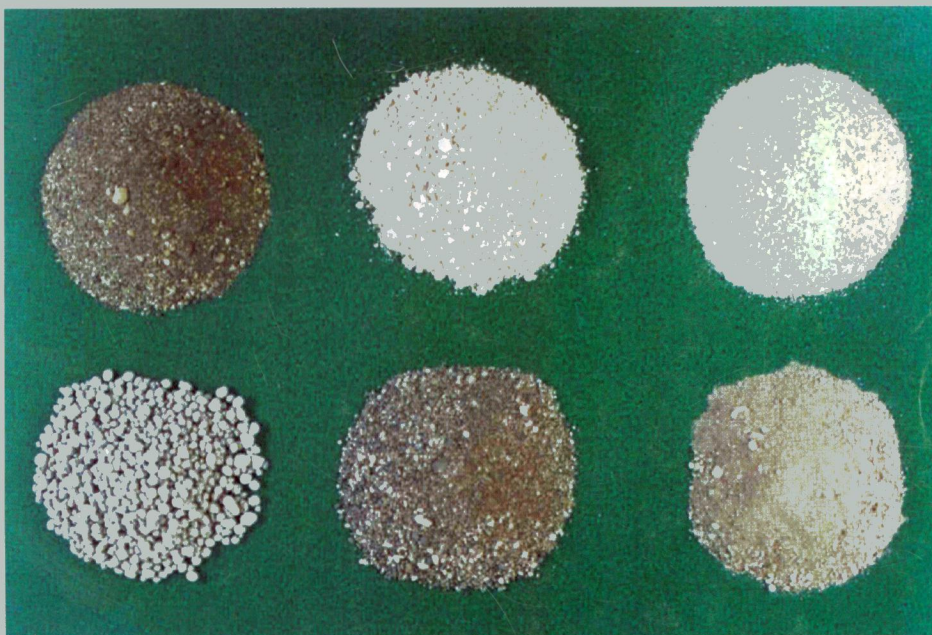


Foto: Paulo Kurtz

# Fosfatos Naturais Reativos

## Resultados Obtidos no Sul do Brasil

Fosfatos naturais reativos:

2000

FL-13507



44118-1

**Boletim de Pesquisa**  
Número 4

ISSN 1516-3830  
Dezembro, 2000

***Fosfatos Naturais Reativos***  
***Resultados Obtidos no Sul do Brasil***

*Geraldino Peruzzo*  
*Sírio Wiethölter*

**Embrapa**  

---

**Trigo**

*Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:*

*Embrapa Trigo*

*Rodovia BR 285, km 174*

*Telefone: (54)311-3444*

*Fax: (54)311-3617*

*Caixa Postal 451*

*99001-970 Passo Fundo, RS*

*e-mail: biblioteca@cnpt.embrapa.br*

*Tiragem: 2.000 exemplares*

***Comitê de Publicações***

*Rainoldo Alberto Kochhann - Presidente*

*Amarilis Labes Barcellos*

*Erivelton Scherer Roman*

*Geraldino Peruzzo*

*Irineu Lorini*

***Tratamento Editorial: Fátima Maria De Marchi***

***Capa: Liciane Toazza Duda Bonatto***

***Referências Bibliográficas: Maria Regina Martins***

*PERUZZO, G.; WIETHÖLTER, S. Fosfatos naturais reativos: resultados obtidos no sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 28p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa, 4).*

*Solos; Fertilidade; Fósforo; Fonte.*

*CDD: 631.422*

*© Embrapa Trigo - 2000*

## ***Apresentação***

*É com satisfação que a Embrapa Trigo disponibiliza ao seu público esta publicação sobre resultados de pesquisa efetuada na avaliação de fosfatos naturais reativos.*

*Neste trabalho, os autores apresentam os resultados do esforço efetuado pela equipe de Fertilidade de Solos da Embrapa Trigo, nos últimos anos, em colaboração com outras instituições privadas e públicas ou produtores. As informações aqui apresentadas deverão contribuir para que técnicos, produtores e acadêmicos tomem decisões que, indiscutivelmente, permitirão a otimização de práticas e garantirão uma produção agrícola mais sustentável.*

*Benami Bacaltchuk  
Chefe-geral da Embrapa Trigo*



## **Sumário**

<b><i>Fosfatos naturais reativos: resultados obtidos no sul do Brasil</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>Resumo</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>Abstract</i></b> .....	<b>8</b>
<b><i>Introdução</i></b> .....	<b>8</b>
<b><i>Material e Métodos</i></b> .....	<b>11</b>
<b><i>Resultados</i></b> .....	<b>12</b>
<b><i>Conclusões</i></b> .....	<b>16</b>
<b><i>Referências</i></b> .....	<b>17</b>
<b><i>Equipe Técnica Multidisciplinar da Embrapa Trigo</i></b> .....	<b>27</b>



# ***Fosfatos Naturais Reativos: Resultados Obtidos no Sul do Brasil<sup>1</sup>***

*Geraldino Peruzzo<sup>2</sup>*

*Sírio Wiethölter<sup>2</sup>*

## ***Resumo***

*Os dados obtidos no Sul do Brasil com fosfatos naturais reativos, aplicados em solos cultivados com culturas produtoras de grãos ou com pastagens, evidenciam a possibilidade de seu uso prático, mormente em solos com pH menor que 6,0, pois tem sido verificado que à medida que aumenta o pH, a eficiência desses fertilizantes diminui. Com base no efeito desses fosfatos no rendimento de culturas cultivadas em sucessão, o tempo de dissolução desses produtos no solo é maior que o tempo necessário para os fosfatos acidulados (superfosfatos simples e triplo), pois, em geral, os rendimentos tendem a ser equivalentes entre os dois tipos de fertilizantes à medida que aumenta o tempo de sua aplicação. Em solos com teor elevado de P não se observaram diferenças no rendimento de grãos entre os fosfatos naturais reativos e os fosfatos acidulados, tanto em aplicações a lanço como na linha de semeadura, no sistema plantio direto.*

---

<sup>1</sup> *Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília, DF, 11-16 de julho de 1999.*

<sup>2</sup> *Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS, E-mail: gperuzzo@cnpt.embrapa.br; siriow@cnpt.embrapa.br.*



## **Abstract**

### ***Natural Reactive Phosphates: Results Obtained in Southern Brazil***

*Data obtained in southern Brazil with reactive natural phosphate fertilizers, applied to soils cultivated with grain crops and pastures, indicate that these phosphates can be used as sources of P, especially in soils with a pH less than 6.0, because it has been observed that as soil pH increases the agronomic efficiency of these fertilizers decreases. Based on the effect of these phosphates on yield of several crops cultivated in a sequence, there is indication that the dissolution time of these products in the soil is greater than that for acidulated phosphate fertilizers (single and triple superphosphates), since yields of the crops tend to be the same as time passes, when applying either acidulated or natural reactive phosphates. In soils with high P content, no differences in grain yields between these two groups of P fertilizers were obtained, either broadcast or in row application, in the no-tillage system.*

## **Introdução**

*O fósforo (P) é um elemento químico componente de todos os solos, rochas, água, plantas e animais e é essencial para todas as formas de vida. Em forma concentrada, está presente em depósitos minerais, geralmente como mineral*

apatita –  $Ca_{10}(PO_4,CO_3)_6(F,OH)_{2-3}$ . Em termos industriais, os minerais de P são designados por rocha fosfatada [quando o teor de P é suficientemente alto para o processamento na indústria de fertilizantes através do emprego de ácidos fortes (sulfúrico, fosfórico ou nítrico) ou de calor] ou por fosforita (quando a concentração de P é menor que na rocha fosfatada, porém um mineral fosfatado é o principal componente do sedimento). A rocha fosfatada cobre ampla gama de minérios que variam em teor de P, em textura e em origem geológica, que pode ser marinha, rochas ígneas e metamórficas. Cerca de 4/5 dos produtos fosfatados produzidos provêm de depósitos marinhos. Para o emprego da rocha fosfatada na indústria ou diretamente no solo, pode ou não ser necessário submetê-la a processos físicos de concentração, como lavagem e/ou flotação, para separá-la de outros minerais (de Fe, de Al, de Si) que estão misturados na jazida (Cathcart, 1980).

Em geral, fosfatos naturais são usados como matéria-prima para obtenção de fosfatos acidulados solúveis (superfosfato simples, superfosfato triplo e fosfatos de amônio). No entanto, quando as rochas fosfatadas apresentam contaminação com outros minerais (> 5 % de  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ), o seu uso industrial muitas vezes não é conveniente (McClellan & Gremillion, 1980). Esses materiais podem, então, ser empregados na agricultura, conquanto apresentem teor satisfatório de P e solubilidade adequada no solo. No solo a reatividade desses fosfatos naturais é distinta em virtude da sua origem geológica, e as rochas ígneas e metamórficas são praticamente inertes como fonte

*de fósforo para as plantas. Por essa razão, são considerados “fosfatos duros”, pois apresentam cristais perfeitos e poucas substituições isomórficas, e são, portanto, de baixa solubilidade. A maioria dos fosfatos naturais brasileiros são desse tipo. Já os fosfatos de origem sedimentar têm mostrado aumento de rendimento das culturas quando aplicados diretamente ao solo (Goedert & Sousa, 1984; Kaminski, 1983; Kochhann et al., 1982; Kaminski & Peruzzo, 1997). Estes últimos apresentam alto grau de substituição isomórfica do fosfato ( $PO_4$ ) por carbonato ( $CO_3$ ), que lhes confere estrutura molecular amorfa. São conhecidos como fosfatos “reativos” ou, também, como “fosfatos moles”. Apesar da substituição do fosfato por carbonato, a concentração de P não é necessariamente menor, pois processos de concentração ocorreram naturalmente nos depósitos ou podem ser empregados na sua extração de minas. Por apresentarem cristais imperfeitos, são porosos e podem ser facilmente hidrolisados, liberando gradualmente o fosfato.*

*O uso de fosfatos naturais reativos no mercado de fertilizantes no Sul do Brasil foi importante na década de 70 com a importação do fosfato de Gafsa, então denominado hiperfosfato. As principais fontes de fosfatos naturais reativos registradas no Ministério da Agricultura a partir do ano de 1993 são as seguintes: Gafsa [(Tunísia) e Carolina do Norte (EUA) (Portaria Nº 9, de 29/1/93)], Arad (Israel, Portaria Nº 63, de 16/3/94), Djebel Onk (Argélia, Portaria Nº 161, de 10/10/94), Al-Albiad/El-Hassa (Jordânia, Portaria Nº 56, de 12/5/95) e Daoui (Marrocos, Portaria Nº 19, de*

30/5/97). Esses produtos devem apresentar, segundo as portarias acima, 28 % de  $P_2O_5$  total e 9 % de  $P_2O_5$  em ácido cítrico a 2 % na relação 1:100, e há interesse da indústria em reunir os diversos tipos em uma designação única, "fosfato natural reativo de aplicação direta", com 27 % de  $P_2O_5$  total, dos quais 55 % solúvel em ácido fórmico a 2 %, na relação 1:100.

Objetivou-se neste trabalho reunir alguns resultados de pesquisa com fosfatos naturais reativos, obtidos por algumas instituições de pesquisa do Sul do Brasil, visando verificar seus efeitos em diversas culturas e em solos com níveis variados de acidez e de disponibilidade de P.

## ***Material e Métodos***

Esse trabalho constou de um levantamento dos principais dados experimentais gerados no sul do Brasil, com fosfatos naturais reativos.

Na década de 70 e 80 esses fosfatos já eram utilizados em lavouras e pastagens. Sua comercialização era na forma de pó. Essa granulometria, as vezes, comprometia sua distribuição em campo.

Recentemente, na década de 90, os fosfatos naturais reativos retornaram ao mercado, na forma farelada, tornando, portanto, mais prático seu manuseio na lavoura. Nesse sentido as instituições de pesquisa retomaram os estudos a fim de se verificar sua viabilidade como fonte de fósforo para uso agrícola.

*A utilização dos fosfatos naturais reativos, no solo, para culturas anuais e pastagens foi avaliada pela sua eficiência agrônômica, comparativamente ao fosfato acidulado, superfosfato triplo, em termos de efeito imediato e residual.*

## **Resultados**

*Os fosfatos naturais foram objeto de estudo no Rio Grande do Sul nas décadas de 70 e 80, quando a sua utilização foi avaliada em lavouras e em pastagens, especialmente o fosfato de Gafsa (Goepfert et al., 1976; Goepfert & Moura, 1981; Macedo, 1985). Esse fosfato era comercializado na forma de pó (85 % das partículas  $\leq 0,075$  mm), distribuído a lanço e incorporado ao solo. Constatou-se que, em geral, apresentava menor eficiência agrônômica no primeiro cultivo, mas igualava-se aos fosfatos solúveis ou até os superava após dois ou três cultivos (Goepfert et al., 1976; Macedo, 1985). Quando aglomerado a 0,30 mm de diâmetro, artifício usado para facilitar o seu manuseio, evidenciou menor eficiência que em pó (Kochhann et al., 1982).*

*Na década de 90 os fosfatos naturais retornaram ao mercado, mas com granulometria maior (farelado) obrigando as instituições de pesquisa a retomarem os estudos a fim de se verificar a sua viabilidade como fontes de fósforo para uso agrícola. Nesse sentido, estudos recentes, conduzidos em casa-de-vegetação, com os fosfatos de Gafsa (Tunísia) e*

*Gantour Black (Marrocos) mostraram que o índice de eficiência agronômica (IEA) foi superior quando finamente moídos, em comparação com a forma farelada, mas partículas com até 0,297 mm mostraram-se reativas na primeira cultura (Horowitz, 1998).*

*Em Latossolo Vermelho Distrófico típico, Unidade de Mapeamento Passo Fundo, em Coxilha, RS, apresentando pH em torno de 5,5 e baixa disponibilidade de P, obteve-se os dados constantes da Tabela 1, envolvendo três seqüências de cultivos com as culturas de soja, de trigo e de milho. As fontes de P foram incorporadas com enxada rotativa e utilizou-se o sistema plantio direto após a primeira cultura. Os resultados de rendimento de grãos evidenciaram tendência de o superfosfato triplo (SFT) apresentar valores levemente superiores aos dos fosfatos de Arad e de Gafsa, exceto nas culturas de soja e de milho na 1ª seqüência de cultivos. Desta forma, em solo com média acidez e teor baixo de fósforo, o superfosfato triplo foi a fonte mais eficiente de fósforo, mas, considerando uma sucessão de cultivos, os fosfatos naturais também foram fontes de P com efeito fertilizante satisfatório.*

*Em um Latossolo Vermelho Distroférico típico, em Londrina, PR, com teor inicial de 5,3 mg P dm<sup>-3</sup> (teor médio) e pH em CaCl<sub>2</sub> de 4,8, não se observou diferenças estatísticas no efeito imediato (soja) e residual (trigo) entre as fontes de fosfatos naturais reativos de Daoui, Argélia, Arad e o superfosfato triplo (Tabela 2). Os teores de P no solo (Mehlich-I) aumentaram em todas as fontes, tendo sido levemente superiores no fosfato de Arad.*

Os dados de rendimento de grãos de várias culturas, obtidos em solo com teor inicial de P elevado (22 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 0 a 20 cm) e pH inicial de 6,0, em Cruz Alta, RS, empregando os fosfatos reativos de Arad e de Gafsa, no sistema plantio direto, constam na Tabela 3. Os rendimentos médios de nove cultivos, obtidos com o emprego de fosfatos naturais reativos, equivaleram-se à testemunha, às fontes solúveis (superfosfatos simples e triplo, e multifosfato magnésiano) e à fonte menos solúvel (Araxá), tanto na aplicação superficial como na linha de semeadura (Fiorin et al., 1998). Isso evidencia que a adubação fosfatada de reposição em solo com teor alto de P poderia ser suprimida ou, então, ser realizada com qualquer fonte de P, desde que o pH fosse menor que 6,0, já que, em princípio, nenhuma rocha fosfatada é eficiente em pH maior que 6,0 (Engelstad & Terman, 1980), o que também pode ser inferido dos dados das Tabelas 1, 2, 4 e 5. A aplicação superficial ou na linha de semeadura de P e de K no sistema plantio direto tem proporcionado rendimentos semelhantes quando o teor desses nutrientes no solo é superior ao nível de suficiência (Wiethölter et al., 1998) e essa observação corrobora com os dados acima referidos.

Na Tabela 4 consta o efeito de calcário e de fontes de fósforo, aplicados na superfície de um solo ácido de campo natural com pastagem nativa, em Santa Maria, RS. Foi avaliado o rendimento de matéria seca de azevém e de trevo branco (Pellegriini et al., 1998). Em todas as doses de calcário, o superfosfato triplo evidenciou efeito imediato superior ao dos fosfatos naturais reativos de Gafsa e de

Arad. Comparando as doses zero e as demais de calcário, verifica-se que os fosfatos naturais produziram rendimentos equivalentes ao do superfosfato triplo somente na dose zero de calcário, o que evidencia a necessidade de um ambiente ácido para a solubilização dos fosfatos naturais reativos de Gafsa e de Arad. Por outro lado, os dados permitem inferir que as melhores respostas de matéria seca foram obtidas com a associação do SFT e calcário. Em termos de efeito residual, os fosfatos naturais apresentaram rendimento semelhante ao do SFT, exceto nas doses altas de calcário (8,5 e 17 t ha<sup>-1</sup>), em que o SFT apresentou rendimento superior. Na Tabela 5 consta o pH do solo em 4 profundidades em função das doses de calcário. Verificou-se que a aplicação superficial de calcário aumentou o pH até 5 cm. Comparando-se os dados do efeito residual da Tabela 4 com esses dados, verifica-se claramente que à medida que aumenta o pH tende a ocorrer menor produção de matéria seca, o que pode ser atribuído ao efeito que o pH tem na redução da dissolução dos fosfatos naturais. Na Tabela 6 verifica-se que os solos dos tratamentos com fosfatos naturais apresentam teores maiores de P do que o tratamento com o SFT.

O efeito do uso do fosfato natural reativo de Gafsa em pó em pastagem cultivada consta na Tabela 7 (Oliveira et al., 1999). O superfosfato simples apresentou rendimento de matéria seca significativamente superior ao do fosfato de Gafsa no 1º corte. Nos demais cortes os rendimentos foram semelhantes, indicando, portanto, que para pastagens o fosfato de Gafsa em pó constituiu uma fonte satisfatória de



*P. Os dados referentes ao teor de P no solo (Tabela 8) demonstram, a exemplo da Tabela 6, extração superior de P no solo adubado com o fosfato de Gafsa, sendo fato bem conhecido (Siqueira et al., 1975ab; Gatiboni et al., 1998), já que o extrator de Mehlich-1 é ácido e dissolve, portanto, fosfato natural que ainda não reagiu com o solo. Segundo Goepfert (1977), no caso do fosfato de Gafsa, essa extração maior de P pelo método de Mehlich-1 ocorre até 2 anos após a incorporação do produto ao solo.*

## **Conclusões**

*Os dados obtidos com fosfatos naturais reativos aplicados em solos cultivados em sistemas de produção ou em pastagens, evidenciaram a possibilidade de seu uso prático, mormente em solos com pH, em água, menor que 6,0, pois tem sido verificado que à medida que esse parâmetro aumenta a eficiência desses fertilizantes diminui. Com base no efeito desses fosfatos, verificou-se que eles tendem a ser equivalentes aos fertilizantes fosfatados solúveis no segundo e/ou terceiro cultivo após sua aplicação, uma vez que os fosfatos naturais reativos proporcionam menor rendimento no primeiro cultivo, quando comparados com fosfatos acidulados. Em solos com teor elevado de fósforo não se observaram diferenças no rendimento de grãos ou pastagens entre os fosfatos naturais reativos e os fosfatos solúveis, tanto em aplicações à lanço como em linha de semeadura. Sua indicação, portanto, é*

*mais adequada em solos com teores médios de fósforo no solo. Esses fosfatos devem ser aplicados em função do teor total de  $P_2O_5$ .*

## **Referências**

- CATHCART, J.B. *Word phosphates reserves and resources.* In: KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. ed. *The role of phosphates in agriculture.* Madison: ASA, 1980. p.1-18.
- ENGELSTAD, O.P.; TERMAN, G.L. *Agronomic effectiveness of phosphate fertilizers.* In: KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. ed. *The role of phosphorus in agriculture.* Madison: ASA, 1980. p.311-332.
- FIORIN, J.E.; CANAL, I.N.; PETRERE, C.; ARNS, A.P. *Avaliação de diferentes fontes de fósforo e seu modo de colocação no sistema plantio direto.* In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 1998, Santa Maria. *Resumos expandidos.* Santa Maria: SBCS-NRS, 1998. p.117-120.
- GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; FLORES, J.P.C.; BRUNETTO, G.; SAGIN, A. *Sistemas de melhoramento de pastagem natural pelo uso de fontes de fósforo, calagem e introdução de espécies em um solo podzólico vermelho-amarelo.* In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 1998, Santa Maria. *Resumos expandidos.* Santa Maria: SBCS-NRS, 1998. p.113-116.

- GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. *Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. Anais... Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.255-290. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 14).*
- GOEPFERT, C.F. *A eficiência da adubação fosfatada. In: CRA (Porto Alegre, RS). Alguns esclarecimentos sobre fosfatos naturais. Porto Alegre, 1977. cap.15, p.1-26.*
- GOEPFERT, C.F.; HILGERT, E.; GONÇALVES, H.; MOURA, R.L. de; TEDESCO, A.; SALIM, O. *Avaliação da eficiência de cinco adubos fosfatados em três solos ácidos do Rio Grande do Sul. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, v.12, n.2, p.179-188, 1976.*
- GOEPFERT, C.F.; MOURA, R.L. de. *Resposta da cultura da soja (Glycine max Merrill) a doses de fósforo. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, v.17, n.1, p.85-93, 1981.*
- HOROWITZ, N. *Eficiência de dois fosfatos naturais afetada pelo tamanho de partícula. Porto Alegre, UFRGS-FA, 1998. 68p. Tese Mestrado.*
- KAMINSKI, J. *Efeito de cinco fosfatos pré-, co- e pós-aplicados ao calcário no suprimento de fósforo ao sorgo em três solos ácidos. Piracicaba, ESALQ / USP, 1983. 126p. Tese Doutorado.*
- KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. *Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo. Santa Maria: SBCS-NRS, 1997. 31p. (SBCS-NRS. Boletim Técnico, 3).*

- KOCHHANN, R.A.; ANGHINONI, I.; MIELNICZUK, J. A adubação fosfatada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: OLIVEIRIA, A.J. de; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W.J. ed. In: *Adubação fosfatada no Brasil*. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. p.29-60. (EMBRAPA-DID. Documentos, 21).
- MACEDO, W. Efeito de fontes e níveis de fósforo e calcário na adubação de forrageiras em solos do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.6, p.643-657, 1985.
- McCLELLAN, G.H.; GREMILLION, L.R. Evaluation of phosphatic raw materials. In.: KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. ed. *The role of phosphorus in agriculture*. Madison: ASA, 1980. p.43-80.
- OLIVEIRA, O.L.P. de; ACUNHA, J.B.V.; COUTO, A.C.A. do; MUNIZ, E.N.; FALLEIROS, B. de A. Avaliação da eficiência agrônômica do fosfato natural de Gafsa em relação ao superfosfato simples. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 1999. (no prelo).
- PELLEGRINI, J.B.R.; KAMINSKI, J.; GATIBONI, L.C.; SAGGIN, A. Fontes de fósforo e doses de calcário na sobressemeadura de pastagens em campo nativo – ano III. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Caxambu. *Resumos*. Lavras: UFLA / SBCS / SBM, 1998. p.590.

*SIQUEIRA, O.J.F. de; BORKERT, C.M.; KOCHHANN, R.A.; BARTZ, H.R. Informe sobre o efeito de tipos de adubo fosfatado, de diferente teor de fósforo solúvel, sobre a disponibilidade do fósforo do solo, através do método "Carolina do Norte". In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Trigo: resultados de pesquisa em 1974. Passo Fundo, 1975a. p.63-67. Trabalho apresentado na VII Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, 1975, Passo Fundo, RS.*

*SIQUEIRA, O.J.F. de; BORKERT, C.M.; KOCHHANN, R.A.; BARTZ, H.R. Informe sobre o comportamento de tipos de adubo fosfatado de diferente teor de P solúvel, como fonte de fósforo para adubação "corretiva" manutenção ou de cultivo, na sucessão cultural trigo e soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Trigo: resultados de pesquisa em 1974. Passo Fundo, 1975b. p.108-117. Trabalho apresentado na VII Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, 1975, Passo Fundo, RS.*

*WIETHÖLTER, S.; BEN, J.R.; KOCHHANN, R.A.; POTTKER, D. Fósforo e potássio no solo no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N.J. ed. Plantio direto: conceitos e fundamentos do sistema plantio direto. Lages: SBSC-NRS, 1998. p.121-147.*

**Tabela 1. Efeito imediato e residual de fontes de fósforo, aplicadas a lanço e incorporadas ao solo, sobre o rendimento de grãos de soja, de trigo e de milho, em três seqüências de cultivos, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (Unidade de Mapeamento Passo Fundo), com 50 % de argila e com baixa disponibilidade de fósforo (4,5 mg dm<sup>-3</sup>). Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS**

Fonte de fósforo	Rendimento de grãos <sup>1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>				
	Soja/95	Trigo/95	Milho/96	Trigo/96	Soja/97 <sup>2</sup>
1ª seqüência	Efeito imediato	-----	Efeito residual	-----	
Arad	2.722 a	1.944 b	4.167 a	1.629 a	1.203 a
Gafsa	2.974 a	1.853 c	4.181 a	1.627 a	1.161 a
SFT <sup>3</sup>	2.783 a	2.021 a	4.030 a	1.695 a	1.238 a
2ª seqüência	-	Efeito imediato	-----	Efeito residual	-----
Arad	-	1.942 b	4.042 a	1.579 b	1.128 a
Gafsa	-	1.947 b	3.985 a	1.566 b	1.096 a
SFT	-	2.239 a	4.073 a	1.751 a	1.136 a
3ª seqüência	-	-	Efeito imediato	-----	Efeito residual
Arad	-	-	4.315 b	1.554 b	1.150 a
Gafsa	-	-	4.377 b	1.576 b	1.185 a
SFT	-	-	4.695 a	1.721 a	1.227 a

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Duncan 5%).

<sup>2</sup> Valores médios obtidos com as doses 0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total.

<sup>3</sup> Déficit hídrico severo.

<sup>3</sup> Superfósforo triplo.

Fonte: Peruzzo (1997), dados não publicados.

*Tabela 2. Rendimento de grãos de soja e de trigo e teor de fósforo no solo em Latossolo Vermelho Distroférico típico em função da aplicação de alguns fosfatos naturais incorporados ao solo. Embrapa Soja, Londrina, PR, 1998*

Fonte de fósforo	Rendimento de grãos <sup>1</sup>		Fósforo no solo (Mehlich-I)	
	Soja	Trigo	Antes soja	Depois soja
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		----- mg dm <sup>-3</sup> -----	
SFT	3.363 a	2.704 a	5,3	9,0
Daoui	3.252 a	2.566 a	5,3	9,7
Argélia	3.178 a	2.735 a	5,3	9,9
Arad	3.108 a	2.614 a	5,3	12,0

*Teores iniciais no solo: P, 5,3 mg dm<sup>-3</sup> e pH em CaCl<sub>2</sub>, 4,8.*

*Diferenças não significativas pelo teste de Tukey a 5%.*

*<sup>1</sup> Valores médios obtidos com as doses 0, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total.*

*Fonte: Lantmann (1998), dados não publicados.*

Tabela 3. Rendimento médio de grãos de nove cultivos envolvendo milho, trigo e soja cultivados sob plantio direto, adubados com diferentes fontes de fósforo aplicados a lanço na superfície ou na linha. Fundacep Fecotrigo, Cruz Alta, RS, 1998

Fonte de fósforo	Rendimento médio <sup>1</sup>		Fósforo no solo (Mehlich-I) <sup>2</sup>	
	Linha	Lanço	Linha	Lanço
	---kg grãos ha <sup>-1</sup> ---		-- mg P dm <sup>-3</sup> --	
Arad	3.855	3.708	23	32
Araxá	3.762	3.802	34	23
Gafsa	3.756	3.791	25	27
Multifosfato magnésiano	3.954	3.757	22	19
SFS <sup>3</sup>	3.660	3.811	19	19
SFT	3.929	3.776	16	23
Testemunha	3.642	3.856	12	15
Média	3.794	3.786	22	23

Teores iniciais no solo, na camada de 0-20 cm, em 1993: P, 22 mg dm<sup>-3</sup> (alto), argila, 57 %, e pH, 6,0. Latossolo Vermelho Distrófico típico, Unidade de Mapeamento Cruz Alta.

<sup>1</sup> Rendimentos obtidos com a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por cultivo.

<sup>2</sup> Após 6 anos de cultivo, na camada de 0 a 10 cm.

<sup>3</sup> Superfosfato simples.

Fonte: Fiorin et al. (1998).



**Tabela 4. Efeito imediato e residual da calagem superficial e de fontes de fósforo aplicados na superfície de solo sob pastagem natural, dessecada com glifosato, no rendimento de massa seca de azevém e de trevo branco. DS-CCR-UFSM, Santa Maria, RS, 1995-1997**

Fonte de fósforo (150 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	Dose de calcário, t ha <sup>-1</sup>			
	0	2,0	8,5	17
<b>Efeito imediato:</b>	----- kg ha <sup>-1</sup> de massa seca -----			
Testemunha	545 bB <sup>1</sup>	802 cB	1.008 cAB	1.422 bA
Arad	2.752 aA	950 cB	1.530 bB	1.331 bB
Gafsa	2.602 aA	1.168 bB	1.380 bB	1.170 bB
SFT	2.954 aAB	2.440 aB	2.621 aAB	3.438 aA
<b>Efeito residual<sup>2</sup></b>				
Testemunha	1.251 B	1.355 B	1.649 AB	1.933 A
Arad	2.321 A	2.127 A	1.726 B	1.729 B
Gafsa	2.450 A	2.148 A	1.576 B	2.075 B
SFT	2.099 A	2.401 A	3.076 A	3.252 A

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si (Duncan 5%).

<sup>2</sup> Rendimentos de massa seca obtidos em 1997. P reaplicado em 1996.

Fonte: Xavier et al. (1995), citados por Kaminski & Peruzzo (1997); Pellegrini et al. (1998).

Tabela 5. Efeito da calagem superficial no pH do solo. DS-CCR-UFSM, Santa Maria, RS, 1997

Profundidade do solo, cm	Doses de calcário <sup>1</sup> , t ha <sup>-1</sup>			
	0	2,0	8,5	17
0-2,5	5,1	6,0	6,4	6,7
2,5-5	4,9	5,1	5,3	5,4
5-10	4,8	5,0	4,9	5,0
10-15	4,8	4,9	4,8	4,9

<sup>1</sup> Calcário aplicado em 1995.  
Fonte: Pellegrini et al. (1998).

Tabela 6. Efeito de fontes de fósforo, aplicados na superfície do solo, no teor de P no solo (Mehlich-I). DS-CCR-UFSM, Santa Maria, RS, 1997

Profundidade do solo, cm	Fonte de P			
	Testemunha	Arad	Gafsa	SFT
<i>Efeito residual<sup>1</sup></i>	----- mg P dm <sup>-3</sup> -----			
0-2,5	8	47	23	14
2,5-5	3	3	3	3
5-10	1	2	2	2
10-15	1	2	1	1

<sup>1</sup> 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> aplicados em 1995.  
Fonte: Pellegrini et al. (1998).

**Tabela 7.** Efeito de fontes de P no rendimento de matéria seca de pastagem cultivada em 1994 e 1995. Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Fonte de fósforo	Data de corte			
	6/9/94	27/9/94	16/8/95	27/10/95
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----			
SFS	2.355 a	1.882 a	2.449 a	2.241 a
Gafsa	1.818 b	1.958 a	2.217 a	2.208 a

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Duncan 5%).

Valores médios obtidos com as doses 0, 35, 70, 105 e 175 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total.

Fonte: Oliveira et al. (1999).

**Tabela 8.** Níveis de fósforo no solo (Mehlich-I) em função da aplicação de doses de P. Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Dose de fósforo kg ha <sup>-1</sup>	Data da coleta de solo			
	6/4/95		2/3/96	
	SFS	Gafsa	SFS	Gafsa
	----- mg P dm <sup>-3</sup> -----			
0	3,0	2,6	3,0	2,5
35	3,2	5,2	3,4	5,5
70	6,0	12,3	7,0	12,5
105	9,7	21,4	8,0	22,4
140	17,0	21,8	15,5	23,8
175	21,0	31,3	20,0	32,3
Média	6,3	15,8	9,4	16,5

Fonte: Oliveira et al. (1999).

# **Equipe Técnica Multidisciplinar da Embrapa Trigo**

**Chefe-geral**

*Benami Bacaltchuk - Ph.D.*

**Chefe Adjunto de Administração**

*João Carlos Ignaczak - M.Sc.*

**Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento**

*José Eloir Denardin - Dr.*

**Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios**

*João Francisco Sartori - M.Sc.*

<b>Nome</b>	<b>Gra- duação</b>	<b>Área de atuação</b>
<i>Amarilis Labes Barcellos</i>	<i>Dr.</i>	<i>Fitopatologia-Ferrugem da Folha</i>
<i>Ana Christina A. Zanatta</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Recursos Genéticos</i>
<i>Antônio Faganello</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Máquinas Agrícolas</i>
<i>Airton N. de Mesquita</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fitotecnia</i>
<i>Arcenio Sattler</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Máquinas Agrícolas</i>
<i>Ariano Moraes Prestes</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Fitopatologia-Septorias</i>
<i>Armando Ferreira Filho</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Difusão de Tecnologia</i>
<i>Aroldo Gallon Linhares</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Tecnol. de Sementes, Recurs. Genéticos</i>
<i>Augusto Carlos Baier</i>	<i>Dr.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Triticale</i>
<i>Cantídio N.A. de Sousa</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Trigo</i>
<i>Dirceu Neri Gassen</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Entomologia</i>
<i>Delmar Pöttker</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Fertilidade do Solo/Nutrição de Plantas</i>
<i>Edson Clodoveu Picinini</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fitopatologia-Controle Quím. Doenças</i>
<i>Edson J. Iorczeski</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Melhoramento de Plantas</i>
<i>Eliana Maria Guarienti*</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Tecnologia de Alimentos</i>
<i>Emídio Rizzo Bonato</i>	<i>Dr.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Soja</i>
<i>Erivelton Scherer Roman</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Ecologia de Plantas Daninhas</i>
<i>Euclides Minella</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Cevada</i>
<i>Gabriela E.L. Tonet</i>	<i>Dr.</i>	<i>Entomologia-Pragas de Soja/de Trigo</i>
<i>Geraldino Peruzzo</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fertilidade do Solo/Nutrição de Plantas</i>
<i>Gerardo Arias</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Cevada</i>

<b>Nome</b>	<b>Gra- duação</b>	<b>Área de atuação</b>
<i>Gilberto Bevilaqua</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Técnico de Nível Superior-Sementes</i>
<i>Gilberto Omar Tomm</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Culturas Alternativas-Ciclagem de N</i>
<i>Gilberto Rocca da Cunha</i>	<i>Dr.</i>	<i>Agrometeorologia</i>
<i>Henrique P. dos Santos</i>	<i>Dr.</i>	<i>Manejo e Rotação de Culturas</i>
<i>Irineu Lorini</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Entomologia-Pragas de Grãos Armaz.</i>
<i>Ivo Ambrosi</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Economia Rural</i>
<i>Jaime Ricardo T. Maluf</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Agrometeorologia</i>
<i>João Carlos Haas</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Biotecnologia</i>
<i>João Carlos S. Moreira</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fitotecnia</i>
<i>José Antônio Portella</i>	<i>Dr.</i>	<i>Máquinas Agrícolas</i>
<i>José M.C. Fernandes</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Fitopatologia</i>
<i>José Roberto Salvadori</i>	<i>Dr.</i>	<i>Entomologia-Pragas Trigo, Feijão e Milho</i>
<i>Julio Cesar B. Lhamby</i>	<i>Dr.</i>	<i>Rotação Culturas-Contr. Plantas Daninhas</i>
<i>Leila Maria Costamilan</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fitopatologia-Doenças de Soja</i>
<i>Leo de Jesus A. Del Duca</i>	<i>Dr.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Trigo</i>
<i>Luiz Ricardo Pereira</i>	<i>Dr.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Milho</i>
<i>Márcio Só e Silva</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fitotecnia</i>
<i>Marcio Voss</i>	<i>Dr.</i>	<i>Microbiologia do Solo</i>
<i>Maria Imaculada P.M. Lima</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fitopatologia</i>
<i>Maria Irene B.M. Fernandes</i>	<i>Dra.</i>	<i>Biologia Celular</i>
<i>Martha Z. de Miranda</i>	<i>Dra.</i>	<i>Tecnologia de Alimentos</i>
<i>Osmar Rodrigues</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Fisiologia Vegetal</i>
<i>Paulo F. Bertagnolli</i>	<i>Dr.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Soja</i>
<i>Pedro Luiz Scheeren</i>	<i>Dr.</i>	<i>Melhoramento de Plantas-Trigo</i>
<i>Rainoldo A. Kochhann</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Manejo e Conservação de Solo</i>
<i>Renato Serena Fontaneli</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Fitotecnia-Forageiras</i>
<i>Roque G.A. Tomasini</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Economia Rural</i>
<i>Sandra Patussi Brammer</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Biotecnologia</i>
<i>Silvio Tulio Spera</i>	<i>M.Sc.</i>	<i>Física de Solos</i>
<i>Sírio Wiethölter</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Fertilidade do Solo/Nutrição de Plantas</i>
<i>Wilmar Cório da Luz</i>	<i>Ph.D.</i>	<i>Fitopatologia</i>

\* Em curso de Pós-Graduação.



---

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária***

***Centro Nacional de Pesquisa de Trigo***

*Rodovia BR 285, km 174 - Caixa Postal 451*

*99001-970 Passo Fundo, RS*

*Fone: OXX 54 311 3444, Fax: OXX 54 311 3617*

*e-mail: [sac@cnpt.embrapa.br](mailto:sac@cnpt.embrapa.br)*

*site: <http://www.cnpt.embrapa.br>*

***Ministério da Agricultura e do Abastecimento***

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
E DO ABASTECIMENTO**

**GOVERNO  
FEDERAL**  
Trabalhando em todo o Brasil