

Fosfato parcialmente acidulado: um produto promissor.

*Efraim Cekinski
Wagner Bettiol*

O enxofre, matéria-prima utilizada na produção de ácido sulfúrico, vem sofrendo, nos últimos anos, uma grande elevação de preços. O Brasil, como importador desse elemento, vem concentrando esforços para minimizar as suas necessidades. Em 1980, o consumo aparente de ácido sulfúrico foi de 2,5 milhões de toneladas, tendo o país dispendido 128,3 milhões de dólares com importações de enxofre (1). A indústria de fertilizantes, maior consumidora de ácido sulfúrico, utilizou, nesse período, 2,4 milhões de toneladas desse insumo, perfazendo aproximadamente 96% do consumo nacional. Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas no CEFER-IPT com o objetivo de reduzir o emprego desta matéria-prima na produção de fertilizantes concentrados, entre elas faz-se necessário destacar o estudo de termofosfatos, nitrofosfatos e fosfatos parcialmente acidulados.

No Brasil, quando se refere à adubação fosfatada, verifica-se que os materiais empregados são originários da solubilização via ácido sulfúrico, via térmica ou aplicação direta do fosfato "in natura". Dentro da metodologia de solubilização do fósforo via ácido sulfúrico, a produção de Fosfato Parcialmente Acidulado (F.P.A.), desponta como uma alternativa para o barateamento do custo industrial, possibilitando a utilização de matérias-primas com maior teor de impurezas, as quais não são indicadas para a produção de superfosfatos e ácido fosfórico. Observa-se ainda que o F.P.A. tem propiciado bons resultados agrícolas, uma vez que em solos brasi-

leiros onde, de maneira geral, há deficiência em fósforo, a utilização de fertilizantes fosfatados com baixa solubilidade tende a diminuir perdas devidas à fixação do nutriente pelos constituintes do solo.

O F.P.A. é produzido adicionando-se uma quantidade de ácido sulfúrico suficiente para obter um teor mínimo de P_2O_5 solúvel. Este teor mínimo pode ser definido por otimização no processo de fabricação, por fatores agrônômicos ou por legislação. Atualmente, os teores mínimos exigidos pela Portaria SEFIS nº 01 são: 20% de P_2O_5 total, 9% de P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio e 5% de P_2O_5 solúvel em água.

O CEFER, com o intuito de colaborar na resolução desses problemas, vem efetuando testes a nível de laboratório, a fim de obter informações relativas à fabricação do F.P.A. e sua eficiência como fonte de fósforo para a agricultura.

Tabela 1 - Análise química (*) do concentrado fosfático de Patos de Minas utilizado na produção do F.P.A. em escala de laboratório.

Determinações	Resultados (%)
P_2O_5	25,80
CaO	30,80
Al_2O_3	2,70
Fe_2O_3	2,64
SiO_2	29,40
F	2,00
CO_2	0,47

(*) Análise efetuada pelo Laboratório de Análises Químicas do CEFER-IPT.

Figura 1 - Fluxograma da produção do F.P.A. em laboratório.

H_2SO_4 H_2O Concentrado

REATOR

SECADOR

RESFRIADOR

Produto Final

Tabela 2 - Análise granulométrica (*) do concentrado fosfático de Patos de Minas utilizado na produção de F.P.A.

Peneira (Mesh-Tyler)	(% Acumulada)
100	45,0
200	68,0
325	77,6
fundo	100,0

(*) Análise efetuada pelo Laboratório de Propriedades Físicas do CEFER-IPT.

Tabela 3 - Porcentagem calculada de P_2O_5 total e fosfato monocálcico em relação à variação da taxa de acidulação

Taxa de acidulação (%)	Ácido sulfúrico (a 100 %) concentrado fosfático	P_2O_5 total Calculado (%)	Fosfato monocálcico Calculado (%)
10	0,04	24,81	2,36
20	0,08	23,89	4,54
30	0,12	23,04	6,57
40	0,16	22,24	8,45
50	0,20	21,50	10,20
60	0,24	20,81	11,90

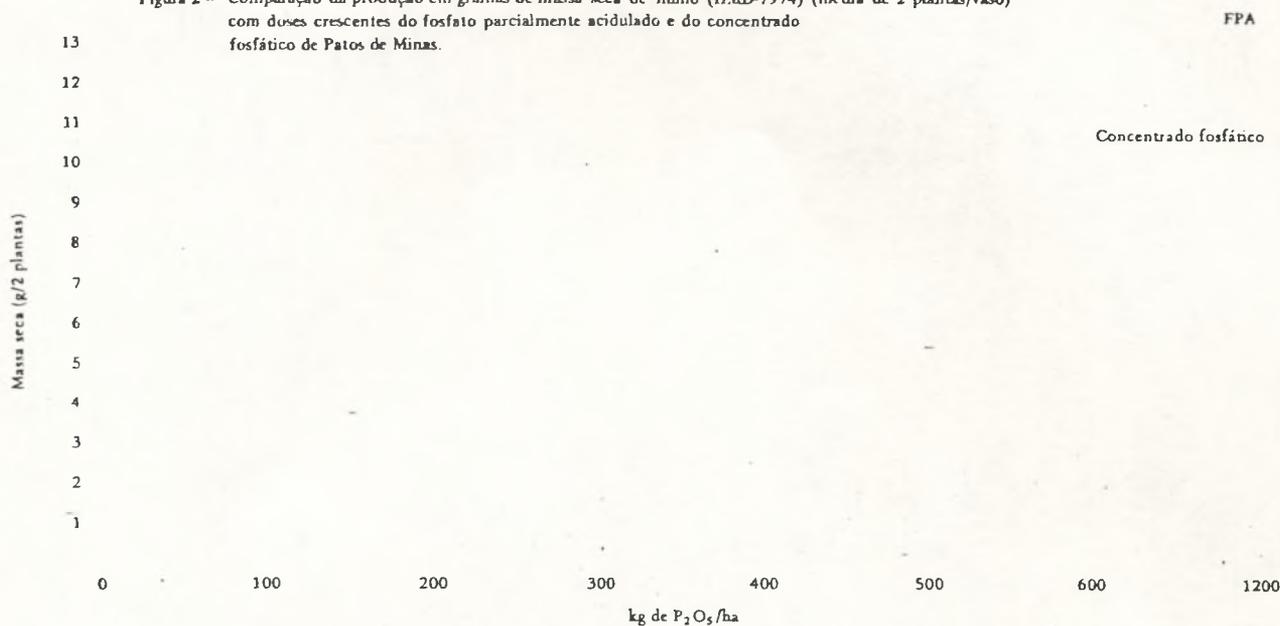
Tabela 4 – Acidez livre, fosfato monocalcico e eficiências calculadas a partir destes valores em relação às taxas de acidulação

Taxa de acidulação (%)	Acidez livre (%)	Fosfato monocalcico (%)	E ₁ (*) (%)	E ₂ (**) (%)
10	0,31	0,96	83,3	40,7
20	0,95	1,86	73,9	41,0
30	1,75	3,71	66,2	56,5
40	2,69	4,67	59,6	55,3
50	2,89	5,10	66,6	50,0
60	4,64	5,83	50,4	49,0

(*) E₁ – Eficiência calculada a partir de acidez livre.

(**) E₂ – Eficiência calculada a partir do fosfato monocalcico.

Figura 2 – Comparação da produção em gramas de massa seca de milho (HMD-7974) (média de 2 plantas/vaso) com doses crescentes do fosfato parcialmente acidulado e do concentrado fosfático de Patos de Minas.



OBS: Os tratamentos receberam adubação com N e K, fornecidos pelo sulfato de amônio e cloreto de potássio respectivamente.

Tabela 5 – Tratamentos utilizados para avaliação do F.P.A. e do concentrado fosfático de Patos de Minas (C.P.M.)

Fontes (*)	Dosagens de P ₂ O ₅ solúvel em ácido cítrico 2%. (kg/ha).								
F.P.A.	0	25	50	75	100	150	300	600	1200
C.P.M.									

(*) Como fonte de nitrogênio foi utilizado o sulfato de amônio, na base de 50 kg/ha de nitrogênio (20 kg de plantio e 30 em cobertura). A fonte de potássio foi o KCl na base de 50 kg/ha de K₂O. O teste para avaliar o efeito residual também recebeu as mesmas dosagens.

Condições dos ensaios e resultados

Produção de F.P.A.

As matérias-primas empregadas nos testes para produção do F.P.A. foram o concentrado fosfático de Patos de Minas, cujas análises química e granulométrica encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, e ácido sulfúrico concentrado (98%).

A fabricação de F.P.A. a nível de laboratório (Figura 1) foi iniciada com a reação entre o ácido sulfúrico e o concentrado, em agitador com características semelhantes a um misturador horizontal, sendo a secagem efetuada em um tambor rotativo aquecido por maçarico a gás, com resfriamento no mesmo tambor, sem o fornecimento de calor.

Como foi empregado o ácido concentrado, fez-se

necessária a adição de água ao processo, para proporcionar mobilidade aos íons e homogeneizar a massa, bem como para colaborar na granulação do produto. Durante o processo, a temperatura variou de 60 a 100°C, sendo que o produto final apresentou umidade entre 2 e 4%.

Durante o estudo, foram realizados ensaios na unidade de laboratório, variando-se a taxa de acidulação (relação entre a massa de ácido sulfúrico utilizada e a massa de ácido necessária para reagir com a apatita e convertê-la a fosfato monocálcico), entre 10 e 60%.

Para cada taxa de acidulação, foram calculados os teores de P_2O_5 e de fosfato monocálcico de produto final, os quais são apresentados na Tabela 3.

A partir dos valores teóricos de P_2O_5 total e fosfato monocálcico, das análises de acidez livre e do fosfato monocálcico do produto final, foram obtidas as eficiências de reação para cada taxa de acidulação. O cálculo da eficiência pode ser baseado na relação entre o fosfato monocálcico obtido e o calculado, ou na relação entre o hidrogênio do ácido na amostra (obtido pela

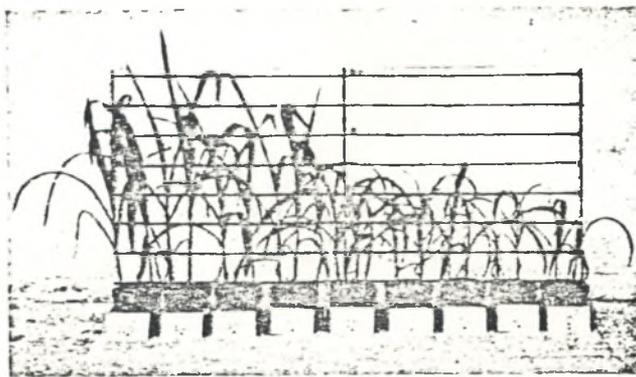


Figura 3 — Comparação do desenvolvimento do milho (HMD - 7974), com doses crescentes do fosfato parcialmente acidulado, com 11,33% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2%.

análise de acidez livre) e o hidrogênio do ácido sulfúrico adicionado ao reator. Os resultados da acidez livre, fosfato monocálcico e eficiências estão apresentados na Tabela 4.

Analisando a Tabela 4 verifica-se que, enquanto E_1 diminui, há um aumento de E_2 , sendo que, após a taxa de acidulação de 40%, os valores de E_1 e E_2 tendem a se igualar. Isto sugere que, para baixos níveis de acidulação, o ácido reage preferencialmente com impurezas do concentrado fosfático, sendo que, após essa fase, inicia-se o ataque à apatita. O valor de E_1 para a taxa de 50% está defasado dos demais, devido a imprecisões na metodologia.

Avaliação agrônômica

Na casa de vegetação do CEFER-IPT foram comparados o fosfato parcialmente acidulado, com 11,33% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico e o concentrado bruto, tendo 6,83% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico, para o milho (*Zea mays* L) híbrido HMD-7974, assim como observado o poder residual desses produtos, para a mesma cultura. Os tratamentos utilizados e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5 e nas Figuras 2, 3 e 4 respectivamente.

Analisando as Figuras 2 e 4, observa-se que o F.P.A. foi altamente superior ao concentrado fosfático nos dois ensaios; da menor à maior dosagem de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico, pois o parcialmente acidulado possui um teor de fósforo "disponível" desde o início do desenvolvimento das plantas, garantindo assim um suprimento de fósforo para as mesmas, enquanto o concentrado fosfático só começa a fornecer fósforo após sofrer ataque ácido e microbiológico do solo. Este fato é observado no estudo do efeito residual (Figura 4), onde a diferença do desenvolvimento entre o F.P.A. e o concentrado fosfático é menor (entretanto, altamente significativa).

No F.P.A. nota-se que, para as dosagens até 150 kg de

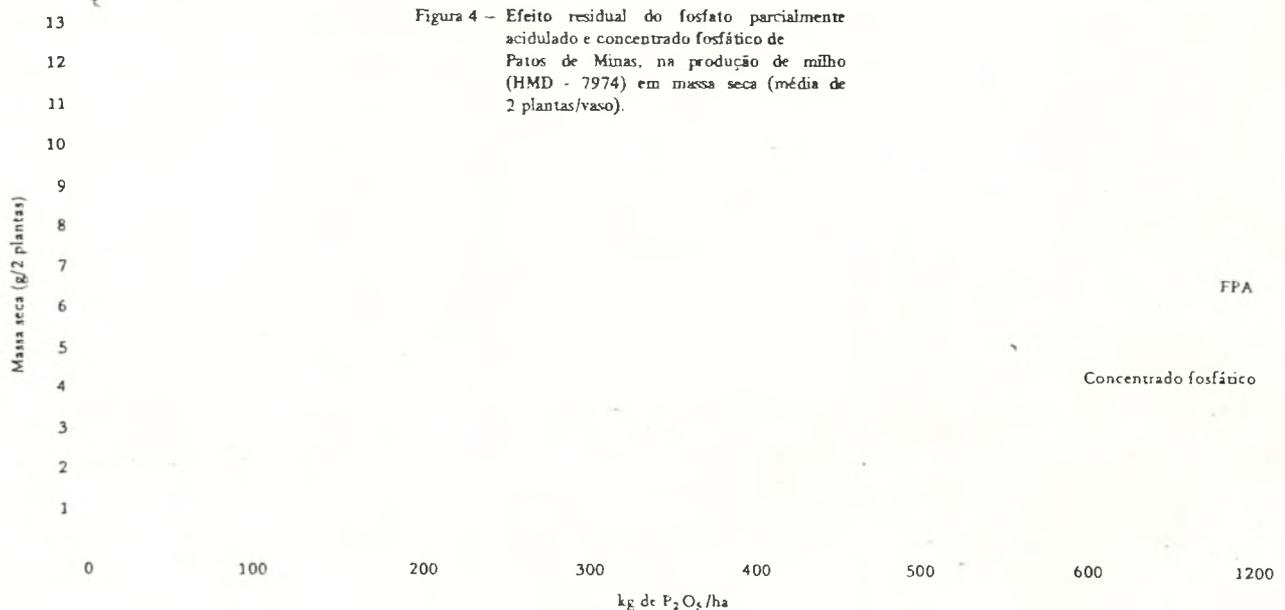


Figura 4 — Efeito residual do fosfato parcialmente acidulado e concentrado fosfático de Patos de Minas, na produção de milho (HMD - 7974) em massa seca (média de 2 plantas/vaso).

OBS: Os tratamentos receberam adubação com N e K, fornecidos pelo sulfato de amônio e cloreto de potássio respectivamente.

P_2O_5 por hectare, há um aumento acentuado no desenvolvimento da cultura mas, após esse valor, verifica-se que o desenvolvimento não sofre grandes alterações, indicando ser a faixa adequada para a cultura trabalhada, enquanto que para o concentrado fosfático, até a dosagem de 600 kg de P_2O_5 /ha o aumento no desenvolvimento é baixo, sofrendo um considerável acréscimo após esse valor.

Considerações Finais

Como o fosfato parcialmente acidulado tem-se mostrado promissor como fonte de fósforo para a agricultura e com possibilidades de ter um menor custo de produção, além de reduzir a dependência nacional de en-

quanto o CIFLIR está iniciando estudos mais detalhados nessa área, tendo como objetivos:

- o estudo de parâmetros de produção em escala piloto;
- o estudo e acompanhamento químico e mineralógico das reações que ocorrem na acidulação parcial;
- os ensaios agronômicos em casa de vegetação e campo;
- os estudos dos diferentes fosfatos nacionais.

Referência bibliográfica

1. ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ÁCIDO SULFÚRICO, 1. São Paulo, IPT-CEFER, 14-16 de setembro, 1981. *Anais* São Paulo, IPT-CEFER, s.d. v.1.

PATENTES

Está-se iniciando, neste número, uma nova seção denominada PATENTES. Como introdução ao assunto é apresentada uma dissertação situando estes documentos e ressaltando sua importância como veículo de garantia de um direito de propriedade intelectual, e também como uma fonte potencial de informações tecnológicas.

Esta seção pretende promover uma maior utilização dessas informações através de uma divulgação mais ampla do conteúdo do pedido de patente, geralmente pouco valorizado neste aspecto, e das vantagens de sua obtenção e utilização a nível de gerenciamento e de pessoal dedicado à pesquisa e desenvolvimento em empresas, universidades e centros de pesquisa.

“Litterae Patente”

Carta Patente, ou carta aberta, tem, no setor de Propriedade Industrial, o sentido de privilégio concedido por órgão governamental competente às pessoas que, por dom da imaginação criadora fruto da pesquisa, do conhecimento ou da observação, por “insight” ou pela capacidade especial de ver além, solucionam questões ou dificuldades de ordem técnica, contribuindo para o desenvolvimento técnico-industrial de um país.

Este documento tem sido objeto de muitos preconceitos resultantes não só da pouca ênfase que se tem dado a este setor do Direito Industrial, no que se refere ao seu uso potencial como fonte de informação e divulgação da tecnologia, como também por uma supervalorização do seu aspecto de sigilo e proteção. É comum o completo desconhecimento dos técnicos sobre estes documentos, sobre sua obtenção e utilização, agravado pela estrutura específica dos mesmos que traz uma dificuldade adicional, pois são textos que exigem uma certa familiaridade para sua compreensão.

Os documentos de patentes representam uma fonte de informação rica e atual, que pode ser utilizada de várias maneiras. Talvez o que pareça mais imediato seja o seu emprego como instrumento para se promover uma constante atualização dos técnicos nos seus diversos setores específicos de interesse. Além disso, podem ser utilizados para resolver problemas técnicos em atividades de pesquisa e desenvolvimento e para evitar investimentos

no incremento de tecnologias já desenvolvidas. Além destas utilizações imediatas, esses documentos podem servir como apoio para decisões estratégicas como, por exemplo, para acompanhar ao longo do tempo, dentro de cada setor técnico, as tendências de desenvolvimento tecnológico, o que permite prever efeitos no mercado da entrada de novas tecnologias, identificar novos clientes ou concorrentes em potencial e, até mesmo, novos fornecedores, como é o caso de países ou empresas que se encontram vinculados a um único fornecedor, permitindo condições de negociação mais abrangentes.

A nível governamental, a análise dos pedidos de patentes estrangeiras, depositadas num determinado país, permite a identificação das áreas em que haverá investimentos de capital externo e qual o tipo de tecnologia que se pretende deter ou implantar, possibilitando a preservação de interesses nacionais através do estímulo dirigido a áreas que sejam prioritárias na obtenção de tecnologia própria; permite ainda a previsão de mercados externos e o direcionamento de atividades de transferência de tecnologia.

Analisando os documentos de patentes sob o prisma da informação tecnológica neles contida, deve-se também ressaltar o aspecto da atualidade e da exaustividade desta fonte. Isto porque mais de 80% das informações tecnológicas divulgadas através de patentes só se encontram descritas nesses documentos, muitas vezes devido ao próprio interesse dos titulares em não promover uma divulgação mais ampla de sua tecnologia. Já os 20% restantes, quando são publicados por outras fontes, como relatórios ou periódicos técnicos, são em geral incompletos, como também ocorrem muito tempo depois da publicação do pedido.

No caso dos países subdesenvolvidos ou em fase de industrialização, o uso de documentos de patentes como fonte de informação é ainda mais importante pois, mesmo que cerca de 80% das patentes concedidas nestes países sejam de origem estrangeira, isto representa apenas cerca de 6% das patentes concedidas no mundo. Isto significa que cerca de 94% das patentes em vigor são de domínio público nestes países por não terem sido requeridas ou concedidas de acordo com as legislações específicas em vigor nos mesmos. Deste total, cerca de 30% correspondem a famílias de patentes, isto é, às diversas