

ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ALGUMAS CULTURAS NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS, ESPÍRITO SANTO E RIO DE JANEIRO

Alfredo Scheid Lopes¹
Carlos Alberto Vasconcellos²
Roberto Ferreira de Novais³

1. INTRODUÇÃO

Uma das características marcantes da grande maioria dos solos dos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro, é a baixa disponibilidade de fósforo.

E, a conseqüente alta demanda de fertilizantes fosfatados, aliada a seus elevados preços, leva à necessidade de gerar conhecimentos científicos para aumentar a eficiência dos fertilizantes tradicionalmente usados e/ou encontrar alternativas viáveis de substituição por outros materiais. No caso específico do fósforo, o uso de fosfatos naturais brasileiros de baixa reatividade pode, sob certas condições, constituir-se em uma alternativa viável tanto pelo aspecto agrônômico como econômico.

Para que seja avaliada a necessidade de gerar tecnologia na solução de problemas específicos e propor linhas de trabalho, é necessário avaliar o estado de conhecimento atual com respeito ao problema. Tendo em mente esta filosofia de trabalho, procurou-se resumir, nesta monografia, a situação da adubação fosfatada em Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro, com os seguintes objetivos:

- a) discutir os métodos de diagnose da necessidade de adubação fosfatada;
- b) determinar as doses mais eficientes da adubação fosfatada para as diversas culturas;
- c) avaliar a eficiência agrônômica e econômica das diversas fontes de fósforo e
- d) sumariar os aspectos de difusão de tecnologia e política de fertilizantes.

¹ Eng^o Agr^o Ph.D. Prof. da Escola Superior de Lavras (ESAL) – Caixa Postal 37 – CEP 37200 – Lavras, MG.

² Eng^o Agr^o Ph.D. Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) – EMBRAPA – Caixa Postal 151 e 285 – CEP 35700 – Sete Lagoas, MG.

³ Eng^o Agr^o Ph.D. Prof. da Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henri Holf s/n^o, CEP 36570 – Viçosa MG.

2. DIAGNOSE – DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES DE ADUBAÇÃO

O sistema solo-planta é constituído por três fases. sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é composta das frações mineral e orgânica; a líquida, pela solução do solo. Em cada uma destas fases e, principalmente, nas interfases, ocorrem reações que favorecem ou limitam o crescimento das plantas cultivadas (Figura 1). Essas reações geralmente ocorrem ao mesmo tempo, sendo que, em qualquer etapa, a limitação de uma delas pode ocasionar decréscimo na quantidade do fósforo a ser absorvido pelo vegetal.

No caminhamento de um íon da fase sólida para a fase líquida e posterior absorção pela planta, pelo menos três fatores devem ser levados em consideração:

- a) fator intensidade, mais freqüentemente expresso como fósforo na solução do solo, atividade de P, ou potencial de fosfato (I);
- b) fator quantidade – (Q), em geral conceituado como a concentração do íon na superfície das partículas do solo e na solução do solo que é passível de ser trocado com íon quimicamente idêntico adicionado à solução do solo e
- c) fator capacidade – é a relação K_1/K_2 (ou Q/I) a qual define uma medida da habilidade do solo (fator quantidade) de manter um definido nível de P em solução (fator intensidade). Comumente é denominado poder tampão de fosfato.

Nas análises de rotina para fósforo, usando-se o extrator de Mehlich, só se obtém uma indicação parcial do fator quantidade, que é insuficiente para uma correta diagnose da disponibilidade do fósforo. A inclusão de algum parâmetro que reflita o fator capacidade, poder tampão de fosfato, argila, por exemplo, como será mencionado mais adiante, quer parecer uma medida viável a curto prazo, para melhorar o sistema de recomendação de fertilizantes fosfatados. Pesquisas nesse sentido, conduzidas com solos de Minas Gerais, têm mostrado a importância desse parâmetro.

Cinco fases são consideradas importantes em um programa ordenado de avaliação de fertilidade do solo: 1) técnicas de amostragem do solo; 2) métodos de análises de solos; 3) sistemas para correlação e calibração de análise de solos e resposta das culturas; 4) modelos para interpretação de ensaios de campo e 5) sistemas para preparação de recomendações de fertilizantes com base econômica (Waught et al. 1973). Grande parte dos problemas das últimas três fases (correlação, interpretação e recomendações) deve-se à dificuldade em descrever o complexo fenômeno envolvido por falta de avaliação adequada de parâmetros que permitam extrapolações adequadas.

No Estado de Minas Gerais, um grande número de trabalhos básicos de diagnóstico vem sendo desenvolvido, notadamente nos estágios de laboratório e casa de vegetação. Entretanto, o número de trabalhos de correlação e calibração de análise de fósforo a nível de campo, com diferentes culturas, é muito aquém das necessidades

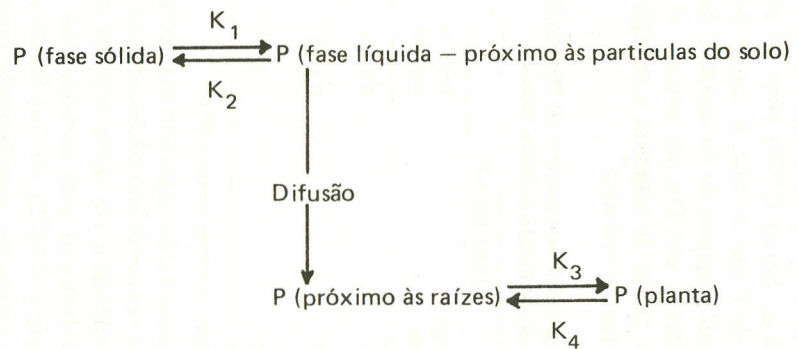


Fig. 1 - Representação esquemática de reações do fósforo no sistema solo-planta (Gunary e Sutton, 1967)

reais para que o programa de recomendação racional da adubação fosfatada, com bases técnicas e econômicas, possa ser implantado.

O método de diagnose mais usado para avaliar a necessidade de adubação fosfatada para os solos de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro, vem sendo a determinação do P disponível pelo extrator de Mehlich (Carolina do Norte – HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N). Este método de diagnose foi implantado na região pelo Programa Nacional de Análise de Solos em 1967 como parte do “International Soil Testing Project”.

O critério de interpretação atualmente em uso e de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978) pode ser observado na Tabela 1. O estabelecimento dos teores de P que definem as classes de fertilidade, entretanto, não foi feito com base em um programa de correlação e calibração envolvendo os diversos tipos de solos, culturas, etc. Foi, na verdade, alicerçado em resultados esparsos, sem a obtenção de curvas de respostas e estabelecimento de adubações que considerem os fatores técnico e econômico.

Tabela 1 — Interpretação dos níveis de P disponível pelo extrator de Mehlich (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N) atualmente em uso no Estado de Minas Gerais.

Classificação	Níveis (ppm P)	
	Textura média a arenosa	Textura argilosa
Baixo	0 a 10	0 a 5
Médio	11 a 20	6 a 10
Alto	>20	>10

Fonte: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978).

O extrator de Mehlich vem-se apresentando razoavelmente adequado como um indicador da disponibilidade de fósforo em solos sem adubação e com a aplicação de adubos fosfatados solúveis. Isto foi evidenciado em vários trabalhos de casa de vegetação e alguns experimentos de campo dentre os quais mencionam-se os de Bahia Filho & Braga (1975a, 1975b), Braga & Defelipo (1972a, 1972b), Santos et al. (1979). O extrator de Mehlich apresenta sérias limitações, especialmente quando se usam fosfatos naturais de baixa reatividade como é o caso de fosfatos de Araxá e de Patos de Minas. Devido ao alto poder de dissolução da forma P-Ca por esse extrator, há uma superestimação do teor de fósforo disponível e baixa correlação com crescimento e/ou produção vegetal (Santos et al. 1979; Tanaka 1978).

Além da não discriminação que o extrator de Mehlich exerce na avaliação dos níveis de disponibilidade de fósforo, quando diferentes fontes são usadas, a solubili-

zação dos fosfatos naturais depende do tempo e/ou do maior contato com novas partículas de solo ano após ano. As Figuras 2 e 3 apresentam dados de produção de grãos de sorgo granífero em função dos níveis de fósforo disponível pelo extrator de Mehlich no 1º e 3º ano, respectivamente (Vasconcellos et al. 1980). Os dados de produção em função de doses de P_2O_5 total (de 0 a 800 kg/ha), aplicados a lanço, indicam, para o 1º ano, com superfosfato triplo, uma amplitude de 2 a 12 ppm de P, com o nível crítico de 9,1 ppm; com termofosfato Yoorin, amplitude de 2 a 17 ppm sem apresentar ponto de máximo; com fosfato de Araxá, amplitude de 2 a 40 ppm, com nível crítico de 24,8 ppm e finalmente para o fosfato de Patos de Minas, com uma amplitude de 5 a 65 ppm e nível crítico de 40,5 ppm. Nos dados do terceiro ano (Figura 3) observa-se um decréscimo do fósforo disponível pelo método de Mehlich para os fosfatos de Araxá e de Patos de Minas, o que pode ser indicativo de haver diminuição na fração P-Ca dos referidos fosfatos. Para o fosfato Patos de Minas obteve-se uma relação linear com os dados de produção, fato que foi observado com o termofosfato Yoorin, tanto no 1º ano como no 3º ano. Observam-se ainda sensíveis variações nos valores dos níveis críticos, tanto para o superfosfato triplo como termofosfato Yoorin e fosfatos naturais no 3º ano. Os dados obtidos por Vasconcellos et al. (1980) sugerem a importância de se conhecer, detalhadamente, o histórico da área quando se tem em mente fazer interpretações mais criteriosas da situação da disponibilidade de P pelo método em uso nos laboratórios da região (método de Mehlich), e a necessidade de se desenvolverem extratores que não solubilizem a forma P-Ca.

Mesmo que se leve em conta que o extrator de Mehlich não é o ideal para todas as situações é indiscutível que a maioria dos solos dos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro apresenta baixo teor de fósforo disponível. Sumários de resultados de análises de rotina, apresentados em várias reuniões de fertilidade, indicam que mais de 90% das amostras analisadas apresentam níveis de fósforo disponível abaixo de 10 ppm pelo extrator de Mehlich. Lopes et al. (1972) tabularam resultados de 16.486 amostras analisadas no período de julho de 1967 a maio de 1971 pela ESAL, abrangendo 7 regiões e 217 municípios de Minas Gerais. Os resultados mostraram que 82,0% apresentavam menos de 5 ppm e 91,5% apresentavam menos de 10 ppm. Mais recentemente, Lopes & Cox (1977), trabalhando com 518 amostras superficiais tomadas sob vegetação natural, em 60 municípios de Minas Gerais e Goiás, observaram uma amplitude de variação nos níveis de P solúvel pelo método de Mehlich de 0,1 a 16,5 ppm e que 92% das amostras possuíam menos de 2 ppm. Estes dados são indicativos das limitações impostas pela baixa disponibilidade natural de fósforo na grande maioria dos solos de Minas Gerais.

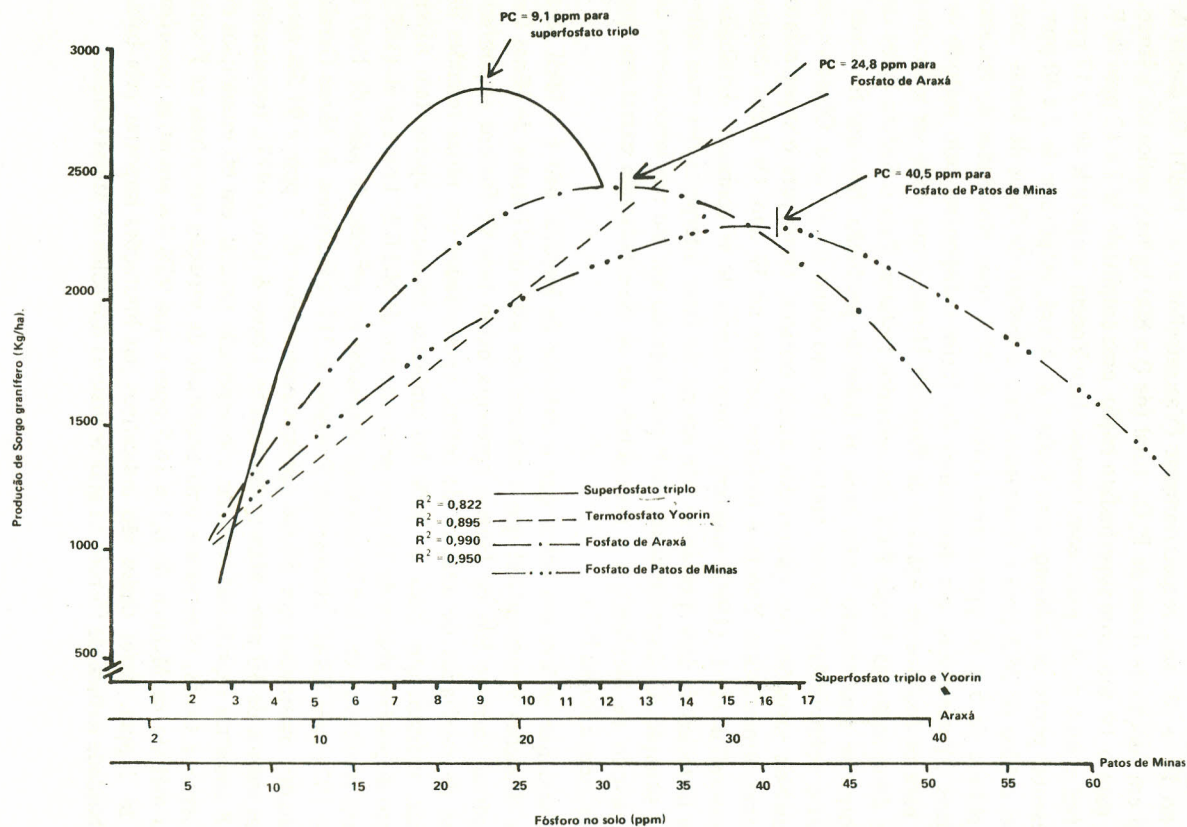


Fig. 2 — Produção de grãos de sorgo granífero em função de teores de P pelo método de Mehlich (dados do 19 ano).
 Fonte: Vasconcellos et al. (1980).

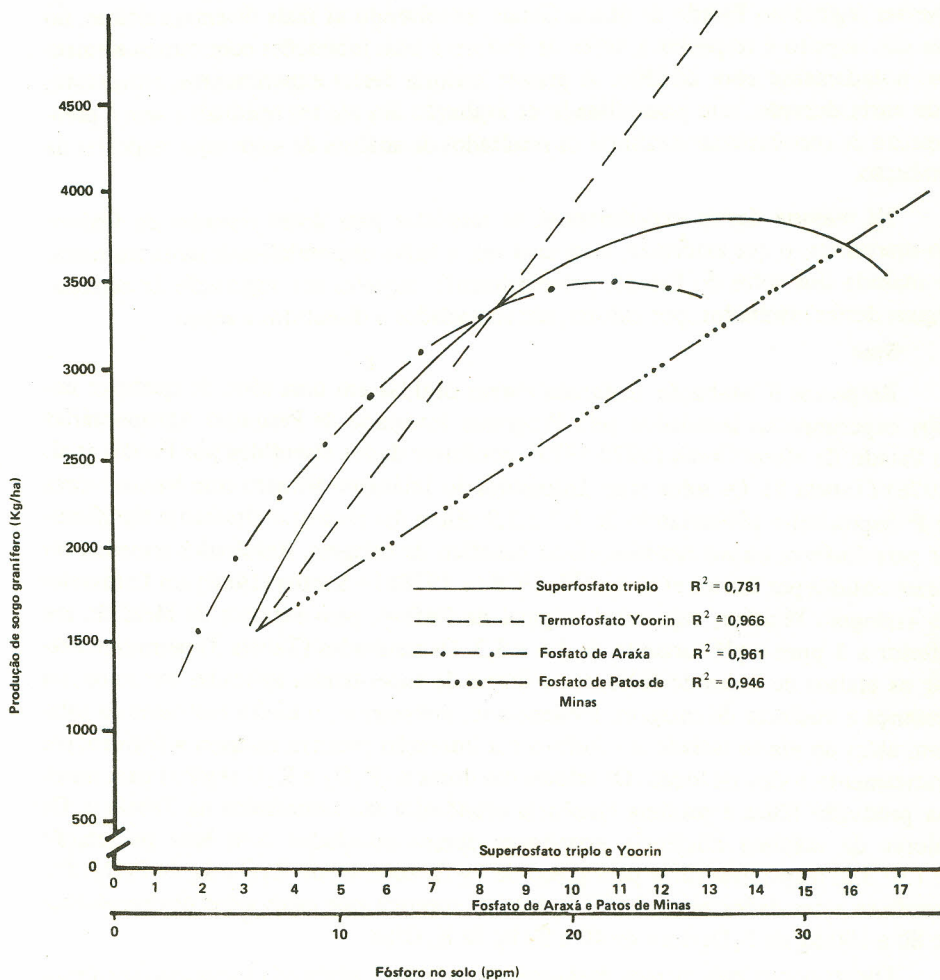


Fig. 3 — Produção de sorgo granífero em função de teores de P extraídos pelo método de Mehlich (dados do 3º ano). Fonte: Vasconcellos et al.(1980).

3. RESPOSTAS DAS PRINCIPAIS CULTURAS

Um grande número de experimentos de campo tem sido conduzido nas mais diversas regiões no Estado de Minas Gerais, envolvendo as mais diversas culturas, no que diz respeito a respostas a doses de fósforo e suas interações com outros elementos, notadamente com calcário. A grande maioria destes experimentos, entretanto, é de curta duração, sem possibilidade de avaliação dos efeitos residuais e sem a preocupação de correlacionar e calibrar os resultados de análises de solos com respostas da produção.

Na maioria destes experimentos, as respostas para doses elevadas de fósforo são marcantes, o que evidencia, mais uma vez, a baixa disponibilidade deste nutriente na maioria dos solos do Estado, principalmente naqueles sob vegetação de cerrado. Alguns destes resultados, por cultura, são sumariados e discutidos a seguir.

Soja

Respostas à adubação fosfatada foram obtidas em uma série de quatorze ensaios experimentais instalados pelo Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais (1972-1973), conforme dados discutidos por Ferrari et al. (1976) (Tabela 2). Os solos eram Latossolos do Triângulo Mineiro com baixos teores de P disponível e pH variando de 4,2 a 5,9. Além das respostas altamente significantes para fósforo, houve também efeito benéfico da calagem. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (1977, 1978a e 1978b) e Santos (1980) em Latossolos do Triângulo Mineiro, cujo nível original de fósforo, pelo extrator de Mehlich, era inferior a 3 ppm e pH variando de 4,6 a 5,3. Os resultados (Tabela 3) permitem avaliar os efeitos de doses de fósforo, na forma de super-tríplo, aplicadas em sulco, na presença e ausência de calagem. Evidencia-se, novamente, o efeito marcante da calagem, além do efeito isolado do fósforo e a interação positiva calagem x fósforo, em praticamente todos os locais. Os valores das doses de P_2O_5 e K_2O (kg/ha) para máxima produção física e máxima eficiência econômica são sumariados na Tabela 4. Os valores de máxima eficiência econômica foram calculados com base na relação 1: 1,6: 3,0, respectivamente para preço de kg de soja, kg de K_2O e kg de P_2O_5 . Tomando-se estes dados como base, os autores sugerem que esses solos devam receber de 80 a 190 kg de P_2O_5 /ha e de 40 a 80 kg de K_2O /ha.

Outro ponto que merece destaque, em relação à adubação fosfatada na cultura da soja, é o comportamento diferencial de variedades e linhagens. Muito embora haja aumento de produção com a elevação das doses de fósforo, para as mais diversas variedades e linhagens testadas, é interessante observar que há diferenças de produção/kg de P_2O_5 aplicado, além de modificações de caráter agrônomico como altura de planta e inserção da primeira vagem. Lima et al. (1974), trabalhando em Latossolos de Capinópolis, Lavras e Viçosa, observaram que, das variedades de soja testadas (Santa Rosa, UFV - 1, Pelicano e IAC - 2), a variedade Santa Rosa foi a que mos-

Tabela 2 — Resultados médios do grupo de cinco experimentos de soja realizados em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Latossolo Vermelho-Escuro (LVE) em resposta aos níveis de fósforo e calcário.

Doses de P ₂ O ₅ (kg/ha)	Produção de grãos				Altura da 1ª vagem			
	Sem Calagem		Com Calagem		Sem Calagem		Com Calagem	
	LVA	LVE	LVA	LVE	LVA	LVE	LVA	LVE
	----- kg/ha -----				----- cm -----			
0	209,7	385,3	512,4	430,0	10,0	8,5	9,3	9,3
100	767,5	1041,8	1601,4	1533,1	11,0	9,7	13,2	11,6
200	1008,1	1282,5	1832,2	1772,1	11,9	11,6	14,1	12,4
300	1079,6	1414,1	2076,8	2077,3	12,7	11,3	14,8	12,8
DMS Tukey (5%)	297,7	178,4	297,7	178,3	1,5	2,0	1,5	2,0

Fonte: Ferrari et al. (1976)

Tabela 3 – Produção média de grãos nos ensaios de Patrocínio (Latossolo Vermelho-Amarelo), Sacramento (Latossolo Roxo Distrófico), Araguari (Latossolo Vermelho-Escuro), Uberaba (Latossolo Vermelho-Escuro-Argiloso e Latossolo Vermelho-Escuro-textura média).

Doses de P ₂ O ₅	74/75, 75/76		73/74, 74/75, 75/76		73/74		73/74, 74/75, 75/76		73/74, 74/75, 75/76	
	Patrocínio		Sacramento		Araguari		Uberada (argiloso)		Uberaba (média)	
	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal	C/Cal	S/Cal
(kg/ha)	----- kg/ha -----									
0	211	207	1.229	522	1.577	1.028	744	470	1.371	248
100	1.853	1.042	1.655	1.060	1.820	1.457	1.987	1.385	1.696	353
200	2.297	1.474	1.980	1.457	2.164	1.656	2.156	1.862	1.978	326
300	2.313	1.760	2.011	1.560	1.895	1.866	2.391	1.935	1.835	706

Fonte: Santos et al. (1977, 1978a, 1978b) e Santos (1980).

Tabela 4 — Níveis de P₂O₅ e K₂O que proporcionam a máxima produção física e máxima eficiência econômica de soja no Triângulo Mineiro.

Locais	Máxima produção física				Máxima eficiência econômica		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	Produção		P ₂ O ₅	K ₂ O	Produção
	----- kg/ha -----				----- kg/ha -----		
				1973/1974			
Sacramento	201	93	2.412		80	85	2.219
Araguari	210	—	2.398		168	—	2.334
Uberaba (Argiloso)	232	98	2.772		182	56	2.661
Uberaba (Média)	235	82	2.567		53	76	2.304
				1974/1975			
Sacramento	268	84	2.355		116	80	2.117
Patrocínio	224	—	1.579		166	—	1.490
Uberaba (Argiloso)	251	44	1.767		185	33	1.655
Uberaba (Média)	230	86	1.873		66	79	1.616
				1975/1976			
Sacramento	187	92	2.870		187	62	2.870
Patrocínio	238	71	3.478		209	59	2.424
Uberaba (Argiloso)	254	—	2.282		194	—	2.189
Uberaba (Média)	209	83	2.683		121	80	2.545

Fonte: Santos et al. (1977, 1978a, 1978b).

trou respostas aos maiores níveis de P₂O₅ testados (200 kg/ha). Rolin et al. (1979), avaliando respostas de duas variedades e cinco linhagens (IAC-2, UFV-1, IAC-73-4013, V x 4-101-1 e C x 10-47-5-33) a doses de fósforo, na forma de super-triplo, aplicadas no sulco de plantio verificaram que a variedade UFV-1 mostrou maior capacidade de produção, em qualquer nível de fósforo, do que as demais variedades (Figuras 4 e 5).

Trabalhos de correlação e calibração de análises de fósforo e produção de soja em Minas Gerais são em número bastante reduzido e os resultados são até certo ponto divergentes. Braga et al. (1976), trabalhando em 17 Latossolos do Triângulo Mineiro com níveis de P disponível (Mehlich) variando de traços a 18 ppm, não encontraram correlação significativa entre níveis de P disponível e rendimento de grãos e nem entre P disponível e produção relativa. Entretanto, Freire et al. (1979), utilizando dados provenientes de trabalhos experimentais realizados nas regiões do Triângulo Mineiro e Rio Paranaíba por Santos et al. (1978a), obtiveram estimativas bastante adequadas de níveis críticos de P para os extratores de Mehlich, Bray-2 e

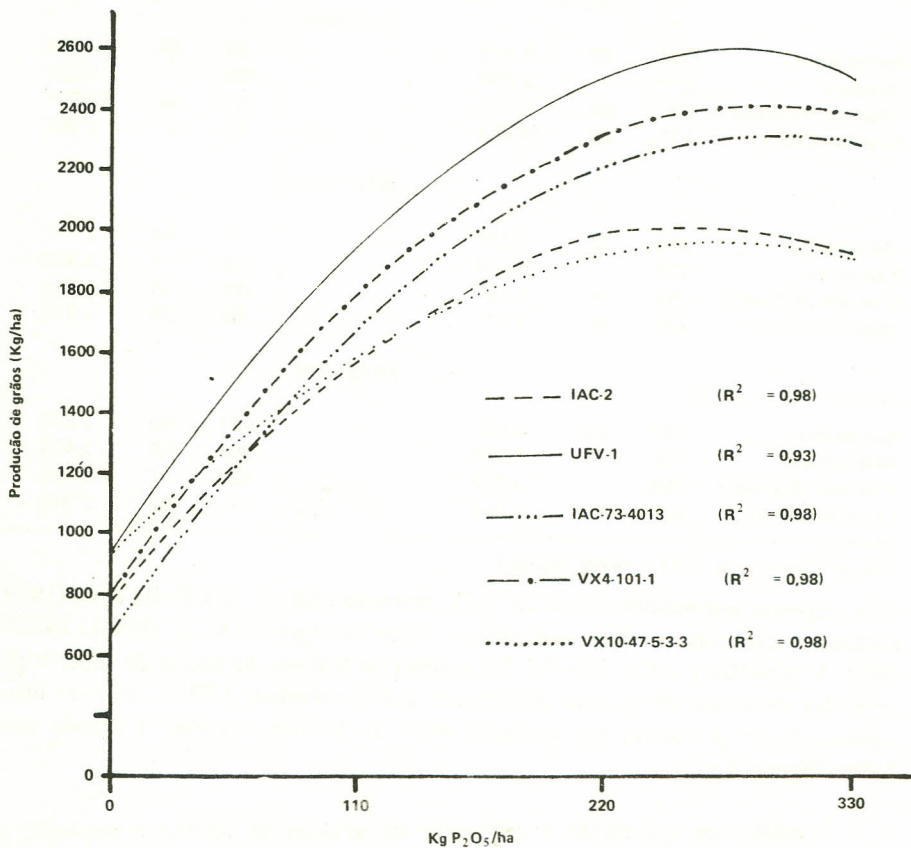


Fig 4 — Produção média de grãos de soja, em função de doses de P₂O₅ aplicadas, das diferentes variedades e linhagens. Fontes: Rolim et al.(1979).

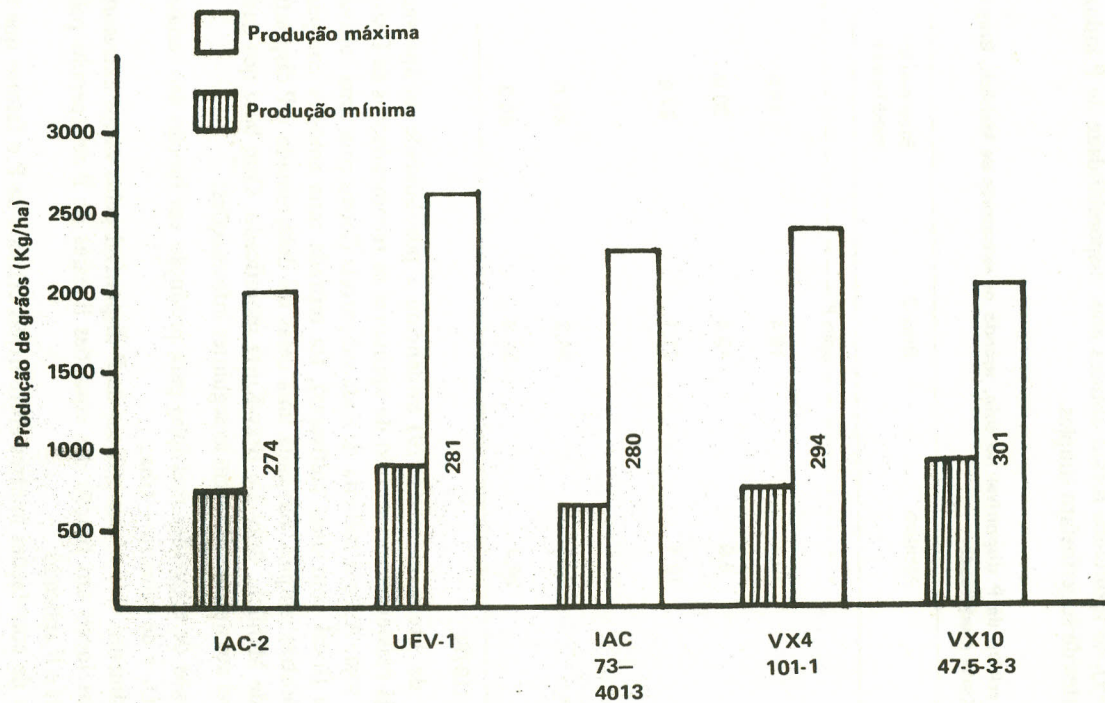


Fig. 5 — Dose de P_2O_5 (dentro da coluna), em kg/ha, que propiciou a mínima e a máxima produção de grãos, para cada variedade e linhagem de soja. Fonte: Rolim et al, (1979).

Bray-Kurtz modificado, conforme avaliações após a aplicação a lanço de doses correspondentes a 0, 200, 400, 600 e 800 kg P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples (Tabela 5). Deve-se lembrar, entretanto, que no caso do trabalho de Braga et al. (1976) estes autores trabalharam com a disponibilidade natural de P e, no caso de Freire et al. (1979), os resultados foram obtidos com disponibilidade de P induzida por doses crescentes de superfosfato simples.

Tabela 5 — Nível crítico de P disponível no solo, usando os extratores de Mehlich, Bray-2 e Bray-Kurtz modificado.

Locais	Mehlich	Bray-2	Bray-Kurtz modificado
	----- ppm P -----		
Patrocínio	10,1	15,4	18,8
Monte Carmelo	9,9	18,4	20,9
Sacramento	12,1	21,1	27,8
Uberaba			
Var. Santa Rosa	23,4	34,2	41,0
Var. IAC-2	24,7	35,8	45,3

Fonte: Freire et al. (1979)

O trabalho de Freire et al. (1979) evidenciou a possibilidade de aproveitamento de dados já existentes, no sentido de aprimorar as recomendações de fósforo para a cultura da soja. Após a colheita de cada subparcela (locais com uma cultivar), ou sub-subparcela (local com duas cultivares), foi retirada uma amostra composta oriunda de 30 amostras simples. Em cada uma delas foi determinado o P disponível pelos extratores de Mehlich, Bray-2 e Bray-Kurtz modificado. Com base nos dados obtidos foi possível aos autores obterem as seguintes informações:

- a) ajustamento de regressões múltiplas para produção em função das variáveis kg de P₂O₅ e de calcário – t/ha;
- b) estabelecimento dos níveis críticos de P disponível pelos vários extratores, nos vários locais em função das equações lineares de P recuperado pelos extratores e P aplicado;
- c) obtenção de correlações lineares entre níveis críticos de P e fatores que refletem a “capacidade” dos solos estudados (areia, argila, água retida a 1/3 bar e 15 bars), o que pode favorecer a extrapolação dos níveis críticos obti-

- dos para outros solos; e
- d) cálculo de quantidades de P a serem recomendadas, que variam de maneira contínua com os parâmetros do “fator capacidade” e com o teor de P na análise química (Tabela 6).

Tabela 6 – Quantidades ótimas de P_2O_5 em kg/ha, de uma fonte solúvel, aplicada a lanço, para se ter a produção máxima de soja.

Níveis críticos esperados – Extrator de Mehlich	Argila	Análise de Solo									
		ppm de P									
		0	1	2	4	8	12	16	20	24	28
ppm P	%	kg de P_2O_5 /ha									
26,2	10	624	600	576	529	434	338	243	148	53	–
23,6	20	626	600	573	520	414	307	201	95	–	–
20,9	30	629	599	569	509	389	268	148	28	–	–
18,3	40	633	598	564	494	356	217	78	–	–	–
15,6	50	639	598	557	475	311	147	–	–	–	–
12,9	60	646	596	546	447	247	47	–	–	–	–
10,3	70	659	594	530	402	146	–	–	–	–	–
7,6	80	680	591	502	323	–	–	–	–	–	–
5,0	90	730	583	436	141	–	–	–	–	–	–

Fonte: Freire et al. (1979).

O que parece fundamental é a necessidade de se estabelecer, em estudos semelhantes, inclusive para outras culturas e tipos de solos, um parâmetro do “fator capacidade” (como por exemplo, teor de argila ou teor de areia) e obter valores de P disponível que permitam interpretações mais adequadas. A orientação básica seguida no trabalho de Freire et al. (1979) parece indicar que há necessidade de se medir parâmetros que possam refletir a dinâmica do fósforo no solo, escolhendo

aqueles que sejam mais práticos para recomendar fertilizantes fosfatados com base na análise química do solo.

Milho e Sorgo

Muito embora um grande número de trabalhos de adubação com a cultura do milho tenha sido desenvolvido em Minas Gerais, são praticamente inexistentes trabalhos de calibração específicos para fósforo disponível e produção. Quase sempre, entretanto, doses relativamente altas de P_2O_5 são necessárias.

Malavolta & Gargantini (1966) apresentaram resultados de experimentos fatoriais realizados em Patos de Minas e no Triângulo Mineiro. Para a região de Patos de Minas, as doses economicamente aconselháveis foram 80 kg N/ha, 30 kg P_2O_5 /ha e 90 kg K_2O /ha. Nos demais 17 ensaios instalados no Triângulo Mineiro ficou demonstrada a viabilidade econômica de 55 kg N/ha, 70 kg P_2O_5 /ha e 25 kg K_2O /ha.

Outra série de experimentos foi instalada pelo antigo IPEACO abrangendo o triênio 1967-1970, dos quais foram analisados dados de 29 ensaios de adubação. O delineamento usado foi o fatorial $3 \times 3 \times 3$ com os seguintes níveis de nutrientes: N (0, 60, 120 kg/ha); P_2O_5 (0, 60, 120 kg/ha) e K_2O (0, 30, 60 kg/ha) (Projeto BNDE/ANDA, 1974). A Tabela 7 sintetiza os estudos econômicos feitos para a região de Patos de Minas e Sul e Sudoeste de Minas Gerais, respectivamente.

Uma análise mais detalhada dos dados do Projeto BNDE/ANDA (1974) foi feita por Bahia et al. (1973) (Tabela 8). Tomando por base os preços médios do milho e dos adubos relativos a 1970, aplicando o método de Mitscherlich e agrupando os resultados para um mesmo grande grupo de solo, foi possível verificar a viabilidade de respostas a elevadas doses de fósforo. No caso específico do Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico, de Rosário de Minas, o cálculo da dose econômica para N e P_2O_5 não foi possível, entretanto, os aumentos de produção nos níveis 60 e 120 kg de P_2O_5 /ha foram de respectivamente 37 a 54%, sugerindo a dose econômica próxima a 60 kg P_2O_5 /ha. Deve-se ressaltar, ainda, que o experimento localizado no "intergrade" de Guaxupé não mostrou resposta significativa às doses de P_2O_5 na presença de 7 ppm de P pelo método de Mehlich.

Quanto ao sorgo (granífero, sacarino e forrageiro) não foram encontrados trabalhos específicos que pudessem direcionar as recomendações de adubação. Entretanto, as recomendações existentes são as empregadas no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, com base em adubações para a cultura do milho (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1978).

Tabela 7 – Resultados do cálculo, pelo método de Mitscherlich, das doses econômicas (DE) em kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, em função de diferentes relações (W/T) entre preços dos nutrientes e do milho, para experimentos de adubação na região de Patos de Minas e Sul e Sudoeste de Minas Gerais.

W/T	DE – Nitrogênio (N)		W/T	DE – Fósforo (P ₂ O ₅)		W/T	DE – Potássio (K ₂ O)	
	Patos de Minas	Sul e Sudoeste		Patos de Minas	Sul e Sudoeste		Patos de Minas	Sul e Sudoeste
	kg/ha			kg/ha			kg/ha	
0,05	64,4	- 29,5	0,06	- 58,7	35,0	0,150	5,1	9,0
0,06	80,6	- 13,3	0,07	- 51,2	42,6	0,175	12,7	16,6
0,07	94,2	0,3	0,08	- 44,5	49,2	0,200	19,3	23,2
0,08	106,0	12,1	0,09	- 38,6	55,1	0,225	25,2	29,1
0,09	116,5	22,6	0,10	- 33,4	60,3	0,250	30,4	34,3
0,10	125,8 (74)	31,9 (74)	0,11	- 28,7	65,0	0,275	35,1 (81)	39,0 (81)
0,11	134,2	40,4	0,12	- 24,4 (74)	69,3 (74)	0,300	39,4 (74)	43,3 (74)
0,12	142,0	48,0	0,13	- 20,5	73,2	0,325	43,3	47,2
0,13	149,0	55,1	0,14	- 16,8	77,0	0,350	47,0	51,0
0,14	155,6	61,7	0,15	- 13,4	80,4	0,375	50,4	54,4
0,15	161,7 (81)	67,8 (81)	0,16	- 10,2	83,5	0,400	53,6	57,5
0,16	167,4	73,5	0,17	- 7,1 (81)	86,6 (81)	0,425	56,7	60,7
0,17	172,8	78,9	0,18	- 4,3	89,4	0,450	59,5	63,4
0,18	177,9	84,0	0,19	- 1,7	92,0	0,475	62,1	66,0
0,19	182,7	88,8	0,20	0,9	-	0,500	54,7	68,6
0,20	187,2	93,3	0,21	3,3	97,0	0,525	67,1	71,0
			0,22	5,6	99,3	0,550	69,4	73,3
			0,23	7,8	101,5	0,575	71,6	75,5
			0,24	9,9	103,6	0,600	73,7	77,6

Fonte: Projeto BNDE/ANDA (1974).

() Os números entre parenteses indicam as doses econômicas para 1974 e 1981, respectivamente.

Tabela 8 — Valores do pH em água, P disponível e doses econômicas de N, P₂O₅ e K₂O por local e grande grupo de solo.

Município	Grande Grupo de Solo	pH (H ₂ O)	p (ppm)	Doses econômicas		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
				-- kg/ha --		
Patos de Minas	Latossolo Roxo Eutrófico	5,3	34	150	—	—
Guaranésia	Laterítico Bruno-Avermelhado	5,4	2	75	113	—
Pains	Mediterraneo Vermelho-Amarelo	5,3	2	73	81	—
Rosário de Minas	Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico	4,5	1	—	—	89
Passos	Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado	4,6	1	—	111	—
Guaxupé	“Intergrade” Podzólico Vermelho-Amarelo x Laterítico Bruno Avermelhado	4,8	7	—	—	—
Cel. Pacheco	Aluvião	4,1	5	143	77	—

Fonte: Adaptado de Bahia et al. (1973).

Feijão

Um grande número de trabalhos, desenvolvidos na última década no Estado de Minas Gerais, tem evidenciado respostas altamente significativas à adubação fosfatada para a cultura do feijão em diversas condições de solo e clima. Miller et al. (1972), trabalhando com um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado, pH 4,95 e 1,4 ppm P, do Triângulo Mineiro, obtiveram respostas acentuadas a doses de 200 kg P₂O₅/ha (na forma de superfosfato triplo) na presença de 50 kg N/ha (na forma de sulfato de amônio). Embora a produtividade tenha sido baixa (máxima de 689 kg/ha), foi observada uma interação positiva nitrogênio x fósforo até o nível de 75 kg N/ha. Respostas altamente significativas a fósforo foram também obtidas por Bolsanello et al. (1975) em uma série de 5 experimentos, na região Metalúrgica, em solos com teores de fósforo variando de 1 a 11 ppm e pH de 4,7 a 5,8. Os dados de produção (Tabela 9) indicam que a máxima eficiência agrônômica foi obtida, na maioria dos experimentos, com as doses de 60 kg N e 100 kg P₂O₅ na forma de sulfato de amônio e superfosfato simples, respectivamente. Machado (1977) observou que a presença de 200 kg de P₂O₅/ha na forma de superfosfato simples aumentou a produção de grãos em 90% (1.115 para 2.122 kg/ha) em um Latossolo Roxo Distrófico de Lavras, com 3 ppm P, pH 5,0 e 72% de argila. Já em outro Latossolo de Três Pontas com 4 ppm P, pH 4,1 e 47% de argila, o aumento de produção devido ao fósforo foi de 47% (1.336 para 1.962 kg/ha). Dantas et al. (1978) obtiveram as

maiores produções de feijão com uma adubação de 40 kg N, 150 kg P₂O₅ e 40 kg K₂O/ha, testando 10 variedades em um solo com pH 4,9 e 2,6 ppm P de Sagarana, norte de Minas.

Alguns ensaios com misturas de adubos têm mostrado respostas marcantes de produção de feijão até as doses máximas utilizadas (120 e 160 kg P₂O₅/ha), tanto sob condições de sequeiro como de irrigação (Cunha & Oliveira 1978; Purcino et al 1978). Entretanto, dados de 21 ensaios de adubação com a cultura do feijão, na região da Zona da Mata, indicaram as doses econômicas de N e P₂O₅ como sendo 23,9 kg/ha e 37,1 kg/ha, respectivamente (Projeto BNDE/ANDA, 1974). Em contraste, Pinto (1979) encontrou respostas lineares a até 480 kg P₂O₅/ha, na forma de superfosfato triplo, em um Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa em Três Pontas.

Esta situação contrastante, no que diz respeito ao estabelecimento de doses ótimas sob o aspecto técnico e econômico, e a falta de avaliação de parâmetros para identificar situações de semelhança, não permitem extrapolações das informações obtidas.

Em vários trabalhos, tem sido estudado o comportamento diferencial de variedades de feijão sob as diversas condições de solo e clima de Minas Gerais (Santa Cecília 1972; Bolsanello 1975; Andrade 1976 e Junqueira Netto 1977). Os tra-

Tabela 9 – Produções de feijão, em kg/ha, obtidas nos cinco ensaios de adubações nitrogenadas e fosfatadas do feijoeiro conduzidos na Zona Metalúrgica.

Tratamentos (kg/ha)		Itaúna	Itaúna	Pará de Minas	Pará de Minas	Divinópolis
N	P ₂ O ₅	72/73	73/74	72/73	73/74	73/74
0	0	530	274	83	593	660
0	40	619	449	333	1.061	604
0	80	899	539	327	949	888
0	100	786	503	357	1.152	646
30	0	298	244	65	1.210	593
30	40	1.000	643	625	1.306	1.059
30	80	1.196	1.024	762	1.471	1.114
30	100	1.208	854	619	1.410	1.462
30	0	220	193	327	1.019	576
60	40	1.244	937	494	1.496	1.297
60	80	1.423	1.023	643	1.548	1.245
60	100	1.500	1.133	649	1.548	1.665
C.V.		19,0%	25,0%	22,2%	21,4%	31,7%

Fonte Bolsanello et al. (1975).

balhos de Bolsanello e Andrade não visavam especificamente a avaliar o comportamento diferencial em função de doses de fósforo e sim a um nível (ou níveis) de misturas de adubos.

Um dos trabalhos mais completos no que diz respeito à resposta de variedades de feijão a níveis de adubação fosfatada é o de Junqueira Netto (1977). Após triagem de 130 variedades em casa de vegetação, nos níveis de 0 e 300 kg P_2O_5 /ha, foram testadas em campo 15 variedades, em cinco níveis de P_2O_5 (0, 75, 150, 225 e 300 kg/ha), na forma de superfosfato simples. As doses máximas de adubo fosfatado para se obterem as máximas produções variaram de 144 a 266 kg/ha de P_2O_5 , sendo a dose média estimada em 195 kg P_2O_5 /ha. Os dados de produção (Figura 6) dão uma visão das variações de respostas observadas para cinco das variedades testadas, e da importância da identificação, avaliação e plantio de variedades mais eficientes na utilização de fósforo.

Outras culturas

Respostas marcantes à adubação fosfatada vêm sendo também evidenciadas em outras culturas nas mais diferentes regiões e solos do Estado de Minas Gerais. Entretanto, tentativas de se estabelecerem curvas de respostas, para diferentes níveis de disponibilidade de P, são bastante raras. Na maioria das vezes, os resultados das análises químicas do solo são incluídos apenas como fonte de referência, sem muita preocupação no uso dos mesmos para se tentar explicar as diferentes respostas obtidas e/ou o porquê de diferentes doses de P_2O_5 serem necessárias para produções adequadas.

Morais & Gontijo (1978), em experimentos com arroz de sequeiro no Triângulo Mineiro, observaram que produções máximas foram obtidas com doses de 70 a 80 kg P_2O_5 /ha, associadas a 60 kg N/ha e 60 kg K_2O /ha, em 2 locais; em outro, foi observada resposta linear até 120 kg P_2O_5 /ha. Não houve efeito benéfico da calagem nos solos que apresentavam pH de 4,7 a 5,1. Respostas lineares à adubação fosfatada de 120 kg P_2O_5 /ha foram também obtidas por Souza et al. (1978b) com a cultura do trigo, em solos do Triângulo Mineiro. Estes autores concluíram que a melhor combinação de nutrientes seria 20-120-30 kg/ha, respectivamente, de N, P_2O_5 e K_2O .

Evidências de respostas variáveis a doses crescentes de fósforo têm se acumulando também com a cultura do algodão, tornando claro a necessidade de conhecimento das causas de variações das respostas para maximização dos efeitos agrônômicos e econômicos do uso de fósforo. Doses de até 480 kg P_2O_5 /ha foram testadas em três Latossolos com P disponível de 1, 9 e 50 ppm e pH de 5,4, 5,9 e 6,2, respectivamente. No primeiro solo, as maiores produções foram obtidas com doses acima de 120 kg P_2O_5 /ha, porém não houve diferenças significativas entre doses; nos dois outros solos, as maiores produções foram obtidas com doses de apenas 60 kg P_2O_5 /ha, (Purcino & Marinato 1977).

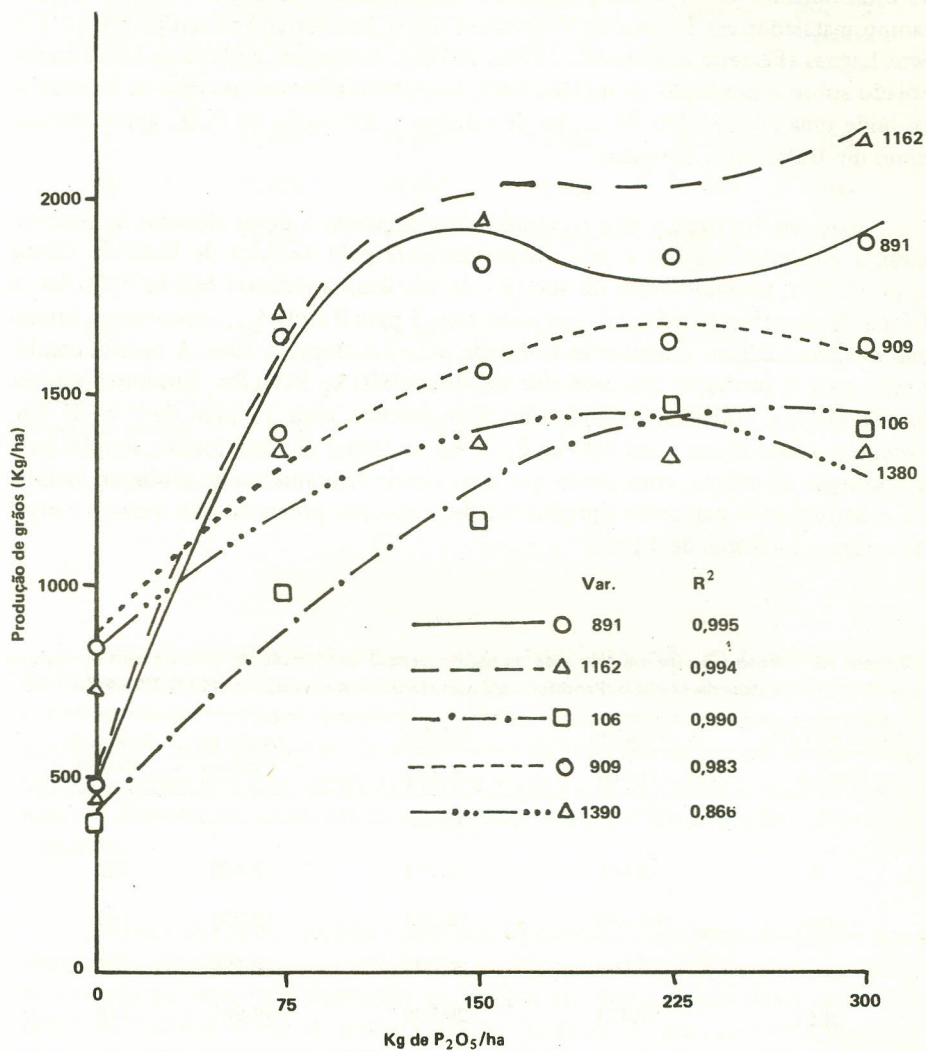


Fig 6 - Respostas de variedades de feijão à adubação fosfatada, no terceiro ensaio de campo em Paula Cândido, MG. Águas de 1975/76. Fonte: Junqueira Netto (1977).

Experimentos com pastagens, tanto de gramíneas como de leguminosas, têm também evidenciado amplas respostas à adubação fosfatada, notadamente na fase de estabelecimento. Os dados apresentados nas Tabelas 10 e 11 são de ensaios de campo instalados em Latossolos Vermelho Escuro, fase cerrado no antigo IPEACO – Sete Lagoas (Ferreira & Carvalho 1978a, 1978b). A calagem, embora de baixo efeito isolado sobre a produção de matéria seca, teve efeito marcante no caso de leguminosa, onde uma combinação de 2 t/ha de calcário e 200 kg/ha de P_2O_5 apresentou-se como um tratamento adequado.

Espécies hortícolas têm mostrado altas respostas a doses elevadas de fósforo, mesmo em solos médios a altos neste nutriente pelo extrator de Mehlich. Cheng et al. (1977), testando doses de até 16 t de calcário/ha e de até 600 kg P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples, em solos com 5 ppm P e pH 4,1, encontraram interação positiva calagem x adubação fosfatada para a cultura do alho. A melhor combinação para a produção foi de 4 t de calcário e 450 kg P_2O_5 /ha. Em outro estudo, Cheng (1975), trabalhando com solo hidromórfico com 15 ppm de P e pH 4,6, observou efeito linear a até 800 kg P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples para a produção de cebola, concluindo que um investimento maciço na adubação fosfatada contribuiu para aumentar a produtividade, e que este potencial caiu quando o nível de calagem foi acima de 4 t/ha.

Tabela 10 — Produção de matéria seca de capim-jaraguá em função de cinco níveis de fósforo e dois de calcário. Produção acumulada de oito cortes, período 8/73 a 4/76.

Níveis de P_2O_5 (kg/ha)	Calcário	Calcário	Média de Fósforo	Produção relativa
	0 t/ha	4 t/ha		
	----- kg/ha -----			
0	13.145	13.711	13.428	100
100	15.246	18.622	16.934	126
200	16.090	20.021	18.056	135
300	19.421	20.500	19.961	149
400	17.799	20.929	19.364	144
Média de calagem	16.340	18.757		
Produção relativa	100	115		

Fonte: Ferreira & Carvalho — 1978b.

Tabela 11 — Produção de matéria seca de capim-gordura e centrosema, consorciados sob o efeito de cinco níveis de fósforo e três níveis de calcário. Produção acumulada de 5 cortes. Período 4/73 a 4/75.

Níveis de P ₂ O ₅ kg/ha	Calcário 0 t/ha	Calcário 2 t/ha	Calcário 4 t/ha	Média de Fósforo	Produção relativa
	----- kg/ha -----				
0	14.483	16.246	17.686	16.138	100
100	16.529	16.098	18.650	17.092	106
200	18.901	21.189	19.741	19.944	124
300	19.818	21.287	22.519	21.208	131
400	18.792	20.487	22.234	20.504	127
Média de calagem	17.705	19.061	20.166		
Produção relativa	100	108	114		

Fonte: Ferreira & Carvalho, 1978a.

No caso de culturas perenes (cafeeiro, fruteiras e espécies florestais) são bastante raros os trabalhos de avaliação de doses de fósforo para produções econômicas. Possivelmente, isto é devido a própria natureza destas culturas, cujos resultados experimentais necessitam de muitos anos de trabalho de campo. A maioria dos trabalhos refere-se à fase inicial da cultura, medindo-se os efeitos dos tratamentos na altura e diâmetro do caule, sendo poucos os estudos que atingem a fase de produção comercial.

Embora seja controversa a resposta do cafeeiro à adubação fosfatada têm-se acumulado, nos últimos anos, evidências de respostas a fósforo quando da formação de cafezais em solos sob vegetação de cerrado em Minas Gerais (Hara et al. 1974; Souza & Caixeta 1974). A análise conjunta de dados de produção de 5 anos neste último trabalho (65/66 a 69/70) mostrou efeito linear até a doses de 120 g de P₂O₅/cova/ano na forma de superfosfato simples. Respostas marcantes de adubação fosfatada (30 g P₂O₅/cova) foram também observadas em solos da Zona da Mata, sendo os aumentos na produção, nas três primeiras colheitas, de 50 a 148% (Pereira et al. 1979). Mais recentemente, em estudo desenvolvido em Latossolo Vermelho-Escuro

do município de Patrocínio, o fósforo mostrou-se como o nutriente de maior importância para o crescimento do cafeeiro até 6 meses após o plantio (Santinato et al. 1980). Altas respostas à adubação fosfatada na formação de cafeeiro foram também observadas por Guimarães et al. (1976) em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado de Machado – MG.

Respostas marcantes à adubação fosfatada têm sido também observadas em cítrus nas áreas sob vegetação de cerrado em Minas Gerais. Souza (1976) concluiu que o P aplicado foi o nutriente mais atuante em todos os parâmetros medidos durante os três primeiros anos de crescimento da laranjeira 'Pera Rio'. Concluiu ainda que a dose de 420 g de P_2O_5 total por planta, nos 33 primeiros meses, foi a que levou ao máximo de crescimento da parte aérea. Grande aumento nas produções relativas de laranjeiras da variedade 'Pera Natal' foi obtido por Souza et al. (1978a) em solos sob cerrado na região de Alfenas. Das 17 adubações na cova testadas alguns resultados, em termos de produção relativa à testemunha para duas colheitas, foram os seguintes: 900 g superfosfato simples/cova (169,2%); 2.670 g de fosfato de Araxá/cova (223,0%); 640 g farinha de ossos/cova (164,8%); 20 litros de esterco de curral/cova (290,0%), sendo o melhor tratamento a combinação de 1.330 g de fosfato de Araxá + 400 superfosfato simples + 20 litros de esterco de curral/cova, com uma produção relativa de 308,2%.

Também no caso de essências florestais, a maioria dos trabalhos de respostas à adubação fosfatada refere-se aos estádios iniciais de crescimento ou formação de mudas. Resultados nessa linha foram obtidos por Novais et al. (1979) na formação de mudas de eucalipto, quando 5 doses de N, P_2O_5 e K_2O /t de substrato foram utilizadas em amostras de 2 sub-solos (Latosolos) com traços de P e Ca + Mg. Os resultados desse estudo (Tabela 12) evidenciam a necessidade de 600 a 800 g de P_2O_5 /t de substrato na forma de superfosfato simples, para obtenção de maiores alturas, na ausência de calagem. Nos tratamentos que não receberam P_2O_5 , mas receberam a calagem, a altura das plantas foi normal, o que, segundo os autores, indica que o efeito deveu-se ao Ca do superfosfato simples. Deve-se acentuar o efeito da dose de 200 g de P_2O_5 /t de substrato quando na presença de calagem. Outra observação feita pelos autores foi que, com o uso da calagem, os efeitos dos diferentes tratamentos NPK tenderam a igualar-se, desde que fosse aplicada pelo menos a dose P_1 (100 g P_2O_5 /t de substrato). Este talvez seja um dos efeitos mais marcantes da interação positiva calagem x fósforo, considerando-se o efeito do calcário como fornecedor de Ca + Mg, uma vez que o nível de pH original deste substrato era de 6,0 e traços de Ca + Mg.

Tabela 12 — Altura média da parte aérea e tamanho das raízes de mudas de eucalipto aos 70 dias de idade.

Tratamento	Altura da parte aérea		Tamanho da raíz	
	Sem Calagem	Com Calagem	Sem Calagem	Com Calagem
	----- kg/ha -----			
N ₁ P ₁ K ₁	2,8	33,0	9,3	19,5
N ₁ P ₁ K ₃	3,6	24,4	12,0	21,8
N ₁ P ₃ K ₁	25,1	28,1	21,7	17,3
N ₁ P ₃ K ₃	14,9	23,6	18,7	19,5
N ₃ P ₁ K ₁	2,7	26,0	6,6	19,7
N ₃ P ₁ K ₃	4,1	27,0	13,2	19,8
N ₃ P ₃ K ₃	25,3	31,3	17,8	23,0
N ₀ P ₂ K ₂	5,9	21,0	16,0	17,7
N ₄ P ₂ K ₂	15,4	35,0	19,1	18,2
N ₂ P ₀ K ₂	2,1	3,7	7,5	10,9
N ₂ P ₄ K ₂	24,8	34,7	19,4	20,5
N ₂ P ₂ K ₀	6,8	26,1	15,1	20,2
N ₂ P ₂ K ₄	12,1	29,0	16,5	18,1
N ₀ P ₀ K ₀	1,3	3,6	5,6	10,7
Média	11,7	25,2	14,7	18,6

Fonte: Novais et al. (1979).

Doses N₀, N₁, N₂, N₃, N₄ = 0, 100, 200, 300, 400 g N (uréia)/t solo

P₀, P₁, P₂, P₃, P₄ = 0, 200, 400, 600, 800 g P₂O₅ (super-simples)/t solo

K₀, K₁, K₂, K₃, K₄ = 0, 100, 200, 300, 400 g K₂O (KC ℓ) t solo

4. FONTES E EFICIÊNCIA DE USO

Um dos pontos mais polêmicos no que diz respeito à adubação fosfatada no Estado de Minas Gerais é relativo a fontes e eficiência de uso. Provavelmente por existirem jazidas consideráveis de fosfatos naturais como Araxá e Patos de Minas, cujos produtos são comercializados em larga escala.

De acordo com Stangel & Hignett (1979), a aplicação direta de fosfato de rocha finamente moído poderá ser uma das maneiras mais baratas para suprir fósforo

às plantas cultivadas em vastas áreas da região tropical e sub-tropical. Este método pode se constituir em uma atraente alternativa aos fosfatos convencionais, solúveis em água, em função de:

- a) a tecnologia de produção é relativamente simples e pode empregar especialistas locais;
- b) os investimentos para simples moagem são baixos;
- c) a necessidade em termos de energia é de cerca de um terço daquela consumida para produção de fosfatos mais solúveis;
- d) representa o modo mais rápido e talvez mais barato para o início de uma indústria básica de fosfato em países em desenvolvimento.

Entretanto, o uso de fosfatos naturais simplesmente moídos, às vezes, também concentrados, apresenta certas desvantagens que não podem ser ignoradas, sendo as mais notáveis as seguintes:

- a) o teor de fósforo no fosfato de rocha é geralmente menor do que aquele encontrado em fosfatos solúveis de alta concentração, o que leva a limitar sua competição pelo mercado à medida em que as distâncias dos centros produtores e consumidores aumentam;
- b) fosfatos de rocha apresentam limitada amplitude de uso, uma vez que eles variam pela sua reatividade e sua eficiência agrônômica é fortemente influenciada pelo tipo de solo, cultura e condições climáticas.

A maior parte dos solos de Minas Gerais se enquadra nas condições apresentadas por Fenster & Leon (1978) que permitem razoável eficiência dos fosfatos naturais, isto é, apresentam acidez elevada, baixos níveis de Ca e P disponíveis e alta capacidade de sorção de P. Uma limitação bastante séria no estudo dos fosfatos naturais brasileiros, observada nos diversos trabalhos conduzidos, é a curta duração dos ensaios de campo e a impossibilidade de serem avaliados os efeitos residuais dos diversos tratamentos. Isto, por certo, introduziria modificações nos resultados agrônômicos de resposta obtidos.

Alguns dos trabalhos com referência a fontes e eficiência de uso são discutidos a seguir. Ênfase foi dada à comparação de adubos fosfatados solúveis em água com fosfato de Patos de Minas e fosfato de Araxá. Braga (1970) fez um trabalho de revisão de literatura com o uso de fosfato Araxá e outras fontes de fósforo com um total de 53 referências. Deve-se considerar, entretanto, que das 53 literaturas citadas apenas 4 referem-se a trabalhos desenvolvidos no Estado de Minas Gerais. Das conclusões feitas por Braga (1970) talvez a mais importante seja a seguinte: O uso do fosfato natural não deve ser aconselhado para todas as situações de interação solo x vegetal x fertilizantes. Existem situações próprias onde seu uso é mais aconselhado que em outras. O papel da pesquisa é definir estas situações.

Um dos trabalhos pioneiros de comparação de fontes de fósforo (fosfato de Araxá e superfosfato simples) foi o de Braga & Yahner (1968). O solo onde foi instalado o experimento era um Podzólico Vermelho-Amarelo, pH 5,2, H + A1 = 2,0 eq. mg/100 g. As doses de P_2O_5 aplicadas tiveram como base 20% de P_2O_5 solúvel para o superfosfato simples e 5% solúvel em ácido cítrico (2%) para o fosfato de Araxá. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre as fontes e que a produção máxima foi obtida no nível de 108 kg de P_2O_5 /ha (Tabela 13). Outra conclusão interessante foi que o fosfato de Araxá se mostrou equivalente ao superfosfato simples quando aplicado em quantidades quatro vezes superior. Deve-se levar em consideração que neste trabalho de Braga & Yahner (1968) o solo não recebeu calagem, apesar do valor do pH ser 5,2 e o nível de H + A1 ser de 2,7, condições que favorecem a solubilização do fosfato de Araxá.

Tabela 13 — Produção de grãos de milho, em resposta à fonte e nível de fósforo aplicados no solo. Média dos anos 1963-64 e 1964-65.

Nível de P_2O_5 (kg/ha)	PRODUÇÃO DE MILHO					
	Primeiro ano		Readubação		Residual	
	S.S.	F.A.	S.S.	F.A.	S.S.	F.A.
	----- kg/ha -----					
0	2.113	2.733	4.200	4.290	4.330	4.060
25	2.929	3.058	4.100	4.550	3.660	3.570
50	3.609	3.578	4.880	4.480	4.470	4.380
75	3.369	3.674	4.700	4.460	4.390	4.430
100	3.731	3.624	4.800	5.580	4.130	4.600
125	3.747	3.705	3.800	4.610	4.220	4.560
150	3.447	3.938	5.670	4.270	5.440	3.700
200	4.038	4.216	4.127	4.300	3.580	4.230

Fonte: Braga & Yahner. (1968).

S. S. = Superfosfato simples aplicado no sulco.

F. A. = Fosfato de Araxá aplicado a lanço.

Readubação = Mesmos níveis, fontes e métodos de aplicação do primeiro ano.

Vários outros estudos têm sido conduzidos, na última década, com o objetivo de avaliar os mais diversos fosfatos naturais para as mais diversas condições de solo,

cultura, tanto em casa de vegetação como no campo. Braga et al. (1971), sob condições de casa de vegetação e usando painço como planta-teste compararam superfosfato simples (20% P_2O_5 total), fosforita de Abaeté (27% P_2O_5 total) e tufito de Patos de Minas (4% P_2O_5 total). Os níveis aplicados foram de 200, 500, 1.500 e 3.000 kg P_2O_5 /ha. A comparação entre as fontes foi feita por meio do Índice de Coeficiente de Disponibilidade (ICD), tendo sido encontrado valores de 0,22 e 0,13, para o fosfato de Patos de Minas e fosforita de Abaeté, respectivamente, usando-se a produção de massa verde. Quando foram calculados valores de ICD para quantidade de P recuperada, os autores obtiveram valores de 0,36 e 0,17. A conclusão foi que tais valores comparados com o ICD do superfosfato simples, que é unitário, mostra a reserva que se deve tomar no uso destas fontes em se tratando, principalmente, de efeitos a curto prazo. Novais (1969) encontrou respostas bastante animadoras com o tufito de Patos de Minas, complementado com nitrogênio na recuperação de solos sob vegetação de cerrado na região de Patos de Minas.

Poucos estudos de fontes e eficiência de uso têm sido conduzidos por longos períodos para possíveis avaliações dos efeitos residuais, inclusive envolvendo aspectos econômicos. Um destes trabalhos vem sendo desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1980b – trabalho em andamento), com sorgo granífero como planta-teste. O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, fase cerrado, pH 5,1, P = 2 ppm, e saturação de Al = 41%. As características químicas e físicas dos diversos fosfatos testados estão resumidas na Tabela 14 (Vasconcellos et al. 1980 e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1980b). Os níveis de P_2O_5 aplicados a lanço no 1º ano, bem como o lucro para uma média de 4 anos de produção são apresentados na Tabela 15. Os maiores lucros foram obtidos com superfosfato triplo (400 kg P_2O_5 total/ha, Termofosfato Yoorin, 800 kg de P_2O_5 total/ha), fosfato Tapira e fosfato de Araxá (800 kg de P_2O_5 total/ha), mas esta comparação tem valor limitado pois o nível de 800 kg de P_2O_5 total/ha não foi incluído para todos os materiais fosfatados testados. É interessante notar que no nível de 400 kg P_2O_5 total/ha, comum a todos os tratamentos, os fosfatos de Patos de Minas, Abaeté e Araxá deram valores de lucro muito semelhante, e que o superfosfato triplo, neste mesmo nível, produziu maiores lucros por hectare do que todos os outros materiais testados nas diferentes doses.

Outro trabalho desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1980a) visou a comparar o superfosfato triplo e o fosfato de Patos de Minas em doses de até 800 kg de P_2O_5 total/ha como fosfatagem corretiva, complementada com até 150 kg de P_2O_5 total/ha (apenas como superfosfato triplo), no sulco de plantio, a lanço e em faixa

Tabela 14 — Características químicas e físicas dos fosfatos utilizados na avaliação da eficiência como fonte de fósforo para a cultura do sorgo.

Fosfato	P ₂ O ₅ total	P ₂ O ₅ solúvel ac. cítrico 2%	Granulometria (mesh)				
			60	60-100	100-150	150-200	200
----- % -----							
Hiperfosfato	30,0	14,3	—	0,4	5,0	11,6	83,0
T.F. Yoorin	19,5	16,7	11,2	14,4	10,8	13,0	50,6
T.F. IPT	30,8	9,0	16,6	13,0	9,0	29,0	32,4
F. Abaeté	21,0	4,3	50,7	21,1	8,3	9,3	10,6
F. Araxá	26,0	4,1	0,6	4,4	10,0	14,2	70,8
F. Catalão	41,8	2,6	0,2	3,1	10,4	13,0	73,3
F. Jacupiranga	36,9	2,2	1,0	1,3	1,8	3,7	92,2
F. Patos de Minas	25,8	6,7	0,4	1,2	3,6	9,2	85,6
F. Tapira	31,0	3,1	3,0	2,1	21,4	14,0	39,2
Super Triplo	53,3	45,2	—	—	—	—	—

Fonte: Vasconcellos et al. (1980), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1980b).

Tabela 15 — Avaliação dos lucros obtidos com o efeito residual de diferentes níveis e fontes de fertilizantes fosfatados na cultura do sorgo. Média de 4 anos em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, fase cerrado — Sete Lagoas.

Fonte	Nível de P ₂ O ₅ Total (kg/ha)	Lucro (*) Cr\$
Superfosfato triplo	100	18.641,00
	200	29.914,00
	400	40.872,00
	800	15.998,00
Hiperfosfato	100	28.325,00
	400	23.018,00
Termofosfato Yoorin	100	24.136,00
	400	22.740,00
	800	35.350,00
Fosfato de Catalão	100	20.016,00
	400	20.467,00
Fosfato de Jacupiranga	100	9.456,00
	400	19.683,00

Tabela 15 – continuação

Fonte	Nível de P ₂ O ₅ Total (kg/ha)	Lucro(*) Cr\$
Fosfato de Araxá	100	16.773,00
	400	28.919,00
	800	33.678,00
Fosfato de Tapira	100	19.074,00
	400	12.617,00
	800	35.044,00
Fosfato de Abaeté	100	15.650,00
	400	28.772,00
Fosfato de Patos de Minas	100	3.605,00
	200	26.747,00
	400	28.542,00

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1980b – Dados preliminares).

(*) Lucro = Valor presente do tratamento – valor presente da testemunha.

de 10 cm de largura por 20 cm de profundidade. A cultivar utilizada foi o híbrido do milho Cargill 111. Através das Figuras 7a e 7b pode-se observar que as adubações de correção somente apresentaram aumentos consideráveis de produção quando na presença de 0 e 50 kg de P₂O₅/ha aplicados no sulco de plantio. Neste caso,

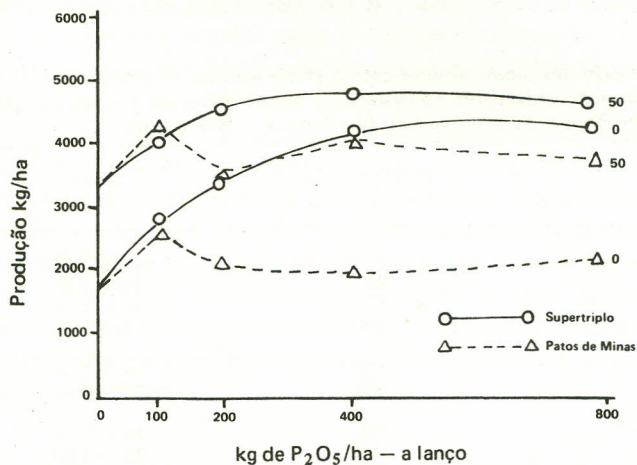


Fig. 7a – Produção de milho, Cargill 111 em função de níveis fontes e métodos de aplicação de fosfatos em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa (0 e 50 kg de P₂O₅ no sulco de plantio). Média de 3 repetições. Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1980a).

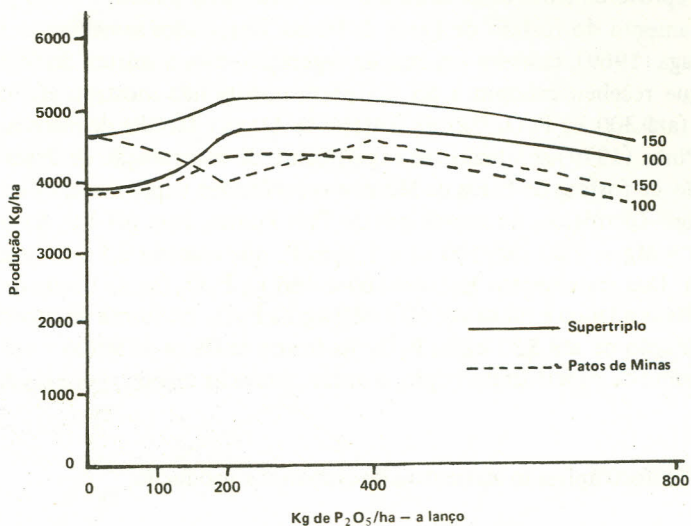


Fig. 7b — Produção de milho, Cargill 111, em função de níveis, fontes e métodos de aplicação de fosfatos em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, fase cerrado. (100 e 150 kg de P₂O₅ no sulco de plantio). Média de 3 repetições. Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1980a).

as respostas da adubação de correção foram até 400 e 200 kg de P₂O₅/ha, respectivamente. As aplicações a lanço do fosfato de Patos de Minas não acarretaram aumento de produção. O maior efeito observado foi devido às adubações do superfosfato no sulco de plantio, confirmando a baixa solubilidade deste fosfato natural.

Estes estudos do CNPMS sugerem a necessidade da avaliação detalhada de alternativas para maximização dos efeitos das adubações fosfatadas de correção e manutenção e evidenciam, uma vez mais, a baixa reatividade do fosfato de Patos de Minas para a cultura do milho nestas condições experimentais.

Estudos das interações fosfatos naturais x calagem têm sido conduzidos principalmente sob condições de casa de vegetação, sendo bastante reduzido o número de trabalhos de campo e quase inexistente aqueles de longa duração. Tanaka (1978) trabalhou com amostras de um Latossolo Roxo Distrófico, usando doses equivalentes a 0, 870, 1.740, 2.610 e 3.480 kg de P₂O₅ na forma de fosfato de Patos de Minas (16% P₂O₅ total) e superfosfato triplo (45% P₂O₅ solúvel em água). Como planta-teste foi utilizado o milho com corte aos 45 dias. Os resultados (Figura 8) indicam que a produção de matéria seca do milho foi pouco influenciada pelo uso do fosfato de Patos

de Minas quando em comparação com o superfosfato triplo. Enquanto a calagem beneficiou o aproveitamento deste último o seu efeito foi negativo, a curto prazo, sobre o comportamento do fosfato de Patos de Minas. Resultados semelhantes foram obtidos por Braga (1969), também em casa de vegetação, com a cultura do feijão, quando um solo que recebeu calagem a pH 6,5 praticamente não mostrou efeitos de doses crescentes (até 300 kg P_2O_5 /ha) de fosfato de Araxá e farinha de ossos na produção de grãos. Pinto (1979) conduziu um experimento de comparação de doses e métodos de aplicação de fosfato de Patos de Minas e superfosfato triplo em um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, no município de Três Pontas, com pH 4,0, $A_1 = 0,70$ mE/100 cc. $Ca + Mg = 1,03$ mE/100 cc e 1 ppm P, que recebeu 2,5 t de calcário/ha em toda a área. Dos tratamentos testados: 60 a 480 kg P_2O_5 /ha na forma de fosfato de Patos de Minas a lanço e no sulco; 60 e 480 kg/ha P_2O_5 na forma de superfosfato triplo, combinação de até 320 kg/ha P_2O_5 na forma de Patos de Minas + até 160 kg/ha P_2O_5 na forma de superfosfato triplo, o autor obteve as seguintes conclusões:

- a) o fósforo aplicado aumentou linearmente a produção;
- b) as aplicações de fosfatos de Patos de Minas a lanço e no sulco e a mistura de superfosfato triplo no sulco mais fosfato de Patos de Minas a lanço corresponderam a produção de grãos de 63,4%, 67,8% e 90,3%, respectivamente, em relação ao superfosfato triplo aplicado no sulco, considerando-se a produção média dos quatro níveis de fósforo aplicados;
- c) a aplicação de superfosfato triplo no sulco não apresentou diferença significativa da mistura de superfosfato triplo no sulco mais fosfato de Patos de Minas a lanço, em relação à produção de grãos (Tabela 16).

Muito embora a interação negativa calagem x fosfatos naturais de baixa reatividade seja típica na maioria dos casos, em certos solos o contrário tem sido observado. Moreira et al. (1979) trabalharam com amostras de três latossolos representativos da região de Sete Lagoas na ausência e presença de calagem a pH 6,0-6,5, sob condições de casa de vegetação. Como plantas-testes foram empregadas as gramineas forrageiras (*Brachiaria decumbens* Stapf), gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv.) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness.) Stapf). Os fosfatos naturais utilizados foram os fosfato de Araxá (12,2% P_2O_5), fosfato de Patos de Minas (10,3% P_2O_5) e fosfato de Tapira (4,7% P_2O_5) pelo método do ácido cítrico a 2%, relação 1:300. A dose de P_2O_5 aplicada foi de 0,5 g/kg de solo. Os resultados apresentados

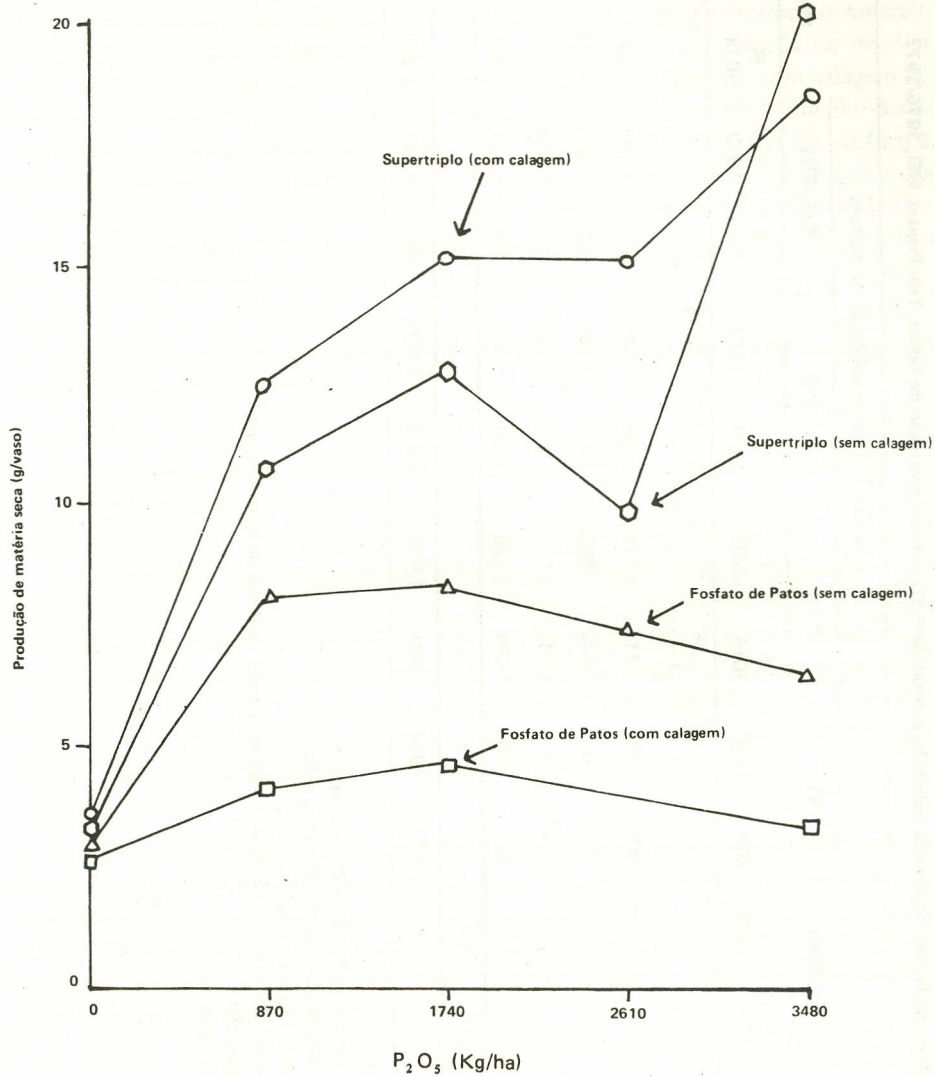


Fig. 8 — Efeito de doses e fontes de fósforo na produção de matéria seca do milho Fonte: Tanaka (1978).

Tabela 16 — Efeito de fontes, formas de aplicação e doses de P_2O_5 sobre a produção de feijão. Três Pontas, MG, 1976/1977.

Doses de P_2O_5 (kg/ha)	Fontes e formas de aplicação do fósforo											
	Variedades		FNL		FNS		STS		STS+FNL		Médias	
	R 1014	C 1030	R 1014	C 1030	R 1014	C 1030	R 1014	C 1030	R 1014	C 1030	R 1014	C 1030
	----- kg/ha -----											
60	—	—	818	942	717	1.114	1.268	1.316	1.265	1.146	1.017	1.129
120	—	—	719	1.031	1.072	993	1.619	1.446	1.248	980	1.164	1.112
240	—	—	1.350	872	1.081	1.002	1.413	1.500	1.607	1.358	1.363	1.183
480	—	—	997	934	1.094	1.128	1.832	1.701	1.692	1.621	1.404	1.346
Testemunha	819	742	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Médias	—	—	971	944	991	1.059	1.533	1.490	1.453	1.276	1.217	1.192

Fonte: Pinto (1979).

FNL = Fosfato natural de Patos de Minas a lanço.

FNS = Fosfato natural de Patos de Minas no sulco.

STS = Superfosfato triplo no sulco.

STS + FNL = Superfosfato triplo no sulco + fosfato natural de Patos de Minas a lanço.

R 1014 = Ricobaio 1014.

C 1030 = Carioca 1030

nas Tabelas 17 e 18, para corte aos 90 dias após o plantio e 60 dias após o 1º corte permitem avaliar uma diferença de comportamento da interação calagem x fósforo natural para os três solos. Enquanto no 1º corte, no Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVd₁), a calagem prejudicou acentuadamente a produção de matéria seca, no Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (LEd) o tratamento com calagem favoreceu, de modo geral, o crescimento das gramíneas. No Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, essa prática mostrou efeito intermediário. No 2º corte foi verificado que nos tratamentos com calcário, houve diminuição da produção de matéria seca das gramíneas, nos tratamentos com os fosfatos de Patos de Minas e Tapira, nos Latossolos Vermelho-Amarelos. No Latossolo Vermelho-Escuro, a calagem favoreceu o aumento da produção.

Os dados de Moreira et al. (1979) evidenciam vários pontos de importância a respeito dos fosfatos naturais:

- a) o comportamento da interação fósforo natural x calagem é altamente dependente da duração do estudo;
- b) há sensíveis diferenças de resposta entre os diversos fosfatos naturais;
- c) a capacidade de aproveitamento de fósforo dos fosfatos naturais com/sem calagem é altamente dependente da espécie vegetal. Sugere, entretanto, que uma opção razoável para os fosfatos naturais brasileiros de baixa reatividade seria na formação de pastagens com doses mínimas de calagem, em se tratando de espécies tolerantes à acidez.

Uso de fósforo de Araxá para a formação de pastagens com gramíneas tem dado bons resultados também no ganho de peso de bovinos em engorda, tanto no período das chuvas como na seca. Dados da Tabela 19 foram obtidos por Oliveira et al. (1979) em um Latossolo Vermelho-Amarelo, arenoso, com pH 4,6 e 2 ppm de P. Isto é indicativo de um razoável nível de aproveitamento do fósforo natural pelo capim-elefante, notadamente no período da seca.

Para a produção de matéria seca das leguminosas e gramíneas em consorciação, a combinação fósforo de Araxá e superfósforo simples, parece ser uma solução razoável sob o aspecto técnico, dada a maior necessidade de fósforo solúvel para

Tabela 17 – Médias do peso da parte aérea seca de gramíneas em diferentes solos, com e sem calagem e três fosfatos naturais. Primeiro corte, 80 dias após plantio.

Peso da Parte Aérea Seca (g/vaso)				
Calagem	Fosfato	Braquiária	Gordura	Jaraguá
Solo LVd ₁				
C/Calagem	Araxá	7,20 aA	7,60 aA	0,50 aB
	Patos	1,50 bA	0,67 bA	0,00 aA
	Tapira	0,32 bA	0,13 bA	0,00 aA
S/Calagem	Araxá	26,72 aB	30,54 aA	5,89 aC
	Patos	9,82 bB	13,83 bA	2,23 bC
	Tapira	11,27 bB	14,65 bA	2,03 bC
Solo LVd ₂				
C/Calagem	Araxá	21,77 aA	18,27 aB	4,82 aC
	Patos	17,35 bA	9,43 bB	1,90 abC
	Tapira	10,68 cA	5,48 cB	0,97 bC
S/Calagem	Araxá	29,93 aA	24,30 aB	9,43 aC
	Patos	17,96 bA	11,73 bB	3,35 bC
	Tapira	18,91 bA	14,65 bB	5,53 bC
Solo LEd				
C/Calagem	Araxá	16,77 aA	15,33 aA	3,53 aB
	Patos	14,15 abA	13,30 abA	1,87 aB
	Tapira	11,73 bA	10,33 bA	1,53 aB
S/Calagem	Araxá	13,13 aA	9,23 aB	3,60 aC
	Patos	9,47 bA	12,02 aA	2,00 aB
	Tapira	9,00 bA	11,53 aA	1,77 aB

DMS Gramínea = DMS Fosfato = 3,24

Fonte: Moreira et al. (1979).

As médias para gramíneas seguidas, de pelo menos, uma letra maiúscula numa mesma linha e as médias de fosfatos seguidas, de pelo menos, uma mesma letra minúscula, numa mesma coluna, dentro de um mesmo solo e nível de calagem, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

implantação das leguminosas. Os dados obtidos por Ferreira & Carvalho (1978c), (Tabela 20), mostram que a combinação de 500 kg de P₂O₅/ha do fosfato de Araxá + 250 kg P₂O₅/ha do superfosfato simples, foi o tratamento que deu a mais alta produção acumulada de matéria seca de uma consorciação capim-gordura + *stylosanthes*.

Tabela 18 — Médias do peso da parte aérea seca de gramíneas em diferentes solos, com e sem calagem e três fosfatos naturais. Segundo corte, 60 dias após o 1º corte.

Peso da Parte Aérea (g/vaso)				
Calagem	Fosfato	Braquiária	Gordura	Jaraguá
Solo LVD ₁				
C/Calagem	Araxá	48,78 aA	39,93 aB	21,58 aC
	Patos	29,43 bA	22,49 bB	4,82 bC
	Tapira	9,18 cA	7,57 cA	0,82 bB
S/Calagem	Araxá	28,31 aA	25,58 bA	27,70 bA
	Patos	32,20 aB	40,40 aA	35,07 aAB
	Tapira	30,33 aB	40,65 aA	34,85 aAB
Solo LVD ₂				
C/Calagem	Araxá	38,17 aA	40,00 aA	38,22 aA
	Patos	39,25 aA	40,48 aA	29,48 bB
	Tapira	44,05 aA	37,67 aB	23,03 cC
S/Calagem	Araxá	30,80 aA	33,78 aA	36,67 aA
	Patos	31,12 aB	39,07 aA	32,63 aB
	Tapira	34,73 aA	35,73 aA	33,53 aA
DMS Gramínea = DMS Fosfato = 6,22 g				
Solo LE _d				
Gramínea		16,62 AB	15,48 B	18,52 A

Fonte: Moreira et al. (1979).

As médias para gramíneas seguidas de, pelo menos, uma letra maiúscula numa mesma linha e as médias de fosfatos seguidos de, pelo menos, uma letra minúscula, numa mesma coluna, dentro de um mesmo solo e nível de calagem, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 19 — Ganho de peso vivo de bovinos em pastagem de capim-elefante no Triângulo Mineiro, em função de doses de fosfato de Araxá (*) nos períodos das chuvas e das seca.

Fosfato de Araxá (t/ha)	Ganho de Peso Vivo	
	Período da Chuva	Período da seca
	----- g/dia/120 dias -----	
0	350,5	9,7
1,5	388,6	31,1
3,0	476,0	75,9

Fonte: Oliveira et al. (1979).

(*) Carga animal = 1,5 UA/ha.

Tabela 20 — Produção de matéria seca de uma consorciação de capim-gordura e *Stylosanthes* sob o efeito de diferentes níveis de fosfato de Araxá e super simples. Produção acumulada 09/73 a 05/75, 5 cortes.

Fosfato de Araxá (kg/ha P ₂ O ₅)	Super simples (kg/ha P ₂ O ₅)			Média do fosfato de Araxá	Produção Relativa
	0	250	500		
	----- kg/ha -----				
0	10.635	11.101	13.463	11.733	100
500	12.055	13.886	12.639	12.860	110
1000	11.735	11.361	13.341	12.146	104
Média para o super simples	11.475	12.116	13.148		
Produção relativa	100	106	115		

Fonte: Ferreira & Carvalho (1978c).

Uma outra opção para o uso de fosfatos naturais é no caso de culturas perenes (reflorestamento, fruticultura e cafeicultura), nas quais estes materiais têm se mostrado razoavelmente eficientes no estágio de produção de mudas ou nas fases iniciais de crescimento e produção. Braga et al. (1977) testaram 5 doses de P₂O₅/recipiente de 400 g de solo na produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* usando 5 fontes de fósforo. Os dados de altura das plantas aos 115 dias e os Índices de Coeficiente de Disponibilidade dos Fertilizantes (Tabela 21) mostram a viabilidade do uso de fosfato de Araxá em substituição às formas mais solúveis e a baixa eficiência do “tufito” de Patos de Minas para a mesma finalidade. Em outro estudo, os mesmos autores compararam cinco fosfatos naturais nas doses de 0, 2,5 e 5,0 g/recipiente de 400 g de solo, avaliando os dados médios de altura das plantas aos 75 e 90 dias para *Eucalyptus saligna*. Os dados para altura média das plantas aos 90 dias e os Índices de Coeficiente de Disponibilidade dos Adubos são apresentados na Tabela 22.

Ensaio de adubação de longa duração, com espécies florestais no campo, são bastante raros e os resultados não são muito conclusivos quanto às vantagens do fosfato de Araxá, em comparação com outros fosfatos naturais e com o superfosfato simples. Os dados da Tabela 23, obtidos por Braga & Rocha (1979), referem-se às médias de altura das plantas nos tratamentos com 250 e 500 g/cova dos diversos fosfatos testados. É interessante notar o efeito marcante do superfosfato simples na medição efetuada aos 790 dias após o plantio.

Tabela 21 — Média das alturas de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* 115 dias após a aplicação das fontes e níveis de fosfatos.

Nível aplicado	Araxá	Super Fosfato Simples	Super Fosfato Triplo	Fosfato Diamônico	Tufito Patos
(g/recipiente)	----- cm -----				
0,35	1,95	1,80	4,10	2,23	2,55
0,70	7,13	3,83	3,93	3,90	5,05
1,05	5,55	4,00	7,63	4,83	4,28
1,40	7,60	4,00	8,38	6,03	4,03
ICD*	1,10	1,00	1,53	0,66	0,38

Fonte: Braga et al. (1977)

ICD(*)= Índice do Coeficiente de Disponibilidade.

Tabela 22 — Média das alturas do *Eucalyptus saligna* aos 90 dias após o semeio, com a aplicação de doses e fontes de fosfatos naturais.

Doses	Araxá	Patos	Catalão	Tapira	Tufito
(g/recipiente)	----- cm -----				
0	8,33	10,87	11,95	10,93	11,93
2,5	28,99	15,08	15,68	21,17	15,39
5,0	27,98	15,37	17,51	18,73	13,51
ICD (*)	1,00	0,18	0,28	0,45	0,11

Fonte: Braga et al. (1977).

ICD (*) = Índice do Coeficiente de Disponibilidade.

No caso específico de fruteiras e cafeicultura, muito embora experimentos conclusivos do valor dos fosfatos naturais serem em número bastante reduzido (Souza 1976), a recomendação de fósforo para tais culturas é, quase sempre, metade na forma de P_2O_5 solúvel em água e metade na forma de fosfato natural, conforme a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978). Embora esta recomendação não tenha adequado suporte científico, até o momento, parece ser uma opção para recomendação e uso de fosfatos naturais, nos solos pobres e altamente intemperizados do Estado de Minas Gerais.

Tabela 23 — Dados médios de altura de *Eucalyptus saligna* aos 458 dias (1ª medição) e 790 dias (2ª medição) após o plantio. Adubação de campo.

Dose de fosfato	Araxá		Patos		Catalão		Tapira		Tufito		Superfosfato Simples	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
(g/cova)	----- m -----											
0	2,57	5,25	2,19	4,45	2,32	4,69	2,27	4,59	2,62	4,74	2,28	4,60
250	2,98	5,25	3,00	5,65	2,90	5,59	2,87	5,51	2,65	4,73	3,26	5,99
500	3,03	5,79	2,79	5,45	2,64	5,15	3,12	5,41	3,22	5,79	3,46	6,21

Fonte: Braga & Rocha (1979).

Conquanto o método tradicionalmente usado no Brasil para verificação da eficiência agrônômica de fosfatos naturais seja o teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2% na relação 1: 100, poucos trabalhos têm sido conduzidos em Minas Gerais, para avaliação do efeito biológico de diversos fosfatos naturais. Franco et al. (1979) concluíram que tanto o ácido cítrico como o ácido fórmico oferecem condições para avaliação do teor de P_2O_5 disponível nos fosfatos de Patos de Minas e de Araxá, em relação a produção de matéria seca e fósforo absorvido por plantas de sorgo, a vários níveis de acidulação parcial. A nível de campo, Vasconcellos et al. (1980), a partir de dados médios de 3 anos, encontraram uma certa proporcionalidade de produção de sorgo granífero em função de doses e teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2% de vários fosfatos naturais estudados (Figura 9).

A eficiência das formas de adubos fosfatados solúveis em água para culturas de ciclo curto já ficou amplamente demonstrada nos vários trabalhos e resultados discutidos até o momento. A acidulação total dos fosfatos naturais usando ácidos fortes como o sulfúrico, nítrico e fosfórico, entretanto, eleva substancialmente o preço do produto final. Face a este problema é que nos últimos anos têm sido tentados processos de acidulação parcial destes fosfatos. Franco et al. (1979), usando amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo de Ituiutaba, testaram níveis de acidulações parciais de 0, 5, 15 e 25% dos fosfatos de Patos de Minas e de Araxá, usando ácidos fosfórico, clorídrico e sulfúrico. Estes materiais foram aplicados em amostras de 2 kg de solo em doses correspondentes a 0,25, 0,50 e 1,0 da adsorção máxima de fósforo. A par de um considerável aumento no teor de P_2O_5 solúvel em H_2O com um aumento no nível de acidificação, houve também efeito marcante no aumento da absorção de fósforo e na produção de matéria seca de sorgo, tanto em função do nível de acidificação como da dosagem de fósforo. Estes dados são sugestivos de que fosfatos naturais, parcialmente acidulados, podem ser uma alternativa razoável para obtenção de respostas mais imediatas para fosfatos naturais de Minas Gerais.

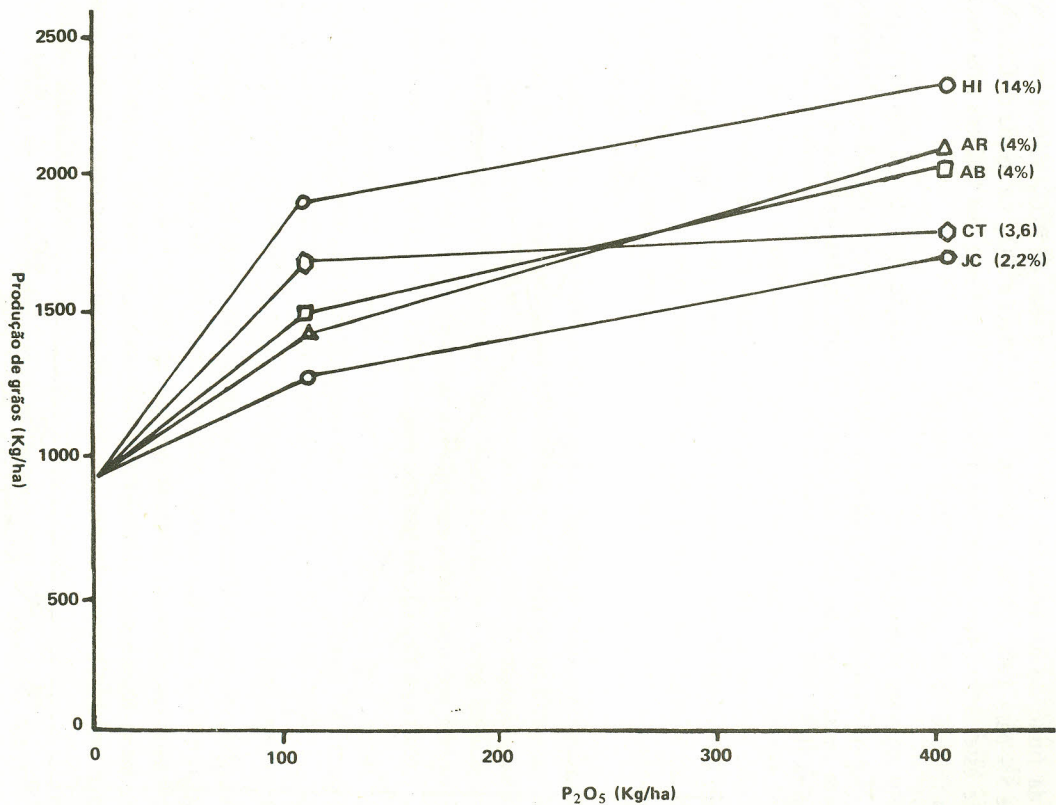


Fig. 9 — Resposta do sorgo granífero a doses de diferentes fosfatos naturais HI = Hiperfosfato; AB = Abaeté; AR = Araxá; CT = Catalão; JC = Jacupiranga. Números entre parênteses referem-se ao teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2%. Fonte: Vasconcellos et al. (1980).

Dentre todos os métodos conhecidos para aumentar o teor de fósforo solúvel dos fosfatos naturais de pouca reatividade, o mais eficiente, além da acidificação total por ácidos fortes, é o tratamento térmico (fusão), na obtenção dos termofosfatos ou fosfatos de cálcio e magnésio fundidos. Dentre as vantagens deste fertilizante, além da fusão do material apatítico elevando o teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico de 5% para 19%, cita-se o elevado teor de MgO e SiO_2 na forma de $CaSiO_3$, sendo que este último tem papel importante na efetividade dos fosfatos pela diminuição na fixação de fósforo em solos tropicais.

Muito embora trabalhos científicos para avaliação dos efeitos dos termofosfatos em Minas Gerais sejam em pequeno número, em diversas ocasiões o termofosfato Yoorin mostrou-se tão eficiente quanto os fertilizantes fosfatados solúveis em água. (Figura 10.)

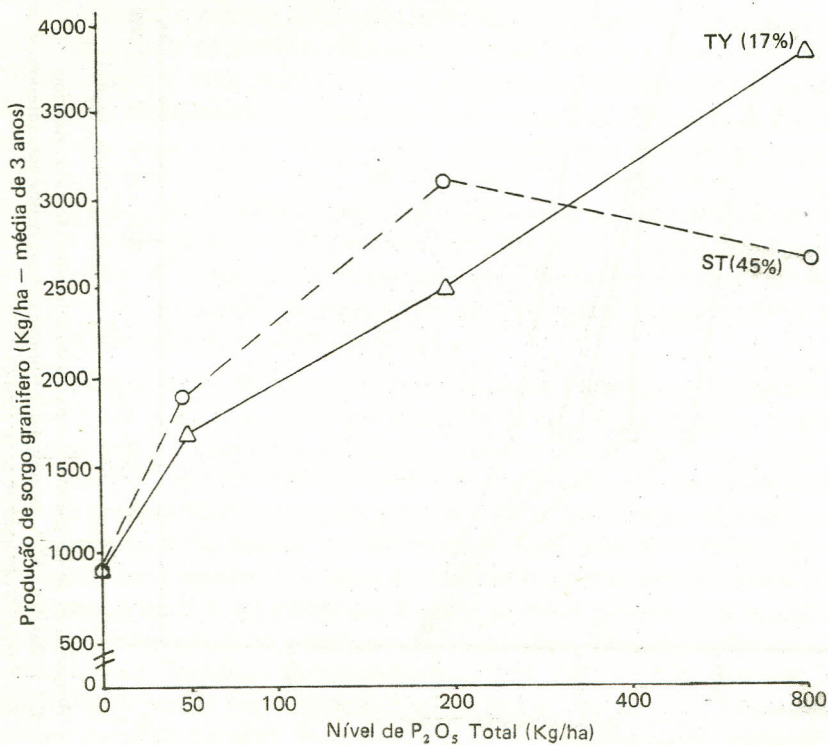


Fig 10 - Resposta do sorgo granífero a diferentes doses de termofosfato Yoorin (TY) e superfosfato triplo (ST). Números entre parênteses referem-se ao teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2%. Fonte: Vasconcellos et al.(1980).

5. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS E ECONÔMICAS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA

No caso específico da adubação fosfatada, o critério para interpretação da análise do solo é o encontrado na Tabela 1. A recomendação da fosfatagem corretiva é feita para todos os solos que apresentarem menos de 5 ppm de P pelo extrator de Mehlich, nas seguintes doses: 100, 150 e 200 kg de P_2O_5 /ha, respectivamente, para solos arenosos, de textura média e argilosos. Recomenda-se que esta fosfatagem corretiva seja feita a lanço, incorporada com leve gradagem, além da habitual adubação fosfatada de manutenção, a partir de uma fonte solúvel em água ou em ácido cítrico.

As recomendações de adubação em função do nível de fertilidade baixo, médio ou alto para fósforo e potássio, no caso de culturas anuais e hortícolas são apresentadas nas Tabelas 24 e 25. Para o caso específico de culturas perenes, como cafeeiro e fruteiras, se o resultado da análise do solo coloca o nível de fósforo na classe baixa, a adubação deve ser a total constante da recomendação, se o nível é médio, aplicar dois terços da adubação básica e encontrando-se o nível alto, recomenda-se um terço da adubação básica.

Somando-se a estes esforços de recomendações técnicas e econômicas estão os inúmeros Informes Agropecuários publicados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais — EPAMIG —, contendo informações de manejo e adubação para as mais diversas culturas. Embora não sejam escritos em uma linguagem acessível a todos os agricultores, constituem-se em sínteses atualizadas dos diversos resultados de pesquisa com as diferentes culturas para uso dos técnicos de extensão e outros.

A tecnologia gerada pelos diversos órgãos de pesquisa que atuam no estado é levada até aos agricultores pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais — EMATER —, pelo Instituto Brasileiro do Café — IBC —, pelas firmas de planejamento e assistência técnica, cooperativas e outras organizações.

Centenas de ensaios demonstrativos foram instalados em decorrência do Projeto FAO/ANDA/ABCAR envolvendo as mais diversas culturas, solos e regiões de Minas Gerais, visando à avaliação de possibilidades de respostas aos níveis dos fertilizantes testados. Cursos intensivos são normalmente organizados pelas instituições geradoras de tecnologia com os técnicos de extensão com o objetivo de transmitir conhecimentos gerados.

Tanto as universidades como as instituições de pesquisa mantêm técnicos especializados em difusão de tecnologia e extensão no seu quadro de pessoal trabalhando em estreita colaboração com os agentes de extensão rural.

As sugestões de adubação contidas no boletim Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais, 3ª aproximação (1978) são um guia básico, passível de modificações face à experiência do técnico na região, levando-se

em conta o histórico da área, nível de aceitação de tecnologia pelo agricultor, disponibilidade de recursos e outros fatores.

Tabela 24 — Sugestões de adubação para culturas diversas em kg/ha de P₂O₅

Culturas	P ₂ O ₅		
	Nível de P (no solo)		
	Baixo	Médio	Alto
Algodão	90	60	30
Amendoim	120	60	30
Arroz Irrigado	90	60	30
Arroz Sequeiro	60	40	20
Batata-Doce	180	120	60
Batatinha	300	200	100
Cana (planta)	120	80	40
Cana (soca)	60	40	20
Capineira	60	40	20
Eucalipto	120	80	40
Feijão	90	60	30
Fumo	90	60	30
Mamona	90	60	30
Mandioca	90	60	30
Milho	70	50	30
Pastagens consorciadas de leguminosas e gramíneas	60	40	20
Pastagens de gramíneas	60	40	20
Soja	90	60	30
Sorgo	90	60	30
Trigo	90	60	30

Fonte: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978).

Capineira — A adubação de plantio deverá ser feita em sulco.

a) Gramíneas que se reproduzem por semente — Aplicar os adubos a lanço no plantio.

b) Gramíneas que se reproduzem por estacas, hastes ou mudas enraizadas. Aplicar adubos em sulco.

c) Pastagens formadas — Rebaixar o pasto, e, no período chuvoso, aplicar os adubos a lanço.

Pastagens de leguminosas e gramíneas consorciadas — Aplicação dos adubos no sulco ou a lanço, conforme o sistema de plantio.

Tabela 25 — Sugestões para adubação de culturas olerícolas — em kg/ha de P₂O₅

Culturas	P ₂ O ₅			Cobertura P ₂ O ₅
	Nível de P (no solo)			
	Baixo	Médio	Alto	
Abóbora Italiana	200	160	120	30
Abóbora	80	60	40	—
Acelga	150	120	90	—
Alface	150	120	90	—
Agrião	150	120	90	—
Alho	250	200	150	—
Almeirão	150	120	90	—
Beringela	200	160	120	30
Beterraba	300	240	180	20
Cará	200	150	90	—
Cebola	300	240	180	—
Cebolinha	200	160	90	—
Cenoura Amarela	200	160	90	—
Cenoura Vermelha	400	320	240	20
Chicória	150	120	90	—
Chuchu	150	120	90	—
Couve-flor	400	320	240	—
Couve	120	80	60	20
Ervilha	150	120	90	—
Jiló	200	160	90	30
Melancia	200	160	90	—
Milho Doce	100	80	60	—
Morango	80	60	40	—
Moranga	200	160	90	—
Mostarda	200	160	90	—
Pepino	250	200	150	25
Pimentão	300	240	180	—
Quiabo	200	160	120	15
Rabanete	150	120	90	—
Repolho	300	240	180	30
Taioba	150	120	90	—
Tomate (*)	400	320	180	60
Vagem	250	200	150	—

Fonte: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978).

(*) Tomate Salada.

ESPÍRITO SANTO

As informações sobre a necessidade de adubação de culturas nesse Estado são ainda escassas.

Entre os poucos trabalhos encontrados em publicações mais acessíveis, encontram-se aqueles de Milanez et al. (1978a, 1978b) e Sedyama et al. (1973), pertinentes à adubação de soja. No ano agrícola 1972/73, foi conduzida uma série de experimentos em Conceição da Barra e São Mateus. Os solos dessas regiões são classificados como Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico caracterizados por uma camada superficial, em um dos locais analisados, com 95% de areia, 3% de silte e 2% de argila, com, aproximadamente, 30 cm de espessura, sobre um horizonte de acúmulo de argila (20 a 40% de argila). As análises de amostras dos solos das áreas dos experimentos apresentaram baixos níveis de fósforo solúvel (Mehlich) e de potássio – valores próximos a 1 e 20 ppm, respectivamente –; níveis variáveis de Ca + Mg trocáveis – de modo geral abaixo de 2 eq.mg/100g – e valores de pH entre 5,5 e 6,5 o que elimina a possibilidade de existência de Al trocável, em níveis tóxicos para a cultura.

Em uma série de três ensaios (Milanez et al. 1978a) foram testados quatro doses de fósforo (0, 60, 120 e 180 kg de P_2O_5 /ha) na forma de superfosfato simples, aplicado no sulco de plantio, e três doses de potássio (0, 90 e 190 kg de K_2O /ha). A calagem foi testada (2 t/ha) na forma de calcário dolomítico, em duas das quatro repetições conduzidas. A variedade de soja foi a IAC-2. Os resultados de produção de grãos em todos os três locais (Tabela 26) mostraram-se estatisticamente sensíveis às doses de fósforo testadas. De maneira semelhante, as médias dos três ensaios, para os parâmetros medidos – produção de grãos, alturas de plantas e de primeira vagem – foram estatisticamente afetadas pelo fósforo. (Figura 11.)

A máxima produção física de grãos estimada foi de 1.388 kg/ha obtida com 174 kg/ha de P_2O_5 e 2 t/ha de calcário.

Em outros dois ensaios, conduzidos na mesma região em solos semelhantes aos já caracterizados, estudaram-se os efeitos das adubações nitrogenada (0, 40 e 80 kg N/ha), fosfatada (0, 80 e 160 kg P_2O_5 /ha), na forma de superfosfato simples, no sulco de plantio, e potássica (0, 90 e 180 kg K_2O /ha), também no sulco de plantio. Foram aplicadas 2 t/ha de calcário dolomítico dois meses antes do plantio e a variedade testada foi a IAC-2.

Houve resposta significativa da produção de grãos, nos dois locais, ao fósforo aplicado. (Tabela 27.)

A máxima produção física de grãos estimada (2.679 kg/ha de grãos) foi obtida com a aplicação de 53 kg/ha de N e 211 kg/ha de P_2O_5 na presença da calagem (2 t/ha).

É interessante observar a semelhança entre a dose de P, para a produção máxi-

ma que é freqüentemente obtida para as condições de cerrado de primeiros anos de cultivo. A resposta ao N é justificada pela não nodulação verificada em ensaios anteriores, possivelmente devida às condições desfavoráveis de textura (em torno de 95% de areia) nos 30 cm superficiais desses solos.

O critério de recomendação de adubação adotado nesse Estado é semelhante ao adotado no Estado de Minas Gerais (Comissão de Fertilidade do Estado do Espírito Santo, 1977).

Tabela 26 — Produções médias de grãos de soja obtidas nos ensaios instalados em "Santa Cruz" (Conceição da Barra) e em "Santana" e "Droga" (São Mateus) em 1972/73.

Doses de P_2O_5 (kg/ha)	Níveis de K_2O (kg/ha)							
	Com Calagem (2 t/ha)				Sem Calagem			
	0	90	180	Média	0	90	180	Média
"Santa Cruz"								
0	86	104	294	161	38	148	66	84
60	846	1.020	904	923	616	607	629	617
120	1.260	1.288	1.287	1.278	752	1.128	1.346	1.075
180	1.328	1.478	1.586	1.464	952	1.116	1.163	1.077
Média	880	972	1.018	957	589	750	801	713
"Santana"								
0	267	373	292	311	260	320	265	282
60	1.074	959	844	959	892	1.026	1.039	986
120	1.238	1.188	1.464	1.297	1.162	1.467	1.242	1.290
180	1.495	1.597	1.186	1.426	1.468	1.148	1.484	1.367
Média	1.018	1.029	946	998	945	990	1.007	981
"Droga"								
0	376	505	474	452	496	546	540	527
60	1.119	1.055	1.152	1.109	1.013	1.085	933	1.010
120	1.223	1.250	1.398	1.290	1.324	1.062	1.208	1.198
180	1.384	1.298	1.520	1.401	1.395	1.515	1.156	1.355
Média	1.025	1.027	1.136	1.063	1.057	1.052	959	1.023

Fonte: Milanez et al. (1978a).

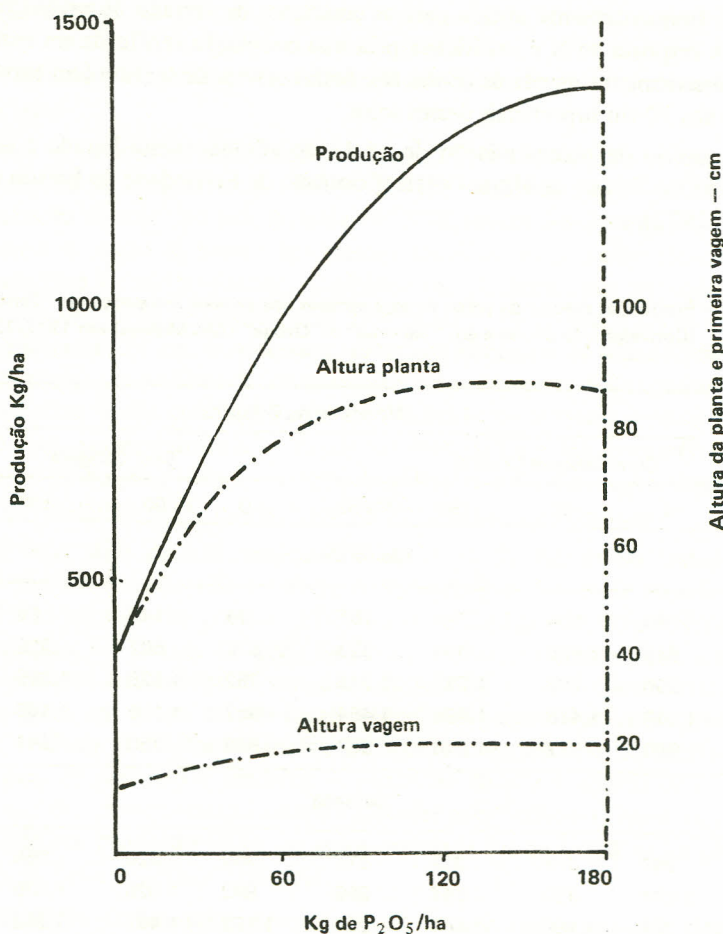


Fig. 11 — Curvas de produção de grãos de soja, altura da planta e da primeira vagem, como variáveis dependentes da fertilização fosfatada. Média de três locais.

A recomendação de adubação para a cultura do milho foi estudada em Domingos Martins (Cambissol com 2 ppm P, 60 ppm K, 3,2 eq.mg Ca + Mg e 0,6 de Al e pH 5,2) através de quatro doses (0, 1/2, 1 e 2 vezes) da fórmula 40-80-20 kg/ha recomendada (Almeida et al. 1977). Os resultados obtidos indicaram que as doses de adubação estudadas não atingiram o máximo de produção.

Resultados como este demonstram, mais uma vez, a necessidade de se procurar parâmetros que melhor reflitam o fator capacidade de fosfatos do solo (tais como teor de argila, teor de areia, etc) e que permitam extrapolações mais seguras dos resultados experimentais utilizados na elaboração das tabelas de adubação.

Tabela 27 — Produções médias de grãos de soja obtidas nos ensaios de "Santa Cruz" (Conceição da Barra) e "Santana" (São Mateus) em 1972/73 (°)

Elementos de doses (kg/ha)	Locais	
	"Santa Cruz"	"Santana"
N		
0	868 b	1.009 b
40	1.078 a	1.503 a
80	1.055 a	1.382 a
P ₂ O ₅		
0	224 c	394 c
80	1.192 b	1.415 b
160	1.584 a	2.085 a
K ₂ O		
0	954 a	1.364 a
90	1.025 a	1.198 a
180	1.020 a	1.331 a

Fonte: Milanez et al. (1978b).

(°) Em cada coluna as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

RIO DE JANEIRO

Os projetos BNDE/ANDA financiaram ensaios de adubação em culturas produtoras de alimentos, durante 3 anos, na região Centro-Sul do Brasil. Durante este período foram instalados, por dez entidades oficiais e privadas desta região, cerca de 2.500 campos de demonstração e ensaios de adubação. Muitos dos resultados obtidos não permitem extrapolar resultados com base na análise do solo. Demonstram a real necessidade de adubação, para uma dada cultura, em solos de baixa fertilidade. Não houve, portanto, a preocupação de formular tabelas de adubação em curvas de resposta.

De maneira análoga ao discutido nas pesquisas de Minas Gerais e Espírito Santo, é evidente a necessidade de se procurar parâmetros de solo que permitam extrapolações mais seguras e ensaios com maior duração. Deve-se ter em mente que para um bom programa de adubação é necessário, além da amostragem do solo, um estudo das condições físico-químicas do solo, uma análise do seu uso anterior e das perspectivas para uso imediato. Quanto maior o número de informações sobre o solo, maior será a possibilidade de indicação de uma adubação racional e econômica. (Peixoto 1972.)

Dentre algumas pesquisas realizadas no Estado do Rio de Janeiro são mencionadas, por cultura, os seguintes resultados:

Cana-de-açúcar

Dado o elevado custo da adubação na produção da cana-de-açúcar (20%) é necessário que se procure usar os insumos de maneira adequada, principalmente quando se procura obter o máximo de retorno por unidade do capital empregado.

Na região canavieira do Estado do Rio de Janeiro alguns trabalhos revelam que o fósforo proporciona aumentos significativos na produção da cana-planta e de cana-soca (Peixoto 1972; Pinto & Peixoto 1975; Azevedo et al. 1980; Manhães et al. 1981). Quanto à cana-soca, apesar de não se especificar as características químicas e físicas do solo, Peixoto (1972) demonstra que a principal resposta para o solo de "tabuleiro" foi devida à adubação fosfatada (73% do total); para o solo de "baixada" as maiores respostas foram para as aplicações de N e N-K (Tabela 28). Todavia, é considerável a resposta à aplicação do fósforo.

Tabela 28 — Aumentos de produção da cana-soca em função da adubação mineral, t/ha.

Tratamento ⁺¹	Solos	
	"Tabuleiro"	"Baixada"
N	2,9 (14) ⁺²	8,3 (80)
N — P ₂ O ₅	15,9 (75)	9,1 (88)
N — K ₂ O	9,8 (46)	16,5 (160)
N — P ₂ O ₅ — K ₂ O	21,1 (100)	10,3 (100)
P ₂ O ₅	15,5 (73)	6,9 (67)

Fonte: Peixoto (1972).

⁺¹ Nível de N, P₂O₅ e K₂O, 50 kg/ha.

⁺² O número entre parênteses refere-se ao percentual do tratamento completo.

Azevedo et al. (1980) estudaram através de 6 ensaios (fatorial 3³) os efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio na produção da cana-planta cultivada em solos do Estado do Rio de Janeiro, cujas características químicas encontram-se na Tabela 29. Os nutrientes foram estudados nas doses de 0, 60 e 120 kg de N/ha (sulfato de amônio), 0, 100 e 200 kg de P₂O₅/ha (superfosfato simples) e 0, 70 e 140 kg de K₂O/ha (cloreto de potássio). Os autores encontraram diferenças significativas para a adubação fosfatada e potássica para os solos de "tabuleiro", entretanto, as produções aumentaram relativamente pouco com o uso da adubação (Tabela 30).

Tabela 29 — Características químicas dos solos.

Local	pH	A1	Ca	Mg	P ⁺⁴	K
Faz. Piriquito ⁺¹	5,6	0,14	2,2	1,0	8,0	50,8
Faz. Lagamar ⁺¹	5,7	0,12	2,0	1,1	5,0	31,2
Est. Set. Carapebus ⁺¹	5,8	0,14	2,3	0,5	7,0	35,5
Faz. Floresta ⁺²	5,9	0,10	7,5	2,9	23,0	93,6
Faz. Mombassa ⁺²	4,7	0,56	4,0	5,1	7,0	129,0
Faz. Tócos ⁺³	5,8	0,10	13,0	4,1	> 100,0	> 200,0

Fonte: Azevedo et al. (1980).

⁺¹ Solos de Tabuleiro.

⁺² Aluvião.

⁺³ Solo hidromórfico.

⁺⁴ Extrator H₂SO₄ 0,05 N.

Tabela 30 — Produção média de cana-planta em t/ha, em função da adubação fosfatada.

Adubação fosfatada P ₂ O ₅ kg/ha	Faz. Piriquito	Faz. Lagamar	Faz. Carapebus	Faz. Floresta	Faz. Mombassa	Faz. Tócos
0	96,67	70,86	93,88	110,12	82,65	98,86
100	101,22	67,87	96,12	110,24	81,53	89,49
200	99,42	71,39	102,95	113,00	89,50	96,61

Fonte: Azevedo et al. (1980).

As produções da cana-planta na ausência de adubação fosfatada e os teores de fósforo extraído com H₂SO₄ 0,05N fornecem a curva $y = 71,18 + 2,25x - 0,0197x^2$, $R_2 = 70\%$ sendo y a produção de cana e x os teores de fósforo disponível. Por esta curva verifica-se que o máximo de produção foi obtido com 57 ppm de P. A partir deste ponto não há resposta à aplicação do fertilizante fosfatado, entretanto, em níveis mais baixos de P, a resposta à aplicação do fertilizante fosfatado é relativamente pequena, o que leva a crer, como concluem os autores Azevedo et al. (1980), que o extrator H₂SO₄ 0,05 N não revela adequadamente a disponibilidade do fósforo para a cana-planta. Por outro lado, Manhães et al. (1981) estimaram nível de resposta semelhante para o P disponível ao trabalharem com 27 ensaios de adubação distribuídos em solos diferentes dos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. A Figura 12 representa as classes de resposta da cana aos diversos teores de fósforo no solo e, a Tabela 31, às recomendações de adubação em função da análise química e da relação w/t.

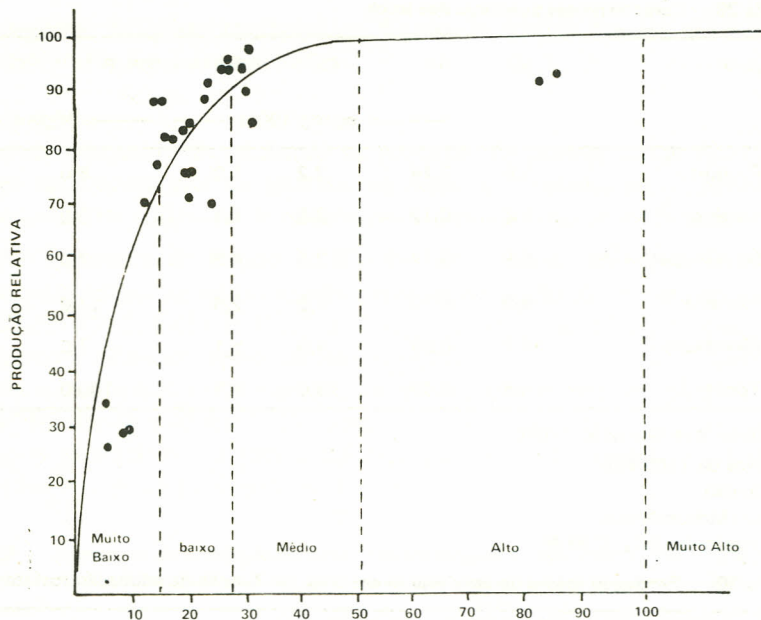


Fig. 12 — Relação entre os níveis de fosfato no solo e a produção relativa de cana-planta nos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (Zona da Mata). Fonte: Manhães et al. (1981).

Tabela 31 — Doses econômicas de P_2O_5 , em kg/ha, para cana-planta em solos do Estado do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, em função da análise química e da relação entre o preço da tonelada da cana e o do quilo de P_2O_5 (w/t).

W/t	ppm de P no solo				
	< 14 (Muito baixo)	14-28 (Baixo)	29-51 (Médio)	52-102 (Alto)	> 102 (M. Alto)
	kg de P_2O_5 /ha				
12	125	105	45	0	0
16	140	120	60	10	0
20	150	130	70	20	0
24	160	140	80	25	0
28	170	150	90	35	0

Fonte: Manhães et al. (1981).

Milho

Durante o ano agrícola 1967/68 foi instalado uma série de 6 campos experimentais em solos do grande grupo Latossolo Vermelho-Amarelo e 1 em aluvião na tentativa de avaliar a adubação mineral do milho no Estado do Rio de Janeiro. Pelos resultados apresentados na Tabela 32, verifica-se que todos os solos (exceto o da Fazenda Santa Rosa) responderam significativamente à adubação mineral, com real destaque para a adubação fosfatada. Neste caso, a análise química dos solos teria facilitado a interpretação dos resultados.

Tabela 32 — Acréscimo de produção de milho em relação a testemunha absoluta. Dados em kg/ha.

Tratamento - kg/ha			Faz.	Faz.	Colégio	Faz.	Faz.	Faz.	—
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Italva	Sta.Rosa	Agrícola	Floresta	Deserto	Sta. Mônica	:
80	0	40	1.322 (100)	223 (100)	274 (100)	1.177 (100)	—	484 (100)	1.104 (100)
80	40	40	1.944 (147)	45 (19)	—	2.333 (198)	2.256	1.475 (305)	1.689 (153)
80	180	40	1.844 (139)	—	1.082 (395)	2.077 (176)	2.211	1.642 (339)	2.274 (135)

Fonte: Macedo (1971).

Observação: Os dados entre parênteses fornecem o aumento (ou decréscimo) percentual de produção devido a adubação fosfatada.

Posteriormente, em 1971/72, Macedo et al. (1972) apresentaram resultados de três ensaios realizados, um ensaio em solo Podzólico Vermelho-Amarelo e dois em aluvião. A análise química dos solos revelou baixos teores de fósforo (entre 1-2 ppm) e, na avaliação econômica dos resultados, usando a relação 6:1,41:1,85:1 (N, P₂O₅, K₂O, produto, respectivamente), os autores concluíram que os níveis de 80 kg de N/ha, 80 kg de P₂O₅/ha e 50 kg de K₂O/ha, foram os que apresentaram maior retorno econômico, com aumentos de produção variável de 82 a 252% em relação à testemunha sem adubo.

Outras culturas

Em solo aluvial com 4 ppm de fósforo. Eira et al. (1973) verificaram que o feijão 'Rico 23' reagiu favoravelmente à adubação fosfatada sendo determinada, dentro dos níveis estudados (0, 40, 80, 120 e 160 kg de P₂O₅ na forma de superfosfato simples) a dose econômica de 100 kg de P₂O₅/ha, dentro da relação preço produto/preço insumo igual a 3,6. Neste trabalho, a adubação econômica forneceu um aumento de produção na ordem de 128% em relação ao tratamento sem adubação. Em

outro trabalho, Eira et al. (1974), trabalhando em solo semelhante ao descrito anteriormente, apenas com teores mais elevados de fósforo disponível (8 ppm), verificaram resposta ao fósforo quando o feijão 'Rico 23' foi cultivado nas águas. Não houve efeito residual do fósforo aplicado no feijão das águas sobre o feijão da seca, período em que pode haver sérias limitações hídricas.

Quanto ao amendoim, Arruda & Brito (1972) relataram pesquisas realizadas em solos mapeados como da série Itaguaí e Ecologia. Nestes solos não foi possível quantificar respostas significativas para nenhum dos elementos estudados, N, P, K, Ca e Mg. Para a cultura da mandioca, em dois solos com baixos teores de fósforo disponível, Nunes et al. (1974) estimaram o nível ótimo de 67 kg de P_2O_5 /ha.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deficiência generalizada de fósforo na maioria dos solos dos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro, é um dos fatores mais importantes da baixa produtividade das culturas. Esta deficiência tem sido caracterizada através de centenas de milhares de análises de fósforo em solos pelo extrator de Mehlich, cujos valores são, em mais de 90% das amostras, considerados baixos e pelas respostas a doses elevadas de fertilizantes fosfatados em dezenas de experimentos de campo. Além da baixa disponibilidade natural, a alta capacidade de sorção de fósforo por esses solos é outra característica marcante.

O extrator de Mehlich (HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N) é o que vem sendo normalmente usado em todos os laboratórios de solos locais na avaliação das necessidades de adubação fosfatada para as diversas culturas nos diferentes solos. Conquanto este extrator seja considerado razoavelmente eficiente quando da avaliação da disponibilidade natural de fósforo e/ou quando de adubações com fontes de fósforo solúveis em água, existem algumas considerações para o seu uso:

- a) em solos que receberam doses de fosfatos naturais de baixa reatividade, os valores obtidos com este extrator, dado o seu alto poder de dissolução, não refletem o realmente disponível em termos de respostas biológicas;
- b) dependendo do adubo fosfatado utilizado, há sensíveis variações nos níveis críticos obtidos, em função do tipo de fertilizantes e tempo de duração do experimento. É necessário que se estimule o uso de extratores que não atuem na forma P-Ca e se incentive, em rotina principalmente, análises de textura em trabalhos científicos.

Respostas marcantes a altas doses de fósforo vêm sendo observadas com as mais diversas culturas em solos desses estados, com raras exceções para solos eutróficos, derivados de rochas básicas e ultrabásicas. A avaliação das doses de máxima eficiência econômica é extremamente dificultada pela curta duração dos experimentos, impedindo a avaliação do efeito residual no tempo, o que normalmente, deveria alterar sensivelmente as informações obtidas para um ou dois anos.

Trabalhos específicos de correlação e calibração para análise de fósforo são em números extremamente reduzidos, limitando possíveis extrapolações pela falta de adequada caracterização do solo, notadamente dos parâmetros indispensáveis ao conhecimento da dinâmica de fósforo no solo.

A calagem prévia é quase sempre favorável a um melhor aproveitamento das fontes solúveis, em termos de produção, pelas culturas. A curto prazo, observa-se uma interação negativa entre calagem e fosfatos naturais. A ausência de trabalhos a longo prazo não permite avaliar a duração desta interação e qual a percentagem do fósforo destes fosfatos naturais que é solubilizada com o tempo nas diversas condições de solo, clima e manejo.

Quando se objetiva a produção de grãos (milho, soja, feijão, arroz, sorgo, etc), a curto prazo, as respostas para aplicações de superfosfatos e termofosfatos, mesmo quando usados na adubação corretiva, são amplamente superiores às observadas com fosfatos naturais. Em alguns casos, os fosfatos naturais simplesmente moídos, produzidos em Minas Gerais têm se mostrado eficientes na formação de pastagens das espécies tolerantes à acidez na ausência ou com pequena dose de calcário, e no caso de espécies florestais, cafeicultura e fruticultura, como uma fonte de liberação lenta de fósforo.

Métodos alternativos para aumentar a solubilidade dos fosfatos naturais de baixa reatividade, em substituição à acidulação total e fusão térmica, que são de comprovada eficiência mas de processos de produção onerosos, vêm sendo testados em Minas Gerais. Dentre estes métodos alternativos mencionam-se a acidulação parcial, solubilização biológica (microorganismos e resíduos de indústria). Apesar de alguns resultados de pesquisas mostrarem possibilidades para estes processos, há necessidade de dados mais conclusivos para uso destes produtos.

Algumas deficiências nas recomendações, no que diz respeito a fósforo, necessitam ser sanadas. 1) no caso da fosfatagem corretiva não estão claramente definidas as condições sobre o possível aproveitamento dos fosfatos naturais para aplicação direta; 2) a falta de análises econômicas não permite apresentar alternativas de doses face às flutuações de preços dos insumos e produtos; 3) a não-consideração da variação contínua do fator capacidade de fósforo, separando todos os solos, atualmente, em apenas duas populações, argilosos e textura média/arenosa. Há uma grande necessidade de atualização dos dados da 3ª Aproximação de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais para as culturas e/ou solos cujas informações já permitam definições de critérios mais científicos de recomendação da adubação fosfatada.

A difusão de tecnologia é feita pelos técnicos da EMATER, IBC, firmas de planejamento e assistência técnica, cooperativas, etc. procurando todos os meios de chegar a informação ao usuário final, o agricultor.

Com respeito à política de fertilizantes pouco tem sido feito para a região.

Alguns problemas entretanto parecem visíveis e necessitam de soluções a curto prazo: 1) número excessivo de fórmulas de adubações; 2) falta de um sistema eficiente de fiscalização e controle de qualidade dos fertilizantes; 3) inadequada distribuição de unidades produtoras de corretivos por região; 4) inadequada distribuição dos laboratórios de análise de solos.

7. LITERATURA CITADA

ALMEIDA, D. L.; CASTRO, J. A. B.; PENTEADO, A. F. & GRANATO, S. S. Otimização econômica da produção de milho de acordo com as fórmulas de adubação baseadas na análise de solo. *Pesq. agropec. bras.*, **12**: 1-10, 1977.

ANDRADE, M. J. B. de. **Competição entre variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes níveis de adubação.** Viçosa, UFV, 1976. 70 p. Tese de Mestrado.

ARRUDA, M. B. & BRITTO, D. P. P. S. Adubação mineral do amendoim. I. Ensaio em solos da série Itaguaí e Ecologia. *Pesq. agropec. bras.*, **7**: 143-8, 1972.

AZEVEDO, D. F.; ROBAINA, A. A. & MANHÃES, M. S. Adubação mineral em cana-planta nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (Zona da Mata). *Brasil açuc.* **95**(6): 19-28, 1980.

BAHIA, F. G. F. T. C.; MAGNAVACA, R.; SANTOS, H. L. dos; SILVA, J.; BAHIA FILHO, A. F. C.; FRANÇA, G. E. de; MURAD, A. M.; MACEDO, A. A. de; SILVA, T. & CUNHA FILHO, E. Ensaio de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio na cultura do milho em Minas Gerais. I. Análise pela Lei de Mitscherlich. *Pesq. agropec. bras., Sér. Agron.*, **8**: 231-8, 1973.

BAHIA FILHO, A. F. C. & BRAGA, J. M. Fósforo em latossolos de Minas Gerais: I. Intensidade e capacidade tampão de fósforo. *Experientiae*, **19**(2): 17-32, 1975a.

BAHIA FILHO, A. F. C. & BRAGA, J. M. Fósforo em latossolos de Minas Gerais: III. Índices de disponibilidade de fósforo e crescimento vegetal. *Experientiae*, **20**(8): 217-34, 1975b.

BOLSANELLO, J. Ensaio de adubação NP e competições entre variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), na zona metalúrgica de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1975. 42 p. Tese de Mestrado.

- BOLSANELLO, J.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C. S. & VIEIRA, H. A. Ensaio de adubação nitrogenada e fosfatada no feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na zona metalúrgica de Minas Gerais. **R. Ceres**, **22**(124): 423-30, 1975.
- BRAGA, J. M. Comparação entre fosfatos aplicados ao feijoeiro: I. Trabalhos de casa de vegetação. **R. Ceres**, **16**(88): 88-101, 1969.
- BRAGA, J. M. **Resultados experimentais com o uso de fosfato de Araxá e outras fontes de fósforo – Revisão de Literatura**. Viçosa, UFV, 1970. 61p. (Série Técnica, Boletim, 21).
- BRAGA, J. M.; COUTO, L.; NEVES, M. J. B. & BRANDI, R. M. Comportamento de mudas de *Eucalyptus* spp. em viveiro, em relação a aplicação de N, P e K e diferentes fontes de fósforo. **R. Árvore**, **1**(2): 135-48, 1977.
- BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Relações entre formas de fósforo inorgânico, fósforo disponível e material vegetal em solos sob vegetação de cerrado: I – Trabalhos de laboratório. **R. Ceres**, **19**(102): 124-36, 1972a.
- BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Relação entre formas de fósforo inorgânico, fósforo disponível e material vegetal em solos sob vegetação de cerrado: II – Trabalhos em estufa. **R. Ceres**, **19**(104): 248-60, 1972b.
- BRAGA, J. M.; FERRARI, R. A. R.; OLIVEIRA, L. M. de & SEDIYAMA, C. S. Resposta do cultivar de soja "Santa Rosa" à aplicação de P, K e calcário, em latossolos do Triângulo Mineiro. II – Correlação com análise química do solo. **R. Ceres**, **23**(125): 21-9, 1976.
- BRAGA, J. M.; NOVAIS, R. F.; DEFELIPO, B. V.; BARROS, L. G.; COUTINHO, M.; RESIS, M. S. & BARROS, R. Contribuição ao estudo do fosforito de Abaeté como fonte de fósforo para a fertilização do solo. **R. Seiva**, **31**(72): 46-57, 1971.
- BRAGA, J. M. & ROCHA, D. **Estudos de adubos fosfatados na cultura de eucalipto em solos de cerrado de Minas Gerais**. s.l., UFV, 1979. p. 1-14. (Boletim Técnico) Trabalho apresentado no 1º Seminário da Sociedade de Investigações Florestais, Belo Horizonte, 19/20 de abril de 1979.
- BRAGA, J. M. & YAHNER, J. Estudo comparativo de fosfato de Araxá e superfosfato simples em cultura de milho, em um solo de Viçosa, Minas Gerais. **Experientiae**, **8**(5): 143-63, 1968.

- CHENG, S. S. Efeitos de níveis de fósforo e calcário na produção de cebola no sul de Minas Gerais. **Proj. oleric. Relat. anu. 73/74**, Belo Horizonte, 1975. p. 97-102. Resumo.
- CHENG, S. S.; PEDROSA, J. F. & FERREIRA, F. A. Efeito da adubação fosfatada e calagem na produção de alho (*Allium sativum* L.). **Proj. oleric. Relat. anu. 75/76**, Belo Horizonte, 1977. p. 25-7. Resumo.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado do Espírito Santo – 1ª Aproximação**, s.l., 1977. 48p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 3ª Aproximação**. s.l., 1978. 80p.
- CUNHA, J. M. da & OLIVEIRA, A. F. F. de. Estudo sobre fertilidade de semeio de feijão. **Proj. Feijão, Relat. 73/75**, Belo Horizonte, 1978. p. 19-20. Resumo.
- DANTAS, M. S. F.; MARINATO, R., HARA, T., FONTINELLI, C. & VIEIRA, C. Ensaio preliminares com a cultura do feijão no Norte e Noroeste do Estado de Minas Gerais. **Proj. Feijão, Relat. 73/75**, Belo Horizonte, 1978. p. 13-5. Resumo.
- EIRA, P. A.; PESSANHA, G. G.; BRITTO, D. P. P. S. & CARBAJAL, A. R. Adubação mineral de fósforo e potássio na cultura do feijão e verificação do efeito residual. **Pesq. agropec. bras. 9(10)**: 121-4, 1974.
- EIRA, P. A.; PESSANHA, G. G.; BRITTO, D. P. P. S. & CARBAJAL, A. R. Comparação de esquemas experimentais em experimento de adubação mineral de nitrogênio e fósforo na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) **Pesq. agropec. bras. 8(7)**: 121-5, 1973.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. **Dados preliminares**. Sete Lagoas, 1980a.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. **Relatório Técnico Anual 1979**. Sete Lagoas, 1980b. p. 64-5, 73-4. Resumo.

- FENSTER, W. E. & LEON, L. A. Utilization of phosphate rock in tropical soils of Latin America. s.n.t. Trabalho apresentado no "Seminar on Phosphate Rock for Direct Application", Haifa, Israel, 1978.
- FERRARI, R. A. R.; BRAGA, J. M.; SEDIYAMA, C. S. & OLIVEIRA, L. M. de. Resposta do cultivar de soja "Santa Rosa" a aplicação de P, K e cálcio em latossolos do Triângulo Mineiro. I - Produção e características agronômicas. **R. Ceres**, **23**(125): 11-20, 1976.
- FERREIRA, J. C. & CARVALHO, M. M. de. Efeito de níveis de fósforo e calagem sobre o estabelecimento e produção de *Centrosema pubescens* Benth. **Proj. Bovinos, Relat. anu. 74/76**, Belo Horizonte, 1978a. p. 52-5 Resumo.
- FERREIRA, J. C. & CARVALHO, M. M. de. Efeito de níveis de fósforo e calagem sobre o estabelecimento e produção de *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf. **Proj. Bovinos, Relat. anu. 74/76**, Belo Horizonte, 1978b. p. 56-7 Resumo.
- FERREIRA, J. C. & CARVALHO, M. M. de. Efeito de níveis de fosfato de Araxá e super simples sobre o estabelecimento e produção de *Stylosanthes Guyanensis*. **Proj. Bovinos, Relat. 74/76**. Belo Horizonte, 1978c. p. 58-61 Resumo.
- FRANCO, M.; BRAGA, J. M.; RIOS, J. N. G. & THIÈBAUT, J. T. L. Avaliação de fosfatos naturais usando ácido cítrico e ácido fórmico. **R. Ceres**, **26**(144): 152-61, 1979.
- FREIRE, F. M.; NOVAIS, R. F.; BRAGA, J. M.; FRANÇA, G. E.; SANTOS, H. L. & SANTOS, P. R. R. S. Adubação fosfatada para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) baseada no fósforo "disponível" em diferentes extratores químicos e no "fator capacidade". **R. bras. Ci. Solo**, **3**: 104-11, 1979.
- GUIMARÃES, P. T. G.; FREIRE, F. M.; CARVALHO, J. G. de; CARVALHO, M. M. de; SOUZA, S. P. de & BRAGA, J. M. Ensaio de adubação mineral e orgânica para a formação de cafeeiros em Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado de Machado - MG. **Proj. Café Relat. anu. 74/75**, Belo Horizonte, 1976. p. 139-46, Resumo.
- GUNARY, D.; SUTTON, C. D. Soil factors affecting plant uptake of phosphate. **J. Soil Sci.**, **18**: 167-73, 1967.
- HARA, T.; GUIMARÃES, P. T. G.; FREIRE, F. M.; BAHIA, F. G. F. T. C.; CARVALHO, J. G. de; CARVALHO, M. M. de; SOUZA, S. P. de; MENDES, J. F.

- & BRAGA, J. M. Ensaio de adubação mineral e orgânica para a formação de cafezais em solos sob vegetação de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEJEIRAS, 2, Poços de Caldas 1974. **Resumos**, p.277-8.
- JUNQUEIRA NETTO, A. **Resposta diferencial de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e fosfatada.** Viçosa, UFV. 1977. 99 p. Tese de Doutorado.
- LIMA, L. A. de P.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T. & SEDIYAMA, C. S. Resposta diferencial de quatro variedades de soja à adubação fosfatada e potássica, em três localidades do Estado de Minas Gerais. **Experientiae** 17(4): 63-83, 1974.
- LOPES, A. S. & COX, F. R. A survey of the fertility status of surface soils under "cerrado" vegetation in Brazil. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 41(4): 742-7, 1977.
- LOPES, A. S.; FREIRE, J. C.; BAHIA, V. G. & CARVALHO, S. P. Avaliação de fertilidade do solo pela análise química em amostras de sete regiões no Estado de Minas Gerais, **Agros**, 2(2): 20-31, 1972.
- MACEDO, P. T. Adubação mineral do milho no Estado do Rio de Janeiro: resultado do ano agrícola de 1967/68. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, 7 & SIMPÓSIO MILHO OPACO, 1, Viçosa, 1971. **Anais** . . . p. 53-60.
- MACEDO, P. T.; ALMEIDA, D. L. & EIRA, P. A. Adubação mineral do milho no Estado do Rio de Janeiro, ano agrícola de 1971-72. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO, 9, Recife, 1972. p. 90-7.
- MACHADO, J. dos S. **Efeitos de fósforo, molibdênio e cobalto sobre o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em oxissolos.** s.l., Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1977. 53p. Tese de Mestrado.
- MALAVOLTA, E. & GARGANTINI, H. Nutrição e Adubação. In: KRUG, C. A. et alii. **Cultura e adubação de milho.** São Paulo, Instituto Brasileiro da Potassa, 1966. p. 378-449.
- MANHÃES, M. S.; AZEVEDO, D.F.; ROBAINA, A. A. & VIEIRA, J. R. Calibração de fósforo "disponível" para cana-de-açúcar em solos dos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (Zona da Mata). **Brasil Açuc.**, 97(2): 50-6, 1981.
- MILANEZ, D.; NOVAIS, R. F.; GABETTO, J. A. P.; FONSECA, W. F. & SEDI-

- YAMA, T. Pesquisa e experimentação com soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Estado do Espírito Santo. III. Efeitos da adubação fosfatada, potássica e calagem na produção de grãos, altura da planta e da inserção da primeira vagem. **R. Ceres**, 25(141): 434-42, 1978a.
- MILANEZ, D.; NOVAIS, R. F.; GABETTO, J. A. P.; FONSECA, W. F. & SEDI-YAMA, T. Pesquisa e experimentação com soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Estado do Espírito Santo. IV. Efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produção de grãos, altura da planta e da primeira vagem. **R. Ceres**, 25(141): 443-9, 1978b.
- MILLER, S. F.; BAUWIN, G. R. & GUZZELLI, R. J. Avaliação econômica e agrônômica de um experimento com feijão comum em Uberaba, Minas Gerais, **Pesq. agropec. bras. Ser. Agron.**, 7: 19-26, 1972.
- MORAIS, O. P. & GONTIJO, V. de P. M. Resposta da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro à fertilização NPK e a calagem. **Proj. Arroz. Relat. anu-75/76**, Belo Horizonte, 1978. p. 93-146.
- MOREIRA, S. M.; LOURES, E. G.; THIÉBAUT, J. T. L. & NOVAIS, R. F. Efeito da interação gramínea-solo-calagem sobre a eficiência de fosfatos naturais. **R. Ceres** 26(146): 360-73, 1979.
- NOVAIS, R. F. Estudo preliminar sobre a utilização do "tufito" na recuperação de cerrados de Patos de Minas. **R. Seiva**, Viçosa, 29(67): 5-13, 1969.
- NOVAIS, R. F.; GOMES, J. M.; ROCHA, D. & BORGES, E. E. de L. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). I. Efeitos da calagem e dos nutrientes N, P, e K. **R. Árvore** 3(2): 121-34, 1979.
- NUNES, W. O.; BRITTO, D. P. P. S.; MENEGUELLI, C. A.; ARRUDA, M. B. & OLIVEIRA, A. B. Resposta da mandioca à adubação mineral e a métodos de aplicação do potássio em solos de baixa fertilidade. **Pesq. agropec. bras.** 9(9): 1-9, 1974.
- OLIVEIRA, M. A. de; BLASCZYK, G. & REHFELD, O. A. M. Influência de três níveis de adubação fosfatada em reposição sobre o rendimento de pastagem de capim elefante sob pastoreio rotativo em solo de cerrado. **Proj. Bovinos. Relat.** 74/76, Belo Horizonte, 1979. p. 71-3.

- PEIXOTO, A. A. Considerações gerais sobre adubação na região canavieira do Estado do Rio de Janeiro. **Brasil açuc.** 80(1): 37-43, 1972.
- PEREIRA, J. E.; BRAGANÇA, J. B. & PAULINO, A. J. Modo e freqüência de aplicação de fósforo na formação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, Araxá, 1979. **Resumos.** p. 306-7.
- PINTO, M. V. A. **Efeito de fontes, doses e formas de aplicação do fósforo na produção do feijão** (*Phaseolus vulgaris* L.). s.l., Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1979. 56 p. Tese de Mestrado.
- PINTO, R. S. & PEIXOTO, A. A., **Indicação de adubações para cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro.** Campos, s. ed. 1975. 2p.
- PROJETO BNDE/ANDA; respostas a ensaios de adubação na região Centro-Sul. s.l., 1974. 150p.
- PURCINO, A. A. C. & MARINATO, R. Adubação com NPK em cultura algodoeira (*Gossypium hirsutum* L.) irrigada no Projeto Gorutuba, Minas Gerais. **Proj. Algodão, Relat. anu.** 74/75, Belo Horizonte, 1977. p. 217-25 Resumo.
- PURCINO, J. R. C.; CAIXETA, T. J. & GARRIDO, M. A. R. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e três níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) – II. **Proj. Feijão, Relat.** 73/75, Belo Horizonte, 1978. p. 30-4.
- ROLIM, R. B.; BRAGA, J. M.; REIS, M. S.; COSTA, A. V. & SEDIYAMA, C. S. Comportamento de duas variedades e três linhagens de soja em diferentes níveis de adubação fosfatada, em solos sob vegetação de cerrado, de Ituiutaba, MG, e Goiânia, GO. **R. Ceres,** 26(145): 223-37, 1979.
- SANTA CECÍLIA, F. C. **Resposta de treze variedades de feijão** (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e fosfatada. Viçosa, UFV, 1972. 38p. Tese de Mestrado.
- SANTINATO, R.; SILVA, O. A.; FIGUEIREDO, J. P.; CARVALHO, C. H. S. & BARROS, U.W. Estudo do crescimento, composição química e deficiência do cafeeiro cultivado em solo de cerrado – LVE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, Campos do Jordão, 1980. **Resumos.** p. 428-37.

SANTOS, H. L.; VASCONCELLOS, C. A.; BAHIA FILHO, A. F. C., PITTA, G. V. E.; MENDES, J. F. & OLIVEIRA, A. C. M. e. Produção de sorgo granífero e sua relação com o P disponível e formas de P inorgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Manaus, 1979. **Resumo.**

SANTOS, P. R. R. S. **Efeito da calagem e da adubação fosfatada e potássica sobre a produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em solos do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.** s.n.t. Em fase de redação, 1980.

SANTOS, P. R. R. S.; BRAGA, J. M.; FRANÇA, G. E. & SANTOS, H. L. dos. Efeito da calagem e da adubação PK sobre a produção de soja em três solos do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. 73/74 e 74/75. **Proj. Soja. Relat. anu. 74/75,** Belo Horizonte, 1977. p.87-104. **Resumo.**

SANTOS, P. R. R. S.; BRAGA, J. M.; PAULA, M. B.; FRANÇA, G. E. de & SANTOS, H. L. dos. **Efeito da calagem e da adubação fosfatada e potássica sobre a produção de soja do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba no ano 75/76,** Belo Horizonte, 1978a. p. 51-6.

SANTOS, P. R. R. S.; BRAGA, J. M.; PAULA, M. B.; FRANÇA, G. E. de & SANTOS, H. L. dos. Calibração de análise química de solo e caracterização de curva de resposta na soja para calcário e fósforo em Minas Gerais. **Proj. Soja, Relat. anu. 75/76,** Belo Horizonte, 1978b. p. 41-50. **Resumo.**

SEDIYAMA, T.; NOVAIS, R. F.; MILANEZ, D.; FONSECA, W. & SEDIYAMA, C. **S. A soja no Espírito Santo.** Espírito Santo, Secretaria da Agricultura, 1973. 36p. (Boletim, 1).

SOUZA, M. de. **Efeito do P, K, e Ca no crescimento da parte aérea da laranjeira "Pera Rio" (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) em Latossolo Vermelho-Escuro Fase Cerrado.** Piracicaba, ESALQ, USP, 1976. 132 p. Tese de Doutorado.

SOUZA, S. P. de & CAIXETA, J. V. M. Resposta do cafeeiro Mundo Novo à aplicação de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2, Poços de Caldas, 1974. **Resumos.** p. 276.

SOUZA, M. A. de; CHALFUN, N. N. J. & PÁDUA, T. de. Efeito de adubação nas covas de laranjeiras variedade "Pera Natal" em solos de cerrado. **Proj. Frutic., Relat. 74/77,** Belo Horizonte, 1978a. p. 121-5. **Resumo.**

- SOUZA, M. A. de; MORAIS, O. P. de & TAKAHASHI, C. Adubação NPK na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). **Proj. Trigo, Relat. anu. 75/76**, Belo Horizonte, 1978b. p. 51-6. Resúme.
- STANGEL, P. J. & HIGNETT. **IFDC's efforts to improve efficiency of fertilizer use.** s.n.t. 58p. Trabalho apresentado no "Fertilizer Association of India (FAI) Annual Seminar", 13-15 Dezembro, Nova Delhi, India, 1979.
- TANAKA, R. T. **Disponibilidade de fósforo do fosfato de Patos para a cultura do milho (*Zea mays*. L.) em Latossolo Roxo Distrófico sob condição de casa de vegetação.** s.l., Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1978. 66 p. Tese de Mestrado.
- VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos; PITTA, G. V. E. & BAHIA FILHO, A. F. C. **Avaliação da eficiência de fosfatos de rochas na cultura do sorgo.** s.n.t. Trabalho apresentado na XIII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, IAPAR, Londrina, 1980.
- WAUGH, D. L. CATE JUNIOR, R. B. C. & NELSON, L. A. Discontinuous models for rapid correlation, interpretation, and utilization of soil analysis and fertilizer response data. **Bol. Tec. Int. Soil Fert. Eval. & Impr. Prog. (7): 77**, 1973.