

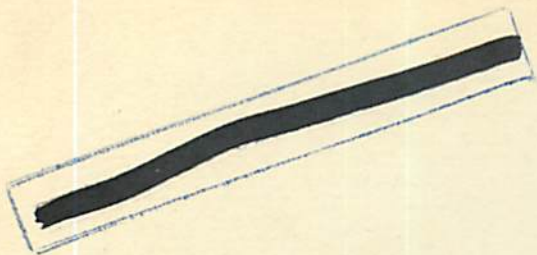
MARILDA VILELA ANDRADE PINTO

**EFEITOS DE FONTES, DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO DO FÓSFORO
NA PRODUÇÃO DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Fitotecnia para obtenção do grau de "Magister Scientiae".

**ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - ESTADO DE MINAS GERAIS**

1979



INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

EFEITOS DE FONTES, DOSES E FORMAS DE REFINAMENTO NA PRODUÇÃO DE FIBRA

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - ESTADO DE MINAS GERAIS

1978

MARILDA VILELA ANDRADE PINTO

**EFEITOS DE FONTES, DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO DO FÓSFORO
NA PRODUÇÃO DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Fitotecnia para obtenção do grau de "Magister Scientiae".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - ESTADO DE MINAS GERAIS

1979

MARCELA V. LETA ANDRADE PINTO

ESTUDOS DE FONTES, NÚMEROS E FORMAS DE ORIENTAÇÃO DO TRABALHO
NA PRODUÇÃO DE TUBOS (Estudo de caso)

[REDACTED]


[REDACTED]


ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - ESCOLA DE AGRICULTURA
1978

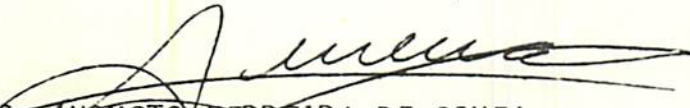
[REDACTED]

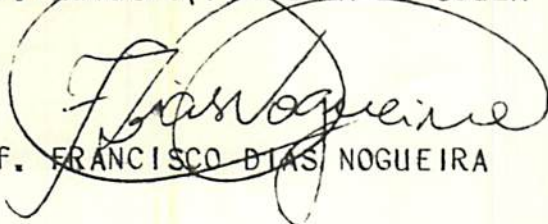
EFEITOS DE FONTES, DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO DO FÓSFORO
NA PRODUÇÃO DO FEIJÃO (Phaseolus vulgaris L.)


APROVADA:


Prof. ARNALDO JUNQUEIRA NETTO
Orientador


Prof. JOSÉ FERREIRA DA SILVEIRA
Co-Orientador


Prof. AUGUSTO FERREIRA DE SOUZA


Prof. FRANCISCO DIAS NOGUEIRA


Prof. PEDRO MILANEZ DE REZENDE

DEDICO ESTE TRABALHO

a meu esposo Roberto,
a meus filhos Fabrício e Lilian,
a meus pais e irmãos,
à família de meu esposo.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade que nos foi concedida para a realização do Curso de Mestrado.

Ao Programa de Desenvolvimento de Ciências Agrárias (PRODECA), pela concessão da Bolsa de Estudos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG), pelo apoio na efetivação da pesquisa.

Ao Orientador, Professor Dr. Arnaldo Junqueira Netto, pela colaboração e orientação e pela sua compreensão e amizade dispensada à minha pessoa.

Aos Professores conselheiros, José Ferreira da Silveira e Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, pelas sugestões.

Aos Professores Gilnei de Souza Duarte e Luiz Henrique Aquino, pela ajuda na análise estatística dos dados.

Ao Professor Nilton Curi, pela colaboração na identificação e classificação do solo.

Aos Professores, pelos ensinamentos recebidos durante o curso e pelas colaborações prestadas a este trabalho de pesquisa.

Aos Técnicos Agrícolas Mário Lúcio dos Santos e Vitorino Wagner Domingos de Souza, pela valiosa colaboração prestada nos

trabalhos de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes, pelo auxílio na execução dos trabalhos de análise.

À senhorita Maria Aparecida de Carvalho, pela revisão das referências bibliográficas.

Aos demais colegas do Curso de Mestrado e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a efetivação do presente trabalho ou para o desenvolvimento do curso.

BIOGRAFIA

MARILDA VILELA ANDRADE PINTO, filha de Nelson Vilela de Andrade e Maria Vilela de Andrade, nasceu em Lavras, Minas Gerais, aos 25 dias do mês de março de 1953. Realizou seus estudos iniciais em sua terra natal.

Em 1971, ingressou na Escola Superior de Agricultura de Lavras, matriculando-se no curso de Engenharia Agrônômica, graduando-se em dezembro de 1975.

Em março de 1976, iniciou na Escola Superior de Agricultura de Lavras, o curso de Mestrado em Fitotecnia, como bolsista do Programa de Desenvolvimento de Ciências Agrárias - PRODECA.

C O N T E Ú D O

	Página
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Adubação em Minas Gerais	03
2.2. Adubação em São Paulo	04
2.3. Formas de aplicação de adubos	04
2.4. Eficiência da rocha fosfatada	06
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Generalidades	11
3.2. Tratamentos e delineamento experimental	13
3.3. Estudo da produção	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Produção de grãos	18
4.1.1. Efeitos de níveis de P_2O_5 , nas diferentes fontes e formas sobre as variedades 'Ricobaio 1014' e 'Cario ca 1030'	18

4.1.2. Efeito de fontes e formas nos diferentes níveis sobre as variedades 'Ricobaió 1014' e 'Carioca 1030'	23
4.1.3. Efeito de variedades	28
4.1.4. Efeito de fósforo na produção de grãos	29
5. CONCLUSÕES	33
6. RESUMO	35
7. SUMMARY	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
9. APÊNDICE	51
APÊNDICE A - Descrição, situação e localização do perfil representativo do local estudado	52
APÊNDICE B - Quadros das características químicas e físicas	54

LISTA DE QUADROS

QUADRO		PÁGINA
1	Análises química e textural do solo utilizado no estudo. Três Pontas, MG, 1976	12
2	Composição química do fosfato natural de Patos de Minas	15
3	Tratamentos utilizados no ensaio de adubação fosfatada em feijão. Três Pontas, MG, 1976/77	16
4	Quadrados médios obtidos na análise de variância para a produção de grãos de feijão. Três Pontas, MG. 1976/77	19
5	Quadrados médios da análise de regressão para níveis de fósforo e produção de feijão. Três Pontas, MG. 1976/77	20
6	Efeito médio de fontes e formas sobre a produção de feijão em kg/ha, sobre as variedades 'Ricobaio 1014' e 'Carioca 1030'. Três Pontas, MG. 1976/77	24

QUADRO		PÁGINA
7	Resultados médios de produção, em kg/ha, do efeito de fontes, formas e doses de P_2O_5 , sobre duas variedades de feijão. Três Pontas, MG. 1976/77.	30

APÊNDICE

QUADRO		PÁGINA
1B	Características químicas do complexo sortivo determinadas em amostra dos diversos horizontes do perfil representativo do Latossolo Vermelho Escuro Distrófico	54
2B	Resultados do ataque sulfúrico de amostras (d = 1,47) dos diversos horizontes do perfil representativo do Latossolo Vermelho Escuro Distrófico..	55
3B	Distribuição dos separados das amostras do perfil representativo do Latossolo Vermelho Escuro Distrófico	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Precipitação pluviométrica diária ocorrida durante o período de permanência do experimento do campo. Ano agrícola 76/77. (Dados fornecidos pela Estação Experimental da EPAMIG de Três Pontas.).....	14
2	Efeito de níveis de fósforo na produção de grãos de feijão. Três Pontas, MG. 1976/77 ...	21

1. INTRODUÇÃO

O feijão (Phaseolus vulgaris L.) é um produto de expressão econômica e social, por constituir-se base energética e proteica na alimentação do povo brasileiro. Tradicionalmente, o Brasil é o mais importante produtor e consumidor mundial dessa leguminosa. Nos últimos anos, a produção brasileira de feijão tem crescido em ritmo inferior ao da população, obrigando o governo a importá-lo de outros países, AGROPECUÁRIA (1).

O rendimento brasileiro da cultura, segundo dados da FAO (22), não é elevado, estando em torno de ⁵⁰⁰600 kg/ha, o que corresponde a metade do observado nos países de agricultura mais tecnificada, como nos Estados Unidos, Turquia, Japão e Itália. Os fatores responsáveis por esse baixo rendimento são, entre outros, as práticas culturais inadequadas, a ocorrência de pragas e doenças, a falta de sementes certificadas em quantidade suficiente para atender à demanda, falta de irrigação, a não utilização ou utilização incorreta de fertilizantes e corretivos.

Trabalhos de pesquisas, conduzidos em diferentes regiões do Brasil, revelam resultados compensadores com o uso de fertilizantes. De acordo com VIEIRA (65) os ensaios de adubação têm coberto razoável porção do território mineiro, e, quase indubitavelmente têm revelado grande efeito da adubação fosfatada, sendo em-

pregado geralmente o superfosfato simples. Todavia, mais recentemente, com a descoberta das jazidas de fosfato de Patos de Minas, novas perspectivas se abriram em relação à adubação mais econômica, principalmente ao se considerar que o fosfato natural brasileiro pode-se constituir uma excelente alternativa para reduzir os gastos com a importação de fertilizantes fosfatados industrializados.

Considerando que, não há muitos resultados de pesquisa sobre o emprego de fosfatos naturais e ainda o problema da baixa disponibilidade natural e elevada capacidade de fixação de fósforo em grande parte dos solos brasileiros e, tendo em vista que as variedades de feijão, respondem diferencialmente à adubação (31), desenvolveu-se o presente estudo com os objetivos de: 1º) estudar a viabilidade do uso de fosfato natural de Patos de Minas no suprimento de fósforo à cultura de feijão, em comparação ao superfosfato triplo, na presença de quatro níveis de fósforo; 2º) avaliar a melhor forma de aplicação de fosfatos, se a lanço ou em sulco; 3º) verificar a resposta varietal a diferentes fontes e formas de adubação fosfatada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A maioria dos ensaios de adubação, realizados no Brasil, quase invariavelmente, têm revelado grande efeito da adubação fosfatada, industrial na cultura do feijão.

2.1. Adubação em Minas Gerais:

Estudos relacionados com a aplicação de NPK, realizados em diversos tipos de solos e regiões de Minas Gerais, por GOUVEA, ANDRADE & COIMBRA (29), SILVA & GOUVEA (56), VIEIRA & GOMES (66), FONTES et alii (25), obtiveram sempre resposta do feijoeiro à adubação fosfatada, e nenhuma ao nitrogênio e potássio.

BRAGA et alii (14), em vinte ensaios instalados, durante três anos consecutivos, em dez municípios da Zona da Mata de Minas Gerais, em solos Podzólico Vermelho Amarelo, para estudar a aplicação de N, P e K, concluíram que: a) houve resposta à aplicação de fósforo nos três anos, na maioria dos locais. Com exceção de um local, em um ano, o efeito do P foi quadrático, nos demais foi sempre linear, b) o nível crítico de P no solo foi de 8 ppm, sendo que acima desse teor não houve resposta à adubação.

SANTA CECÍLIA et alii (55) estudando os efeitos de aduba-

ção NPK na cultura de feijão, em dois locais do Sul de Minas Gerais, concluíram que o P foi o elemento que proporcionou maior rendimento de grãos.

BOLSANELLO (11) em estudo realizado em 5 localidades da Zona Metalúrgica de Minas Gerais, utilizando quatro níveis de superfosfato simples (0, 40, 80 e 100 kg de P_2O_5 /ha), encontrou efeito positivo do P em todas as localidades.

2.2. Adubação em São Paulo

Em São Paulo, numerosas experiências de adubação procuram abranger todos os tipos de solo daquele estado, que vêm sendo realizadas na cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) por MALVOLTA (34), MASCARENHAS (36, 37, 38) e MIYASAKA et alii (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49), têm demonstrado que o fósforo teve efeito significativo em todos os solos estudados, sendo o seu efeito residual também significativo, na maioria dos ensaios.

2.3. Formas de aplicação de adubos

Alguns trabalhos evidenciam a diferença das formas de aplicação de adubação fosfatada, se a lanço ou em sulco, ou de ambas nas culturas. YOST et alii (69) estudando a produção de grãos de seis colheitas de milho em função de níveis, métodos de aplicação e efeito residual de superfosfato simples aplicado a um Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, com uma capacidade de fixação de fósforo extremamente alta, verificaram que: a) as produções obtidas com a aplicação de 160 e 320 kg P_2O_5 /ha, a lanço, no primeiro ano, foram superiores às conseguidas com os mesmos níveis aplicados em sulco, evidenciando a necessidade de uma "recupe

ração" do solo e não apenas a manutenção da cultura; b) nos mesmos níveis de fósforo aplicado, quer a lanço no primeiro ano (640 kg P_2O_5 /ha), quer no sulco parceladamente (160 kg P_2O_5 antes das quatro primeiras semeaduras), os totais de produção de seis colheitas se equivaleram perfeitamente (cerca de 78%) mostrando a possibilidade de se fazer a "recuperação" do solo de uma ou de outra forma; c) e que as aplicações de parte do fósforo, a lanço (320kg P_2O_5 /ha), e parte no sulco de plantio (80 kg P_2O_5 /ha antes das quatro primeiras semeaduras), produziram no total das colheitas, cerca de 81% do máximo, parecendo ser um bom manejo para a adubação fosfatada nestes solos, com elevada capacidade de fixação de fósforo.

Em experimentos instalados nos 2 anos agrícolas 73/74 e 75/76, no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC (21) para estudar a resposta de quatro variedades de feijão 'Carioca', '1030', 'Rico 23', 'Ricobaio 1014' e 'Costa Rica' à aplicação N e P, foi verificada alta resposta à adubação fosfatada até 400 kg de P_2O_5 /ha a lanço ou 160 kg/ha em linha, com ótimos retornos econômicos, tendo sido evidenciado grande efeito residual do fósforo aplicado no 1º ano do ensaio. Verificou-se também, que a adubação fosfatada, no sulco, parece ser a mais indicada para o feijão, considerando-se isoladamente a resposta de um ano.

NELSON et alii (50) estudando os efeitos das formas de aplicação de superfosfatos, a lanço e no sulco, sobre a eficiência da utilização de fósforo marcado, aplicado no fertilizante, pelo algodão, em solos com baixo e alto nível de fósforo disponível em várias épocas de amostragem, verificaram que: a) em solos com baixo nível de fósforo disponível, a aplicação em linha apresentou uma maior percentagem de fósforo na planta, proveniente do fertilizante, do que aplicação, a lanço, no estágio inicial de crescimento; en

quanto que, no final do estudo, a porcentagem de absorção de fósforo do fertilizante aplicado a lanço foi maior do que o fósforo aplicado na linha; b) em solos com alto nível de fósforo "disponível", de uma maneira geral, os mesmos efeitos foram observados, mas as diferenças foram de menor amplitude, com exceção do final do estudo, em que a porcentagem de fósforo absorvido proveniente do fertilizante aplicado a lanço, foi consideravelmente menor.

Ainda NELSON et alii (50) verificaram que, na cultura do milho, em solo com baixo nível de fósforo "disponível", a aplicação do fertilizante fosfatado na linha, proporcionou no estágio inicial de crescimento, uma maior porcentagem de fósforo na planta, proveniente do fertilizante, ao passo, que, no final do ciclo, não houve diferenças entre aplicações em linha e lanço.

Para COOK & HULBURT (17), COURY & MALAVOLTA (18), MALAVOLTA (33) e SALTER (53), a localização dos fertilizantes fosfatados em linha, ao lado das sementes e um pouco abaixo delas, é melhor do que a aplicação a lanço ou em covas.

AMARAL et alii (7), verificaram que, em feijão, a aplicação dos fertilizantes abaixo e ao lado das sementes em uma faixa lateral, ou em duas faixas laterais, parecem ser os indicados para a cultura do feijão e que nos solos argilosos, os fertilizantes podem ser aplicados misturados com o solo, no sulco.

2.4. Eficiência da rocha fosfatada

A literatura cita também alguns trabalhos sobre a eficiência do emprego de rocha fosfatada ao solo. Segundo RUSSEL (52) numerosos experimentos têm demonstrado que o fosfato de rocha finamente triturado é tão eficaz como o superfosfato em solos ácidos em climas úmidos frios, para certo número de cultivos como pastos,

aveia e distintas variedades de nabo. Para KAMPRATH (32) o uso de rocha fosfatada é um dos meios de suprimento de P para solos de alta capacidade de fixação do elemento. Barnes & Kamprath, citados por KAMPRATH (32) enumeram os fatores que influenciam a disponibilidade do P, adicionado ao solo na forma de rocha fosfatada, à planta. O pH é um dos principais fatores, visto que, para a máxima eficiência da rocha no fornecimento de P, o solo necessita ter acidez suficiente para acidular a rocha. Geralmente quando o pH é maior que 5,0 a eficiência decresce, porém depende da fonte da rocha, e das propriedades químicas do solo. Estudos realizados pelos citados pesquisadores mostraram que a um pH 4,7 a rocha fosfatada da Carolina do Norte foi tão eficiente quanto ao superfosfato, contudo a um pH 6,0 a rocha foi ineficiente no suprimento de fósforo.

Segundo TERMAN (60) uma recomendação geral para o uso de rocha fosfatada, deveria ser por aplicação a lanço da rocha finamente moída, em solos ácidos. CHU et alii (19) são da mesma opinião, acrescentando, ainda, que ocorre menor solubilidade da rocha fosfatada em solos ricos em ferro livre. Por outro lado, COOKE (16) relata que a melhor eficiência de rocha fosfatada é obtida quando se mistura rocha com um grande volume de solo.

FASBENDER (23) conclui que: o modo de aplicação do fósforo está ligado ao potencial de calagem, assim como a razão de solubilização da rocha fosfatada em função do tempo.

Para BRAGA (12) as rochas fosfatadas têm sua eficiência como fertilizante, afetada por : a) características próprias dos materiais tais como: grau de finura, teor de fluor; b) características do solo, entre elas, acidez, teor de fósforo, percentagem de matéria orgânica; c) capacidade do vegetal em absorver fósforo ; e d) método de sua aplicação no solo. Ainda, segundo BRAGA (13)

uma consequência do modo de aplicação é ditada pela quantidade que deve ser usada. As quantidades de rochas fosfatadas a serem aplicadas são sempre maiores do que os fertilizantes solúveis em água, e dessa maneira há uma impossibilidade de sua aplicação localizada.

COOKE (16) relata que a baixa eficiência da rocha fosfatada, pode ser devida ao uso de baixas taxas de aplicação e também porque os experimentos geralmente são realizados em uma única estação, e ambas as circunstâncias favorecem o mais rápido desempenho de materiais semelhantes ao superfosfato.

MENARD & CROCOMO (39) admitem que a diminuição da fixação de fósforo possa ser feita, saturando-se a área com fosfato natural refinado, e em seguida, fornecendo um fosfato solúvel para atender as necessidades da cultura.

Em 1974, no Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados - CPAC (21) iniciou-se um estudo em Brachiaria decumbens com o objetivo de avaliar a possibilidade do uso de fosfatos menos solúveis, (Fosfato de Araxá, Hiperfosfato, Fosfato de Carolina do Norte, Termofosfato Simples), visando a reduzir o custo de recuperação do solo (Latosolo Vermelho Escuro) em relação ao fósforo. A produção de massa verde desta gramínea foi o parâmetro utilizado na avaliação da eficiência desses fertilizantes. Foi verificado que os fosfatos de rocha mais solúveis Hiperfosfato e Fosfato de Carolina do Norte, comportaram-se de maneira semelhante ao Superfosfato simples, enquanto que o Fosfato de Araxá proporcionou uma formação mais lenta da pastagem, devido à menor disponibilidade do fósforo solúvel, inicialmente. Com o passar do tempo, já a partir do 4º corte, o fosfato de Araxá proporcionou produções mais próximas às das fontes mais solúveis de fósforo.

No ano agrícola de 1975/76 no mesmo Centro de Pesquisa Agropecuário de Cerrados - CPAC (21) iniciou-se um experimento de campo em Latossolo Vermelho Escuro, com a cultura do trigo, onde se incluíram os seguintes fosfatos: Hiperfosfato, Termofosfato IPT, Termofosfato Yoorin, Fosfato de Catalão, Fosfato de Patos de Minas, Fosfato de Abaeté, Bauxita Fosforosa, Fosfato de Araxá, Fosfato de Tennessee, Fosfato da Flórida e Superfosfato Triplo. Os fosfatos naturais foram aplicados nos níveis de 200 kg e 800 kg P_2O_5 total/ha, exceto os fosfatos de Tennessee e Flórida, que foram utilizados no nível de 400 kg P_2O_5 /ha. O superfosfato triplo foi incluído nos níveis de 0, 100, 200, 400, 800 e 1600 kg P_2O_5 /ha. Em todos os casos o material foi aplicado a lanço e incorporado ao solo. A área experimental recebeu 2,2 t de calcário/ha (PRNT = 100%), nitrogênio, potássio e mistura de micronutriente. Para o nível de 200 kg de P_2O_5 total aplicado por hectare, verificou-se que o fosfato de Patos de Minas proporcionou produção equivalente a 17% da produção obtida com a aplicação da mesma quantidade de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato triplo (100%). No nível de 800 kg P_2O_5 total/ha, o fosfato de Patos permitiu uma produção de 11% da produção obtida com o mesmo nível de P_2O_5 aplicado na forma de superfosfato triplo. Os fosfatos de rochas brasileiras não proporcionaram produção além de 23% daquelas obtidas com as fontes mais solúveis de fósforo, excetuando-se a Bauxita Fosforosa, que produziu 41%, isto porque foi submetida a um tratamento térmico, em seu processamento.

GOVIL & PRASAD (30) em estudos sobre efeitos de várias fontes de fósforo, na produção de grãos em sorgo, verificaram que o superfosfato triplo não diferiu da mistura de 3:1 superfosfato triplo + rocha fosfatada (Mussoorie e Jordan), constituindo juntamente com as misturas 3:1 superfosfato triplo + fosfato dicálcio e 2:2 superfosfato triplo + fosfato dicálcio, as melhores fontes,

em dois anos. Verificaram ainda que melhores respostas foram associadas com maiores quantidades de fosfato de maiores solubilidades em água, e que a rocha fosfatada foi a mais pobre de todas as fontes.

Experimentos realizados por ALVAREZ & SEGALLA (2,3), ALVAREZ et alii (4, 5, 6) e FREIRE et alii (26) em cana-de-açúcar revelaram resposta favorável à aplicação de fertilizantes fosfatados naturais. Resultados semelhantes foram constatados em milho por GOMES et alii (28), MIRANDA & VIEGAS (40), VIEGAS (63), e VIEGAS & MIRANDA (64), no trigo por DOLL et alii (20) e em forrageiras por THURLOW & SMITH (61).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Generalidades

O experimento foi realizado em área da Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Três Pontas, Minas Gerais, tendo sido instalado em 11 de novembro de 1976.

O solo em que se conduziu o presente trabalho foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro-Distrófico (LEd), segundo os critérios propostos por BENNEMA & CAMARGO (10) ou Oxisol segundo WHASHINGTON (58). Suas características químicas e físicas são apresentadas no quadro I.

Nos quadros 1B, 2B, 3B estão a descrição, situação e localização do perfil representativo do local estudado.

As análises de pH, alumínio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica foram realizadas utilizando-se a metodologia descrita por VETTORI (62). A análise textural foi determinada pelo hidrômetro de BOUYOUCOS segundo descrição de VETTORI(62).

O solo apresenta acidez elevada, teor de alumínio trocável médio, baixos teores de fósforo, potássio, $Ca^{++} + Mg^{++}$, e teor médio de matéria orgânica. De acordo com a análise textural, o so

QUADRO I - Análises química e textural do solo utilizado no estudo;
Três Pontas, MG, 1976.*

Características	Níveis**
pH em água (1:2,5)	4,00 E
A _i trocável em mE/100 cm ³	0,70 M
Fósforo (P) em ppm	1,00 B
Potássio (K) em ppm	41,6 B
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ em mE/100 cm ³	1,03 B
Matéria orgânica (%)	2,50 M
Areia (%)	42,00
Limo (%)	7,50
Argila (%)	50,00
Classificação textural***	Argilosa

* Realizadas no Instituto de Química "John Wheeloch" do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

** Nas colunas as letras E, M e B indicam os níveis elevado, médio e baixo, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MG (51).

*** Segundo a SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (57).

lo pertence à classe textural argilosa.

A precipitação pluvial, durante o período de permanência do experimento no campo, pode ser vista na figura 1.

Toda a área experimental foi arada e gradeada por ocasião do plantio. Aplicou-se 2,5 t/ha de calcário calcítico, finamente moído (PRNT = 80%), incorporado ao solo através de uma gradagem, vinte dias antes das instalações do experimento.

Adicionou-se a todas as parcelas uma adubação básica correspondente a 40 kg de K_2O e 60 kg de N/ha nas formas de cloreto de potássio e sulfato de amônio, respectivamente, de acordo com a recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (51). Todo o potássio e 20 kg de N foram aplicados no sulco de plantio misturado com a terra e o restante do nitrogênio, foi aplicado em cobertura 30 dias após a semeadura.

O fosfato de Patos de Minas utilizado no presente estudo é extraído das jazidas do Município de Patos de Minas e suas características químicas são mostradas no quadro 2.

Utilizaram-se dois cultivares de feijão: 'Ricobaio 1014' e Carioca 1030'. Foram semeadas 3 sementes a cada 20 cm de sulco. Vinte e cinco dias após a emergência, efetuou-se o desbaste, deixando-se duas plantas a cada 20 cm de sulco.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial ($4 \times 4 \times 2 + 2$), com 34 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos utilizados no ensaio estão apresentados no quadro 3.

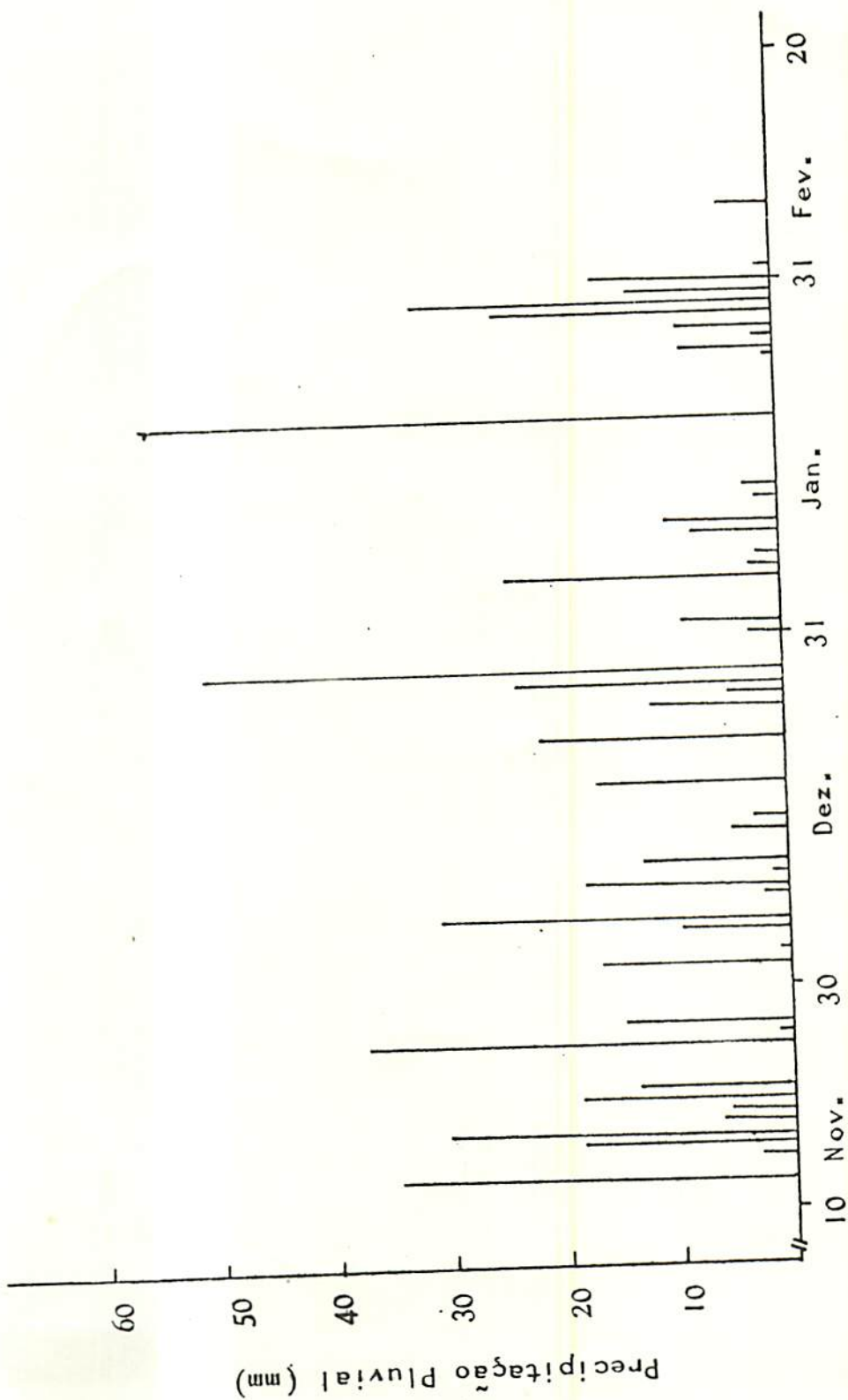


FIGURA 1 - Precipitação pluviométrica diária ocorrida durante o período de permanência do Experimento no campo. Ano agrícola 76/77. (Dados fornecidos pela Estação Experimental da EPAMIG de Três Pontas).



QUADRO 2 - Composição química do fosfato natural de Patos de Minas*.

Componentes	%	Componentes	%
P_2O_5 (t)	16,06	SO_3	-
P_2O_5 (s)	5,30	Sr	Traços
CaO	18,9	Rb	Traços
MgO	Traços	Zn	Traços
Na_2O	-	Cu	Traços
K_2O	-	Ba	Traços
TiO_2	1,05	F	---
		Cl	-
Fe_2O_3	5,49	Umidade	-
Al_2O_3	14,38	H_2O combinada	-
SiO_2	35,49	PF	5,62

* Análise realizada pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), Belo Horizonte, MG.



TABLE 1: Comparison of the natural frequencies of the system

Component	Frequency (Hz)	Mode Shape
1	1.0	Upright
2	2.4	Upright
3	4.3	Upright
4	5.8	Upright
5	7.2	Upright
6	8.5	Upright
7	9.8	Upright
8	11.2	Upright
9	12.5	Upright
10	13.8	Upright
11	15.2	Upright
12	16.5	Upright
13	17.8	Upright
14	19.2	Upright
15	20.5	Upright
16	21.8	Upright
17	23.2	Upright
18	24.5	Upright
19	25.8	Upright
20	27.2	Upright
21	28.5	Upright
22	29.8	Upright
23	31.2	Upright
24	32.5	Upright
25	33.8	Upright
26	35.2	Upright
27	36.5	Upright
28	37.8	Upright
29	39.2	Upright
30	40.5	Upright
31	41.8	Upright
32	43.2	Upright
33	44.5	Upright
34	45.8	Upright
35	47.2	Upright
36	48.5	Upright
37	49.8	Upright
38	51.2	Upright
39	52.5	Upright
40	53.8	Upright
41	55.2	Upright
42	56.5	Upright
43	57.8	Upright
44	59.2	Upright
45	60.5	Upright
46	61.8	Upright
47	63.2	Upright
48	64.5	Upright
49	65.8	Upright
50	67.2	Upright
51	68.5	Upright
52	69.8	Upright
53	71.2	Upright
54	72.5	Upright
55	73.8	Upright
56	75.2	Upright
57	76.5	Upright
58	77.8	Upright
59	79.2	Upright
60	80.5	Upright
61	81.8	Upright
62	83.2	Upright
63	84.5	Upright
64	85.8	Upright
65	87.2	Upright
66	88.5	Upright
67	89.8	Upright
68	91.2	Upright
69	92.5	Upright
70	93.8	Upright
71	95.2	Upright
72	96.5	Upright
73	97.8	Upright
74	99.2	Upright
75	100.5	Upright
76	101.8	Upright
77	103.2	Upright
78	104.5	Upright
79	105.8	Upright
80	107.2	Upright
81	108.5	Upright
82	109.8	Upright
83	111.2	Upright
84	112.5	Upright
85	113.8	Upright
86	115.2	Upright
87	116.5	Upright
88	117.8	Upright
89	119.2	Upright
90	120.5	Upright
91	121.8	Upright
92	123.2	Upright
93	124.5	Upright
94	125.8	Upright
95	127.2	Upright
96	128.5	Upright
97	129.8	Upright
98	131.2	Upright
99	132.5	Upright
100	133.8	Upright

Source: Author's calculations using the finite element method (FEM) software ANSYS.

QUADRO 3 - Tratamentos utilizados no ensaio de adubação fosfatada em feijão. Três Pontas, MG. 1976/77.

Tratamentos	Doses de P_2O_5 (kg/ha)
Testemunha	00
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço	60
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço	120
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço	240
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço	480
Fosfato natural de Patos de Minas no sulco	60
Fosfato natural de Patos de Minas no sulco	120
Fosfato natural de Patos de Minas no sulco	240
Fosfato natural de Patos de Minas no sulco	480
Superfosfato triplo no sulco	60
Superfosfato triplo no sulco	120
Superfosfato triplo no sulco	240
Superfosfato triplo no sulco	480
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço + superfosfato triplo no sulco	40 + 20
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço + superfosfato triplo no sulco	80 + 40
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço + superfosfato triplo no sulco	160 + 80
Fosfato natural de Patos de Minas a lanço + superfosfato triplo no sulco	320 + 160

p
27,0
52,40
104,00
210,00
200,00

Cada parcela foi constituída por 4 linhas de feijão com 5 metros de comprimento cada, e espaçadas de 0,50 m, sendo que a área útil de cada parcela foi de 4 m², formada pelas duas fileiras centrais, após a eliminação de 0,50 m em cada extremidade.

3.3. Estudo da produção

A colheita foi feita no dia 17 de fevereiro de 1977. Para a obtenção dos dados de produção, foi determinada no laboratório de Análise de Semente, do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, a umidade dos grãos em aparelho elétrico, marca DOLE 400, em duas repetições, adotando-se a média dos valores observados, se os mesmos não diferissem em mais de 0,5%; quando este limite era ultrapassado, procedia-se nova determinação, até que os valores se encontrassem dentro da tolerância.

Imediatamente após a obtenção da umidade, as sementes de cada parcela foram pesadas.

Utilizando-se a fórmula citada por TAVARES (59) determinou-se o peso corrigido das sementes de cada parcela para a umidade de correção de 13,5% umidade esta obtida tirando-se a média das umidades observadas:

$$P = \frac{P_c (1 - U_o)}{(1 - U_1)}$$

P = peso corrigido

P_c = peso de campo determinado

U_o = umidade determinada

U₁ = umidade de correção

0,60, 1,20, 2,40, 4,80
kg P₂O₅/ha

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de grãos

De acordo com o quadro 4 da análise de variância, verifica-se a ocorrência de diferenças altamente significativas ($P < 0,01$), entre fontes e formas, níveis e testemunhas versus fatorial.

4.1.1. Efeitos de níveis de P_2O_5 , nas diferentes fontes e formas sobre as variedades 'Riçobaio 1014' e 'Carioca 1030'.

Verificou-se que, para os diferentes níveis de fósforo, a regressão mostrou significância ao nível de 1% de probabilidade em relação ao componente linear, como pode ser visto no quadro 5 e figura 2. BRAGA et alii (14) em vinte ensaios instalados durante três anos consecutivos, em dez municípios da Zona da Mata de Minas Gerais, em solos Podzólicos Vermelho Amarelo, obtiveram resultados semelhantes ao verificar o efeito dos níveis de fósforo na produção de grãos, com resposta linear dos níveis de fósforo na maioria dos locais e anos.

A resposta linear dos níveis de fósforo, talvez possa ser atribuída às reações de fixação de fósforo. De acordo com FASBEN-

QUADRO 4 - Quadrados médios obtidos na análise de variância para a produção de grãos de feijão. Três Pontas, MG. 1976/77.

F.V.	G.L.	Q.M.
Blocos	2 2	701.208,3763**
Fontes e Formas (F)	3 2	1.701.248,2290**
Níveis (N)	3 3	439.108,2990**
Variedades (V)	1 1	46.966,95375
F x N	9 6	93.669,4996
F x V	3 2	61.107,7291
N x V	3 3	86.193,0805 NS
F x N x V	9 6	66.762,3861
Test ₁ vs Test ₂	1	8.719,5688
Test ₂ vs Fatorial	1	1.063.634,9460**
Resíduo	66	54.956,0230
TOTAL	101	-
C V (%)	-	19,71

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

QUADRO 5 - Quadrados médios da análise de regressão para níveis de fósforo e produção de feijão. Três Pontas, MG, 1976/77.

C.V.	G.L.	Q.M.
Regressão	(3)	1.317.324,00
Regressão linear	1	1.238.496,00**
Regressão quadrática	1	76.224,00
Regressão cúbica	1	2.604,00
Resíduo	66	54.956,02

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

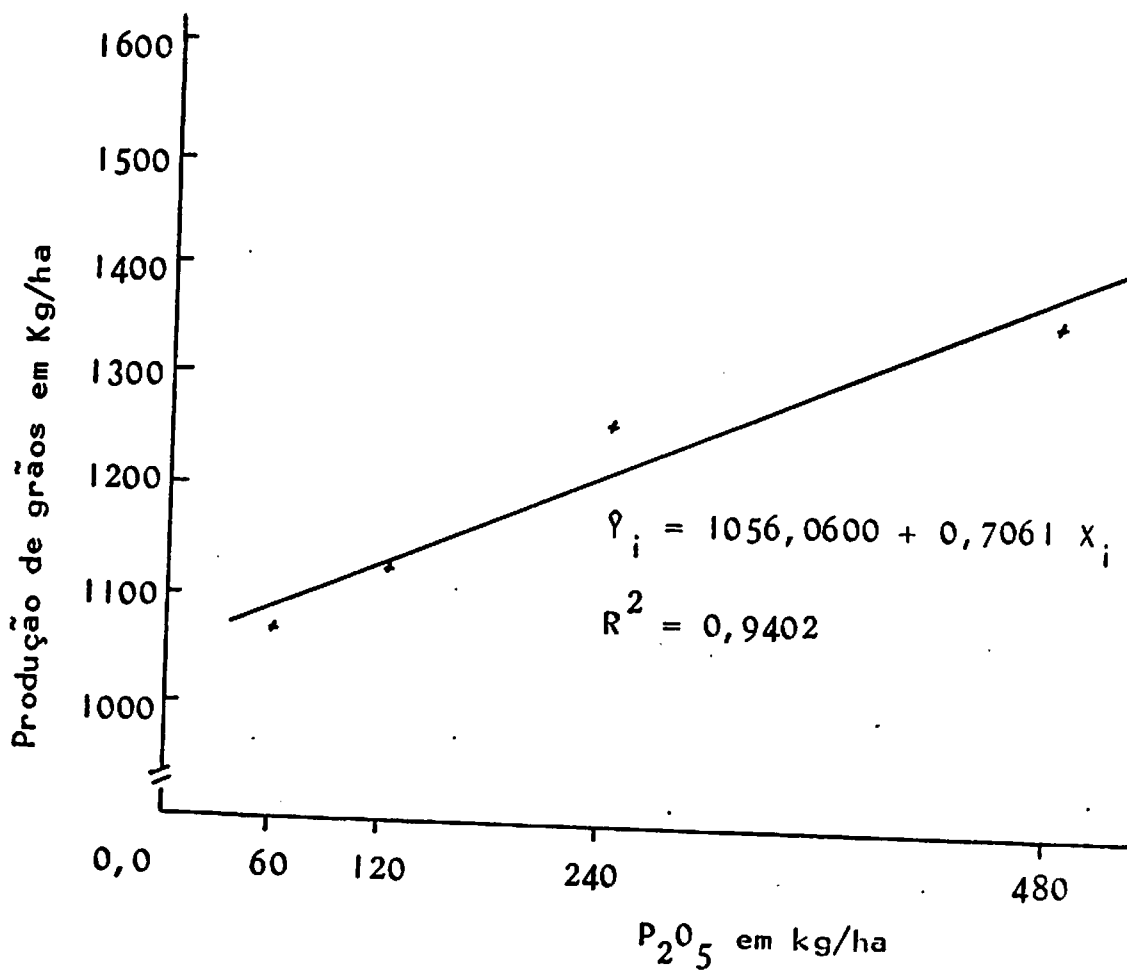


FIGURA 2 - Efeito de níveis de fósforo na produção de grãos de feijão. Três Pontas, MG. 1976/77.

DER (24) o fósforo é relativamente estável nos solos, não apresentando compostos inorgânicos como os nitrogenados, que podem ser volatilizáveis e lixiviados. Apesar da contínua mineralização dos compostos orgânicos do solo, há muitas vezes deficiência de fósforo para as plantas, devida a alta estabilidade do fósforo no solo, resultante de uma baixa solubilidade. Essa deficiência pode ser evitada em parte, através da fertilização fosfatada, porém os fosfatos aplicados ao solo serão objetos de reações de fixação que segundo VOLKWEIS & RAIJ (68), é qualquer transformação de fosfatos solúveis em formas menos solúveis nos solos. Os principais mecanismos de fixação de fósforo nos solos segundo KAMPRATH (32) são: a) adsorção sobre as superfícies de óxidos hidratados de ferro e alumínio; que possuindo grupos $-OH_2^+$ e $-OH$ sobre sua superfície, apresentam grande afinidade pelos fosfatos. A quantidade desses grupos é dependente do pH do solo, quanto maior, menor será o número de grupos OH_2^+ ; e b) reação de precipitação; os íons fosfatos têm uma grande afinidade pelos íons Al e Fe existentes na solução do solo.

Segundo KAMPRATH (32) muitos dos solos existentes na América classificados como Oxissolos, Ultissolos e Andossolos fixam grande quantidade de fósforo adicionado, o que evidencia melhor a ideia da fixação aqui ocorrida, já que o solo do presente estudo é classificado como oxisol.*

A aplicação de 2,5 t de calcário calcítico por hectare mudando o pH de 4,0 para 4,3 provavelmente tenha influenciado pouco na liberação de fosfatos para a solução do solo, uma vez que aquele valor de pH é inferior aos valores estabelecidos de 5,5 - 6,0 por KAMPRATH (32), MALAVOLTA et alii (35), para que haja inativa

* Descrito e classificado pelo professor Nilton Curi, do Departamento de Ciências do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

ção de grande parte do alumínio e ferro, e conseqüentemente, liberação de fosfatos disponíveis às plantas. AWAW (9) durante 2 anos em Honduras, estudou o efeito da calagem na disponibilidade do P do solo nas culturas de milho, sorgo, feijão e ervilha de vaca. Um aumento significativo nos rendimentos foi obtido quando o solo ácido (pH 5,5) recebeu calcário e passou para pH 6,5, entretanto os maiores rendimentos foram observados nos tratamentos que receberam calcário e fósforo.

4.1.2. Efeito de fontes e formas nos diferentes níveis de P_2O_5 sobre as variedades 'Ricobaio 1014' e 'Carioca 1030'.

A comparação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, entre as médias das diferentes fontes e formas, (quadro 6) indicaram que as melhores fontes e as melhores formas de aplicação de fósforo foram as fontes e as formas C (superfosfato triplo no sulco) e D (superfosfato triplo no sulco mais fosfato natural de Patos de Minas a lanço). As médias de produção das fontes e formas A (fosfato natural de Patos de Minas a lanço) e B (fosfato natural de Patos de Minas no sulco) não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Atribuindo-se índice 100% para o superfosfato triplo, (quadro 6,) verifica-se que a aplicação de fosfato de Patos de Minas a lanço proporcionou produção de 63,36%; a aplicação de fosfato de Patos de Minas no sulco de 67,81% e a aplicação de fosfato de Patos de Minas a lanço mais superfosfato triplo no sulco de 90,27%.

Tais resultados concordam em parte, com os obtidos na cultura do trigo no Centro de Pesquisa Agropecuária de Cerrado - CPAC (21), ao se utilizar o fosfato natural de Patos de Minas, o

QUADRO 6 - Efeito médio de fontes e formas sobre a produção de feijão em kg/ha, sobre as variedades 'Ricobaio 1014' e 'Carrioca 1030'. Três Pontas, MG. 1976/77.

Fontes de P e Métodos de aplicação*	Produção** kg/ha	Índice %
A (FNL)	957,92 b	63,36
B (FNS)	1.025,20 .b	67,81
C (STS)	1.511,84 a	100,00
D (STS + FNL)	1.364,76 a	90,27
Testemunha	780,92	

* 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 mais fosfato natural de Patos de Minas a lanço.

** Em cada coluna as médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativa entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

instalacao 11/11/20

ral de Patos de Minas, não teve tempo para reagir, uma vez que foi aplicado ao solo pouco antes do plantio. Isto porque as fontes naturais são pouco solúveis, quando usadas em estado natural, tornando-as menos eficientes do que as solúveis, em virtude da taxa de liberação de fósforo, não ser suficientemente intensa, proporcionando uma menor disponibilidade de fósforo solúvel, o que concorda com Terman (60), pois segundo o autor, uma recomendação geral para o uso da rocha fosfatada, deveria ser a aplicação a lanço da rocha finamente moída e aplicado em solos ácidos.

Contudo, um fato ainda a relatar é que o ensaio foi feito somente em um ciclo cultural, tornando-se difícil discutir sobre a eficiência dos fosfatos naturais no presente ensaio, pois de acordo com COOKE (17), a baixa eficiência da rocha fosfatada é devida ao uso de baixas quantidades aplicadas e, também, porque os experimentos são realizados numa só estação, com ocorrência de baixa quantidade de fósforo liberado da rocha, já que sua solubilização é diretamente proporcional ao tempo de permanência no solo.

Pesquisas no Centro de Pesquisa Agropecuária de Cerrado - CPAC (21) mostraram que em Brachiaria decumbens, a partir do 4º corte, o fosfato de Araxá, proporcionou produções mais próximas às das fontes mais solúveis de fósforo, o que concorda com a proposição de COOKE (17) e FASBENDER (23): "o modo de aplicação de fósforo está ligado ao potencial de calagem, assim como a razão de solubilização da rocha fosfatada em função do tempo".

Verifica-se ainda no presente ensaio que de acordo com o quadro 6, o menor aumento médio de produção (22,66%) em relação à testemunha, foi obtida com aplicação de fosfato de Patos de Minas a lanço. Resultado semelhante foi alcançado por NELSON et alii (50) ao estudar os efeitos dos métodos de aplicação de superfosfato a lanço e no sulco com algodão.

Por outro lado a maior produção obtida com a aplicação do fosfato de Patos de Minas no sulco, (31,28%), concorda com os resultados obtidos em experimentos instalados nos anos agrícolas 73/74 e 75/76 no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC (21), para estudar a resposta de quatro variedades de feijão à aplicação de N e P, onde notou-se que a adubação fosfatada no sulco, parece ser a mais indicada para a cultura do feijão, baseando-se em dados experimentais de um ano.

Tudo indica que, com aplicações em linha, há uma zona limitada de ação do fósforo e a atividade de crescimento das raízes irá ficar limitada a essa zona. O feijão sendo uma planta de raízes axiais, seu sistema radicular explora um menor volume de solo arável e conseqüentemente, a aplicação de fósforo em linha, é extremamente importante para maximizar a utilização do mesmo. Além disso, o feijão é cultura de ciclo curto e apresenta uma maior exigência para o fósforo, "disponível" no solo para obter altos rendimentos.

No que diz respeito às exigências minerais do feijoeiro, GALLO & MIYASAKA (27) e COBRA NETO et alii (15) estudaram as curvas de produção de matéria seca e de absorção dos macronutrientes em função da idade da planta, sob condições de campo, constatando que o máximo de absorção dos macronutrientes se dá em torno dos 50 dias após a semeadura, a exceção do fósforo que é mais ou menos constante durante o ciclo da cultura.

Ao passo que YOST et alii (69) ao estudar a produção de grãos de seis colheitas de milho em função de níveis, métodos de aplicação e efeito residual de superfosfato simples, aplicado a um oxissolo com alta capacidade de fixação de fósforo, verificaram que as produções obtidas com 160 e 320 kg de P_2O_5 /ha a longo no primeiro ano, foram superiores àquelas conseguidas com os mesmos níveis aplicados em sulco, evidenciando a necessidade de uma "recu

peração" do solo e não apenas a manutenção da cultura.

Isto pode ser explicado pelo fato do milho ter o seu sistema radicular fasciculado, proporcionando uma maior área de exploração dos nutrientes espalhados na camada superior do solo. Sabe-se ainda que o milho apresenta menor exigência de fósforo do que o feijão, visto que ele apresenta um maior comprimento do ciclo de crescimento do que o feijão.

4.1.3. Efeito de variedades

Pelo fato da interação níveis de adubação x variedades da análise de variância da produção de grãos, (quadro 4) não ter sido significativa, conclui-se que a variedade 'Ricobaio 1014' e 'Carica 1030' se comportaram igualmente em presença dos quatro níveis de fósforo. Estes resultados concordam com os resultados obtidos em 5 ensaios de competição, (3 ensaios da "seca" e 2 das "águas") entre variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) conduzidos por ANDRADE (8), nos municípios de Viçosa e Paula Cândido, Minas Gerais. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTA CECILIA (54), ao estudar a resposta de treze variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) à adubação fosfatada. O ensaio da "seca" e das "águas" era constituído de três níveis de superfosfato simples (0-75-150kg de P_2O_5 /ha). Não houve resposta diferencial das variedades utilizadas à adubação.

Já JUNQUEIRA NETTO (31), em Minas Gerais, estudando a resposta diferencial de variedades de feijão à adubação nitrogenada e fosfatada encontrou que em condições de casa-de-vegetação a interação P x variedades, sempre foi significativa para peso médio das sementes e índice de colheita, e, uma delas, também para número de sementes por vagem; e para condições de campo a interação P x va-

riedades não influenciou, significativamente, o número de sementes por vagem, mas influenciou a produção de grãos e índice de colheita em três ensaios, ao passo que em relação as outras características houve variação.

Em virtude da interação variedades x fontes e formas de aplicação da análise de variância da produção de grãos, quadro 4, não apresentar diferenças significativas, verifica-se que para as fontes e formas, as variedades se comportaram igualmente.

4.1.4. Efeito do fósforo na produção de grãos

A aplicação de fósforo alterou a produção de 51,03% (418,00 kg/ha) e 60,65% (450,00 kg/ha), quadro 7, aumentando-a de 819,00 kg/ha e 742,00 kg/ha para 1237,00 kg/ha e 1192,00 kg/ha, respectivamente às variedades 'Ricobaio 1014' e 'Carioca 1030'. Isto vem confirmar os resultados obtidos por vários pesquisadores como BRAGA et alii (14), FONTES et alii (25), SANTA CECÍLIA et alii (54), SILVA & GOUVEA (56), VIEIRA & GOMES (66), BOLSANELLO (11), em Minas Gerais, que conseguiram aumentos de produção de feijão, com a aplicação de fósforo. Efeitos semelhantes de resposta positiva ao fósforo foram encontrados em São Paulo por MALAVOLTA (34), MASCARENHAS (36, 37, 38) e por MIYASAKA et alii (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49).

As doses de 60, 120, 240 e 480 kg de P_2O_5 /ha, na forma de fosfato de Patos de Minas a lanço proporcionaram aumentos na produção de grãos em relação à testemunha de, respectivamente, 26,95%, 38,95%, 17,52%, 25,88% para a variedade 'Carioca 1030' e as doses 240 e 480 kg de P_2O_5 /ha, proporcionaram aumentos de 64,83% e 21,73% para a variedade 'Ricobaio 1014'. Entretanto quando as doses de 60, 120, 240 e 480 kg de P_2O_5 /ha, foram aplicadas no sulco, verificou-se um maior aumento na produção em relação à testemunha,

QUADRO 7 - Resultados médios de produção, em kg/ha, do efeito de fontes, formas e doses de P_2O_5 , sobre duas variedades de feijão. Três Pontas, MG. 1976/1977.

Doses de P_2O_5 (kg/ha)	VARIEDADES		FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO								MÉDIAS	
			FNL		FNS		STS		STS + FNL			
	Ricobaio 1014	Carioca 1030	Ricobaio 1014	Carioca 1030	Ricobaio 1014	Carioca 1030	Ricobaio 1014	Carioca 1030	Ricobaio 1014	Carioca 1030	Ricobaio 1014	Carioca 1030
60	-	-	818,00	942,00	717,00	1114,00	1268,00	1316,00	1265,00	1146,00	1017,00	1129,00
120	-	-	719,00	1031,00	1072,00	993,00	1619,00	1446,00	1248,00	980,00	1164,00	1112,00
240	-	-	1350,00	872,00	1081,00	1002,00	1413,00	1500,00	1607,00	1358,00	1363,00	1183,00
480	-	-	997,00	934,00	1094,00	1128,00	1832,00	1701,00	1692,00	1621,00	1404,00	1346,00
Testemu- nha	819,00	742,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIAS	-	-	971,00	944,00	991,00	1059,00	1533,00	1490,00	1453,00	1276,00	1217,00	1192,00

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

480 kg P_2O_5 / ha \approx 2 ton ss / ha

pois os resultados obtidos foram respectivamente 50,13%, 33,82%, 35,04% e 52,02%, para as variedades 'Carioca 1030' e as doses 120, 240, 480 kg P_2O_5 /ha proporcionaram aumentos de 30,89%, 31,99% e 33,58% para a variedade 'Ricobaio 1014', quadro 7.

No presente ensaio, foi efetuada uma calagem de 2,5 t de calcário calcítico por hectare, com o intuito de elevar o pH a um nível próximo da neutralidade. Conforme mostra o quadro 2A, o pH 4,3 possivelmente contribuiu, para a baixa eficiência do fosfato natural, pois segundo BARNES & KAMPRATH, citados por KAMPRATH (32) o solo necessita ter acidez suficiente para acidular a rocha. Já estudos realizados pelos citados pesquisadores mostram que a um pH 4,7 a rocha fosfatada da Carolina do Norte foi tão eficiente quanto ao superfosfato, contudo a um pH 6,0 a rocha foi ineficiente no suprimento de fósforo.

Experimentos realizados por ALVAREZ & SEGALLA (2), em cana de açúcar mostram que em solos de acidez elevada, o fosfato de Morro do Serrote não diferenciou, estatisticamente, do superfosfato e outras fontes, mas o mesmo não aconteceu em solos de pH mais elevado.

As doses de 60, 120, 240 e 480 kg de P_2O_5 /ha, na forma de superfosfato triplo no sulco, proporcionaram aumentos na produção de grãos em relação à testemunha de, respectivamente, 77,35%, 94,88%, 102,15%, 129,24%, para a variedade 'Carioca 1030' e de 54,82%, 97,68%, 72,52% e 123,69%, para a variedade 'Ricobaio 1014'.

Nas mesmas doses aplicadas na forma de superfosfato triplo no sulco mais fosfato de Patos de Minas a lanço, os aumentos na produção de grãos em relação à testemunha foram de, respectivamente, 54,48%, 32,07%, 83,02% e 118,46% para a variedade 'Carioca 1030' e de 54,46%, 53,38%, 96,21% e 106,59% para a variedade 'Ricobaio 1014', quadro 7.

A produtividade máxima alcançada neste ensaio (1832,00kg/ha), quadro 7, é bastante elevada, cerca de três vezes superior à média brasileira, que tem oscilado em torno de 600 - 700 kg/ha segundo dados da FAO (22). Contudo nos últimos anos caiu para menos de 500 kg/ha. Em Minas Gerais o rendimento tem se mantido, um pouco abaixo da média nacional (67). Estes resultados podem mostrar o efeito da adubação fosfatada para os oxisois, juntamente com o uso de variedades mais produtivas, que possibilitam elevar o rendimento médio da cultura do feijão.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram chegar às seguintes conclusões, dentro das condições experimentais em que foi desenvolvida a pesquisa:

1. As aplicações de fósforo nas diversas formas, níveis e fontes, proporcionaram aumentos na produção de grãos em relação a testemunha de 51,03% para a variedade 'Ricobaio 1014' e 60,65% para a variedade 'Carioca 1030'.

2. O fósforo aplicado aumentou a produção linearmente, indicando que os níveis usados não foram suficientes, para se alcançar um máximo de produção.

3. O superfosfato triplo isolado e sua mistura com o fosfato natural de Patos de Minas foram estatisticamente superior ao fosfato natural de Patos de Minas, quando aplicado isoladamente.

4. As aplicações de fosfato natural de Patos de Minas a lanço e no sulco e a mistura de superfosfato triplo no sulco mais fosfato natural de Patos de Minas a lanço corresponderam em produção de grãos a 63,36%, 67,81% e 90,27% respectivamente, em relação ao superfosfato triplo aplicado no sulco, considerando-se a produção média dos quatro níveis de fósforo aplicado.

5. Não houve diferença significativa entre as duas formas de aplicação de fosfato de Patos de Minas a lanço e no sulco, sobre a produção de grãos.

6. A aplicação de superfosfato triplo no sulco não apresentou diferença significativa da mistura de superfosfato triplo no sulco mais fosfato natural de Patos de Minas a lanço, em relação à produção de grãos.

7. Não houve resposta diferencial das variedades estudadas sobre a produção de grãos, em relação a fontes, formas e níveis de fertilizantes estudados.

8. A aplicação de superfosfato triplo no sulco mais fosfato natural de Patos de Minas a lanço podem, possivelmente, constituir em um meio mais efetivo e econômico do que o uso de somente superfosfato triplo, uma vez que os fosfatos naturais são bem mais baratos que os superfosfatos industrializados.

6. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade do uso de fosfato natural de Patos de Minas no suprimento de fósforo à cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.) em comparação ao superfosfato triplo, na presença de quatro níveis de fósforo; avaliar a melhor forma de aplicação de fosfatos se a lanço ou no sulco; e verificar a resposta varietal a diferentes fontes e formas de adubação fosfatada. O ensaio de campo foi realizado em área da Fazenda Experimental da EPAMIG, em Três Pontas, em solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico. O ensaio foi instalado no período das "águas", no ano agrícola de 1976/77.

Utilizou-se um fatorial $4 \times 4 \times 2 + 2$, em blocos casualizados, com 34 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos constavam, respectivamente, de fontes e formas de aplicação de fósforo; a) fosfato natural de Patos de Minas a lanço; b) fosfato natural de Patos de Minas no sulco; c) superfosfato triplo no sulco; e d) fosfato natural de Patos de Minas a lanço ($2/3$ de P_2O_5 /ha) mais superfosfato triplo no sulco ($1/3$ de P_2O_5 /ha); quatro níveis de fósforo: 60, 120, 240 e 480 kg P_2O_5 /ha, nas formas de fosfato de Patos de Minas (5,3% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico) e superfosfato triplo (45% de P_2O_5 solúvel em água); duas variedades de feijão: 'Ricobaio 1014' e 'Carioca 1030', acrescido de duas testemunhas.

Os dados de produção obtidos foram submetidos às análises estatísticas, onde procurou-se estabelecer as possíveis relações de fontes e formas de aplicação, de níveis de fósforo e de variedades, com a resposta da planta em produção.

As plantas de feijão não responderam convenientemente à adubação de fósforo na forma de fosfato de Patos de Minas aplicada a lanço e no sulco, comparadas à aplicação de superfosfato triplo no sulco, indicando baixa disponibilidade relativa do fósforo da rocha.

Verificou-se também que não houve diferença significativa entre as duas formas de aplicação de fosfato natural de Patos de Minas a lanço e no sulco, as quais diferiram da aplicação de superfosfato triplo isolado e em mistura com o fosfato natural de Patos de Minas a lanço, que por sua vez, não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

As aplicações de fosfato natural de Patos de Minas a lanço e no sulco e a mistura de superfosfato triplo no sulco mais fosfato natural de Patos de Minas a lanço, corresponderam em produção de grãos a 63,36%, 67,81% e 90,27% respectivamente, em relação ao superfosfato triplo aplicado no sulco.

Verificou-se que as aplicações de fósforo, nas diversas formas, níveis e fontes, tiveram efeitos lineares proporcionando aumentos na produção de grãos em relação a testemunha de 51,03% para a variedade 'Ricobaio 1014' e 60,65% para a variedade 'Carioca 1030'.

Verificou-se que não houve resposta diferencial das variedades estudadas sobre a produção de grãos em relação as formas e níveis de fertilizantes.

Acredita-se que a aplicação de superfosfato triplo no sul

co mais fosfato natural de Patos de Minas a lanço possam, possivellmente, constituir em um meio mais efetivo e econôhmico do que o uso de somente superfosfato triplo, uma vez que os fosfatos naturais são bem mais baratos que os superfosfatos industrializados.

7. SUMMARY

This research was carried out to study: the viability of the use of natural phosphate from "Patos de Minas", on the supplement in bean cultura (Phaseolus vulgaris L.) in comparison to the triple superphosphate, in the presence of four levels of phosphorus; the best method of application of phosphates, if by broadcasting or in the furrow; the varietal responses of different sources and also the different way of phosphated fertilization. The experiment was performed out in the field, at the Experimental Farm of EPAMIG, on soil classified as Dark Red Distrofic Latossol. The experiment was conducted during the rainy season, in the agricultural year of 1976/77.

A factorial of $4 \times 4 \times 2 + 2$ was utilized, in randomized complete blocks, with 34 treatments and 3 replications. The treatments studied were, respectively the sources and ways of phosphorus application on: a) the broadcasting of natural phosphate of "Patos de Minas"; b) the natural phosphate of "Patos de Minas" in the furrow; c) the triple superphosphate in the furrow; d) the natural phosphate of "Patos de Minas" being broadcasted ($2/3$ of P_2O_5 /ha) plus triple superphosphate in the furrow ($1/3$ of P_2O_5 /ha); four levels of phosphorus, 60, 120, 240 and 480 kg P_2O_5 /ha, in the form of phosphate from "Patos de Minas" (5.3% of P_2O_5 soluble in citric

acid); and triple superphosphate (45% of P_2O_5 soluble in water); two varieties of beans the 'Ricobaio 1014' and the 'Carioca 1030', added by two controls.

The production data were submitted to statistical analysis, to establish the possible relations of sources, forms of application, phosphorus levels, and varieties to plant response in yield.

The bean plants did not present good response to the phosphorus fertilization in the form of phosphate from "Patos de Minas" applied by broadcasting and in the furrows, as compared to the application of triple superphosphate in the furrow, indicating relatively low availability of rock phosphorus.

It was also found that there was no significant difference between the two forms of applications (by broadcasting and in the furrow) of natural phosphate from "Patos de Minas". However these forms showed difference from triple superphosphate used alone and in mixture with natural phosphate from "Patos de Minas" in broadcasting method. There was no difference between the methods of application of triple superphosphate.

The applications of phosphate from "Patos de Minas" by broadcasting and in the furrows, corresponded to a grain production of 63,36% and 67,91% respectively, in relation to the triple superphosphate in the furrow. The mixture of triple superphosphate applied in the furrow, plus, the phosphate of "Patos de Minas" applied by broadcasting, corresponded to the production of 90,27% of the triple superphosphate applied in the furrows.

It was verified that the applications of phosphorus, of various forms, levels and sources, had a linear effect and provided an increase of grain production of 51,03% and 60,65% in relation to the control, of the varieties of 'Ricobaio 1014' and 'Carioca 1030' respectively.

It was found that there was no differential responses of the varieties studied in the production of grains, in relation to the levels and forms of fertilizers.

It is believed that the application of triple superphosphate in the furrow, plus, the application of natural phosphate of "Patos de Minas" by broadcasting could possibly establish a more effective and economic way, than just the use of only triple superphosphate, since natural phosphates are cheaper than the industrialized superphosphates.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROPECUÁRIA. Retrospecto do 1º Semestre de 1977, feijão. Separata da revista Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro, 31 (8):20, ago. 1977.
2. ALVAREZ, R. & SEGALLA, A.L. Adubação da cana-de-açúcar. I. A adubação fosfatada em solo massapê - salmourão. Bragantia, Campinas, 16(5):65-72, out. 1957.
3. _____ & _____. Adubação da cana-de-açúcar. 4. Fertilizantes fosfatados. Bragantia, Campinas, 17(26):356-62, dez. 1958.
4. ALVAREZ, R. et alii. Adubação da cana-de-açúcar. 10 experiências com diversos fosfatos. Bragantia, Campinas, 24(1):1-8, jan. 1965.
5. _____ et alii. Adubação da cana-de-açúcar. 12. Experiências com misturas de fosfatos. Bragantia, Campinas, 24(16): 181-89, mar. 1965.
6. _____ et alii. Adubação da cana-de-açúcar. 11. Experiências com diversos fosfatos (1961 a 1963). Bragantia, Campinas, 24(9):97-107, fev. 1965.

7. AMARAL, F.A.L. et alii. Nota sobre efeitos do modo de localização de fertilizantes na cultura do feijão. Revista Ceres, Viçosa, 18(100):502-7, nov./dez. 1971.
8. ANDRADE, M.J.B. de. Competição entre variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) em diferentes níveis de adubação. Viçosa, U.F.V., 1976. (Tese de MS).
9. AWAN, A.B. Effect of lime on availability of phosphorus in lamorano soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 28:672-3, 1974.
10. BENNEMA, J. & CAMARGO, M.V. Esboço parcial da segunda aproximação de solos brasileiros; subsídio da 4ª reunião técnica de levantamento de solos. Rio de Janeiro, Departamento de Pedologia e Fertilidade do solo, 1964. 17 p.
11. BOLSANELLO, J. Ensaio de adubação NP e competições entre variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.), na zona Metalúrgica de Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1975. 42 p. (Tese de MS).
12. BRAGA, J.M. Resultados experimentais com o uso de fosfato de Araxá e outras fontes de fósforo. Viçosa, U.F.V., 1970. 61 p. (Boletim - Série Técnica, 21).
13. _____ et alii. Resultados experimentais com o uso de fosfato de Araxá e outras fontes de fósforo, Revisão de literatura. Viçosa, U.F.V., 1970. 61 p. (Boletim Série Técnica, 21).

23. FASBENDER, H.W. Descripción física química del sistema fertilizante fosfatado solo - planta. Turrialba, Costa Rica, 16 (3):237-246.
24. _____. Fósforo. In: _____. Química de suelos. Turrialba, IICA, 1975. Cap. 10, p. 268-307.
25. FONTES, L.A.N.; GOMES, F.R. & VIEIRA, C. Resposta do feijoeiro à aplicação de N, P, K e calcário na Zona da Mata, Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, 12(71):265-85, set./dez. ' 1965.
26. FREIRE, E.S.; ALVAREZ, R. & WUTKE, A.C.P. Adubação de cana-de-açúcar. 13. Estudo conjunto de experiências com diversos fosfatos realizados entre 1950 e 1963. Bragantia, Campinas, 27(34):421-36, out. 1968.
27. GALLO, J.R. & MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos, do florescimento à maturação. Bragantia, Campinas, 20(40):867-84, set. 1961.
28. GOMES, A.G.; CATANI, R.A. & FREIRE, E.S. Adubação do milho. I. Ensaios com diversos fosfatos; 5ª série. Bragantia, Campinas, 20(3):35-41, fev. 1961.
29. GOUVEA, F.C.; ANDRADE, M.E. & COIMBRA, R.O. Feijão; adubação N, P, K. Boletim de Agricultura, Belo Horizonte, 3(11-12): 67-8, nov./dez. 1954.
30. GOVIL, B.P. & PRASAD, R. Growth characters and yield of sorghum (Sorghum vulgares Pers) as affected by contents of water-soluble P in triple superphosphate/dicalcium phosphate and triple superphosphate/rock phosphate mixtures. The Journal of Agricultural Science, Camberra, 79:485-92, 1972.

31. JUNQUEIRA NETTO, A. Resposta diferencial de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e fosfatada. Viçosa, U.F.V., 1977. 99 p. (Tese de Doutorado).
32. KAMPRATH, E.J. Phosphorus fixation and availability in highly weathered soils. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 4º, Brasília, 1976. Belo Horizonte, Itatiaia, 1977, p. 333-47.
33. MALAVOLTA, E. Elementos de química agrícola; adubos e adubações. São Paulo, s.e., 1954. 311 p.
34. _____. Nutrição mineral e adubação do feijoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1º, Campinas, 1971. Anais ... Viçosa, U.F.V., 1972, v.1. p. 221-42.
35. _____. et alii. Estudos sobre fertilidade dos solos do cerrado. I. Efeito da calagem na disponibilidade de fósforo. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 22:131-8, 1965.
36. MASCARENHAS, H.A.A. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 12. Efeitos da calagem, do nitrogênio e do fósforo em solo Latossolo Vermelho Amarelo do Vale do Ribeira. Bragantia, Campinas, 28(7):71-83, mar. 1969.
37. _____. et alii. Resposta do feijoeiro à adubação com N, P, K, em solo orgânico de Ribeirão Preto. Bragantia, Campinas, 26(2):5-7, fev. 1967.
38. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. II. Efeito do N, P, K e da calagem em Campos Cerrados do Planalto Paulista. Bragantia, Campinas, 26(22):303-16, jun. 1967.

39. MENARD, L.N. & CROCOMO, O.J. Ciclo do fósforo. Piracicaba , Centro Acadêmico Luiz de Queiróz, 1959. 16 p.
40. MIRANDA, L.F. & VIEGAS, G.P. Adubação do milho. 27. Ensaio com diversos fosfatos; 1ª série. Bragantia, Campinas, 29 (28):301-8, set. 1970.
41. MIYASAKA, S. et alii. Adubação verde, calagem e adubação mineral do feijoeiro em solo com vegetação de cerrado. Bragantia, Campinas, 24(26):321-38, maio, 1965.
42. _____. et alii. Adubação do feijoeiro em solos derivados do arenito de Bauru. Bragantia, Campinas, 24(20):231 - 46. abr. 1965.
43. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 10. Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes entre terra roxa misturada previamente tratada ou não com calcário dolomítico e adubação verde com labelabe. Bragantia , Campinas, 26(12):161-80, abr. 1967.
44. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 10. Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes em terra roxa legítima e terra roxa misturada. Bragantia, Campinas, 26(21):287-302, jun. 1967.
45. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 2. Efeitos de N, P, K, da calagem e uma mistura de enxofre e micronutrientes, em terra roxa misturada. Bragantia, Campinas, 25(13):145-59, jul. 1966.

46. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 3. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em solo massapê-salmourão. Bragantia, Campinas, 25(15):179-88, ago. 1966.
47. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 4. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes em Tietê e Tatuí. Bragantia, Campinas, 25(27):297-306, nov. 1966.
48. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 5. Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, em valor do Vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 25(28):306-16, nov. 1966.
49. _____. et alii. Adubação mineral do feijoeiro. 7. Efeitos de N, P, K, S da calagem e de uma mistura de micronutrientes no Sul do Planalto Paulista. Bragantia, Campinas, 25(35):385-92, dez. 1966.
50. NELSON, N.W.A. et alii. Utilization of phosphorus as affected by placement. 2. Cotton and Corn in North Carolina. Soil Science, 68:137-44, 1948.
51. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendação do uso de corretivos e fertilizantes para o Estado de Minas Gerais. 3ª aproximação, Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 79 p.
52. RUSSEL, E.J. & RUSSEL, E.W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 3 ed., Madrid, Aguillar, 1964, 771 p.

53. SALTER, R.M. Methods of applying fertilizers; Soils and men. In: The Yearbook of Agriculture, Washington, 1938. p. 546-62.
54. SANTA CECÍLIA, F. C. Resposta de treze variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) à adubação nitrogenada e fosfatada. Viçosa, U.F.V., 1972. 38 p. (Tese de MS).
55. _____. et alii. Efeitos da adubação N, P, K na cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.) na Zona Sul de Minas Gerais. AGROS, Lavras, 4(2):3-10, 1974.
56. SILVA, T. & GOUVEA, F.C. Ensaio de adubação N, P, K para o feijão. Boletim de Agricultura, Belo Horizonte, 4(11-12) : 139, nov./dez. 1955.
57. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão permanente de métodos de trabalhos de campo; métodos de trabalho de campo, 2ª aproximação. Rio de Janeiro, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1967. 23 p.
58. SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy, Washington, Soil Conservation Service, 1975. 74 p.
59. TAVAREZ, F.C.A. Componentes da produção relacionados a Heterose e híbridos intervarietais de milho (Zea mays L.). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" , 1972, 106 p. (Tese de MS).
60. TERMAN, G.L. Importance of water solubility of phosphorus fertilizers. Alabama, Tennessee Valley Authority, 1964. 12 p.

61. THURLOW, O.L. & SMITH, F.W. Rock phosphate and duperphosphate as sources of phosphorus and calcium for alfafa. Agronomy Journal, Madison, 52(6):313-17, June 1960.
62. VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, EPE, MA, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).
63. VIEGAS, G.P. Adubação do milho. 17. Ensaio com diversos fosfatos; 3ª série. Bragantia, Campinas, 20(1):1-13, jan. 1961.
64. VIEGAS, C.P. & MIRANDA, L.T. Adubação do milho. 26. Ensaio com diversos fosfatos; 9ª série. Bragantia, Campinas, 29(18):191-8, jun. 1970.
65. VIEIRA, C. Adubação do feijoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1º, Campinas, 1971. Anais ... Viçosa, U.F.V., 1972, v. 1, p. 143.
66. _____. & GOMES, F.R. Ensaio de adubação química do feijoeiro. Revista Ceres, Viçosa, 11(65):253-64, jul./dez. 1961.
67. _____. Feijão; aspecto e problemas técnicos. In: Reunião Geral do Projeto Feijão, 1º, Lavras, 1976. Memória ... Lavras, 1976. p. 29-37.
68. VOLKWEISS, S.J. & RAIJ, B. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: FERRI, MG. Simpósio sobre o Cerrado; bases para utilização agropecuária, 4ª, São Paulo, EDUSP, 1977. p. 317-32.

69. YOST, R.S. et alii. Residual effects of phosphorus application. In: Annual report agronomic-economic research on tropical soils - 1975. Raleigh, North Carolina State University, Soil Science Department, 1976. p. 26-32.

A P Ê N D I C E

APÊNDICE A - DESCRIÇÃO, SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO PERFIL REPRESENTATIVO DO LOCAL DO EXPERIMENTO.

Classificação: Latossolo Vermelho Escuro Distrófico Textura argilosa, relevo ondulado ou Oxisol.

Localização: Fazenda Experimental da EPAMIG, Três Pontas, MG.

Situação e declive: Trincheira situada no terço médio inferior de uma elevação, com declive de 12%.

Altitude: 890 metros

Relevo: Ondulado

Erosão: Laminar Ligeira

Drenagem: Bem drenado

Vegetação: Cerrado

Uso atual: Local - Roça em pousio

Regional - Café, Culturas anuais e pastagens.

Ap. 0-17 cm: Bruno avermelhado (5YR4/3, úmido); vermelho amarela-

do (5YR 4/6, úmido amassado); bruno avermelhado (5YR 4/4, seco); argila; moderada pequena e muito pequena, blocos subangulares que se desfazem em grândulos; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

A₁₂ 17-41 cm: Bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4, úmido); bruno avermelhado (2,5YR 4/4, seco); argila; moderada pequena e média blocos subangulares; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e gradual e plana.

A₃ 41-66 cm: Vermelho (2,5YR 4/6, úmido); vermelho (2,5YR 5/6, seco); argila; moderada pequena e média blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

B₁ 66-102 cm: Vermelho (2,5YR 4/6, úmido); vermelho (2,5YR 5/8, seco); argila; aspecto de maciça porosa "in situ" que se desfazem forte muito pequena granular, macio, muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual e plana.

B₂ 102-200cm: Vermelho (2,5YR 4/6, úmido); vermelho (2,5YR 5/8, seco); argila; aspecto de maciça porosa "in situ", que se desfaz em forte muito pequena granular, macio, muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Raízes: Comuns no Ap A₁₂; poucas no A₃ e B₁; poucas e raras no B₂.

OBSERVAÇÕES: Presença de concreções de quartzo em todo o perfil.

APÊNDICE B - QUADRO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS.

QUADRO IB - Características químicas do complexo sortivo determinadas em amostra dos diversos horizontes do perfil representativo do Latossolo Vermelho Escuro Distrófico.

Horizonte	Prof. (cm)	pH		mE/100 cm ³							V (%)	M.O (%)
		H ₂ O	KCl	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	K ⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	S	T		
A _p	0- 17	4,9	4,4	1,7	T*	0,12	8,08	0,4	1,82	10,30	17,67	2,67
A ₁₂	17- 41	5,0	4,3	2,2	T	0,28	8,51	0,6	2,48	11,59	21,40	2,03
A ₃	41- 66	4,9	4,5	0,5	T	0,02	6,02	0,3	0,52	6,84	7,60	1,51
B ₁	66-102	4,9	5,1	0,5	T	0,01	4,20	0,1	0,51	4,81	10,60	1,13
B ₂	102-200+	5,1	5,5	0,3	T	0,02	3,36	0,1	0,32	3,78	8,46	1,13

* Traços

S - soma de bases

T - capacidade de troca de cátions

V - índice de saturação de bases

QUADRO 2B - Resultados do ataque sulfúrico de amostras (d = 1,47) dos diversos horizontes do perfil representativo do Latossolo Vermelho Escuro Distrófico*.

Horizontes	% T. F. S. E.					Ki	Kr
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅		
A _p	15,60	21,77	9,36	0,27	0,05	1,22	0,95
A ₁₂	18,64	23,16	9,91	0,32	0,04	1,37	1,07
A ₃	21,48	24,17	10,08	0,31	0,04	1,51	1,19
B ₁	19,34	26,13	10,85	0,29	0,04	1,26	0,99
B ₂	16,04	25,79	10,11	0,29	0,03	1,06	0,84

* Segundo metodologia descrita por VETTORI (63).

QUADRO 3B - Distribuição dos separados das amostras do perfil representativo do Latossolo Vermelho Escuro Distrófico.

Horizonte	Resultados em percentagem de T.F.S.E.		
	Areia	Silte	Argila
A _p	38,00	15,00	47,00
A ₁₂	35,00	11,00	58,00
A ₃	37,00	7,00	56,00
B ₁	36,00	8,00	56,00
B ₂	38,00	8,00	54,00

* Determinados pelo método de Bouyoucos seguindo descrição de VETTORI (63).