EFICIÊNCIA AGRÍCOLA DE UM FOSFATO NATURAL PARCIALMENTE SOLUBILIZADO E DE UM FOSFATO DE FUSÃO PARA ARROZ, SOJA E CAPIM COLONIÃO

FREDY ORLANDO VEGAS COLMENAREZ

Orientador: Dr. EURÍPEDES MALAVOLTA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1987

dl:

Ao meu pai e irmãos,

OFEREÇO,

À minha esposa,

Eddy;

Aos meus filhos,

Jonathan e Josué,

DEDICO.

À memória de minha mãe,

MINHA HOMENAGEM ESPECIAL.

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Eurípedes Malavolta pela sua atenciosa orientação, apoio e amizade.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, pela acolhida.

Ao Centro de Informática na Agricultura - CIAGRI, do Campus da Universidade de São Paulo em Piracicaba, SP, pelas análises estatísticas.

À Universidade Centro Occidental "Lisandro Alvarado" - Basquisimeto - Venezuela, pela oportunidade concedida.

Às senhoritas Cleusa Pereira Cabral e Maria Lígia Malavolta, pela ajuda e amizade.

À COPEBRAS pelo suporte financeiro para a realização desta pesquisa.

Aos colegas que cursaram comigo as diferentes disciplinas do curso de Solos e Nutrição de Plantas, pela amizade.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o bom desenvolvimento da presente pesquisa.

Í N D I C E

Página

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Resultados experimentais de culturas anuais e pastagens à adubação com diferentes fontes de P_2O_5	4
2.2. Comportamento dos fosfatos naturais.....	7
2.3. Comportamento dos fosfatos parcialmente acidu- lados.....	10
2.4. Comportamento dos termofosfatos.....	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. Solo.....	15
3.2. Culturas empregadas.....	16
3.3. Vasos.....	16
3.4. Doses e Fontes.....	17
3.5. Soluções e Suspensões.....	19
3.6. Tratamentos.....	22
3.6.1. Calagem.....	22
3.6.2. Delineamento experimental.....	22
3.7. Instalação do ensaio com arroz e soja.....	23
3.8. Instalação do ensaio com capim Colonião.....	26
3.9. Condução.....	27

Página

3.9.1. Regas.....	27
3.9.2. Desbaste.....	27
3.9.3. Adubação em cobertura.....	27
3.9.4. Colheita.....	28
3.10. Análises químicas.....	29
3.10.1. Plantas.....	29
3.10.2. Solos.....	30
3.11. Análises estatísticas.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1. Ensaio com arroz de sequeiro e soja para deter <u>minar</u> o efeito direto do fosfato de Catalão <u>par</u> cialmente solubilizado (FCPS) e com tratamento de fusão (FCTF) sobre a produção de matéria <u>se</u> ca da parte aérea e produção de grãos e vagens respectivamente.....	32
4.1.1. Produção de matéria seca da parte aérea de arroz e produção de grãos com casca..	32
4.1.2. Produção de matéria seca da parte aérea da soja e produção de vagens.....	38
4.2. Teores e absorção de nutrientes corresponden <u>tes</u> aos dois ensaios realizados.....	40
4.2.1. Teores e absorção de nutrientes no <u>ar</u> roz parte aérea e grãos com casca.....	40

4.2.2. Teores e absorção de nutrientes na soja, parte aérea e nas vagens.....	49
4.3. Ensaio com capim Colonião após arroz e após soja para determinar o efeito residual do fosfato de Catalão parcialmente solubilizado (FCPS) e com tratamento de fusão (FCTF) sobre a produção de matéria seca da parte aérea (três cortes).....	55
4.3.1. Produção de matéria seca do capim Colonião após arroz (três cortes).....	55
4.3.2. Produção de matéria seca de capim Colonião após soja (três cortes).....	62
4.4. Teores e absorção de nutrientes do capim Colonião, nos ensaios após arroz e após soja.....	67
4.4.1. Teores e absorção de nutrientes do capim Colonião após arroz (três cortes)..	67
4.4.2. Teores e absorção de nutrientes do capim Colonião após soja (três cortes)...	78
4.5. Análise conjunta dos ensaios.....	88
4.5.1. Arroz e capim Colonião.....	88
4.5.1.1. Matéria seca total.....	88
4.5.1.2. Absorção de fósforo.....	93
4.5.2. Soja e Capim Colonião.....	98

Página

4.5.2.1. Matéria seca total.....	98
4.5.2.2. Absorção de fósforo.....	105
4.6. Efeitos sobre as características do solo.....	109
5. CONCLUSÕES.....	113
6. LITERATURA CITADA.....	116

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Análise de solubilidade e composição química do fosfato de Catalão	9
2	Análise química do solo utilizado nos ensaios, antes do primeiro cultivo ..	16
3	Doses de adubos em solução ou suspensão aplicados para o arroz (ml/ 2 kg terra)	20
4	Doses de adubos em solução ou suspensão aplicados para a soja (ml/ 2 kg terra)	21
5	Tratamentos empregados em cada cultura	24
6	Esquema de análise de variância aplicado nos ensaios com arroz, soja e <u>co</u> lonião	31

TABELA

Página

7	Produção de matéria seca (parte aérea e grãos) de arroz de sequeiro e soja (parte aérea e vagens), em função do efeito direto das diferentes fontes de P com e sem calagem	33
8	Efeitos dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na matéria seca da parte aérea do arroz (média de 2 repetições)	44
9	Efeitos dos tratamentos sobre as quantidades de macronutrientes absorvidos pela parte aérea do arroz (média de 2 repetições)	45
10	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos nos grãos de arroz mais casca (mg/vaso) (média de 2 repetições)	47
11	Efeito dos tratamentos sobre as quantidades de macronutrientes absorvidos nos grãos do arroz mais casca (mg/vaso) (média de 2 repetições)	48

TABELA

Página

12	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na matéria seca da parte aérea da soja (média de 2 repetições)	50
13	Efeito dos tratamentos nas quantidades de macronutrientes absorvidos pela <u>par</u> te aérea da soja (mg/vaso) (média de 2 repetições)	51
14	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos nas vagens de soja (média de 2 repetições)	53
15	Efeito dos tratamentos nas quantidades de macronutrientes absorvidos nas <u>va</u> gens de soja (mg/vaso) (média de 2 <u>re</u> petições)	54
16	Produção de matéria seca de capim <u>colo</u> nião em três cortes sucessivos após <u>ar</u> roz de sequeiro e após soja sobre o efeito residual das diferentes fontes de fósforo com e sem calagem	56

TABELA

Página

17	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após arroz no 1º corte (média de 3 repetições)	69
18	Efeito dos tratamentos sobre as <u>quantidades</u> de macronutrientes absorvidos <u>pe</u> lo capim Colonião após arroz no 1º <u>cor</u> te (mg/vaso) (média de 3 repetições)..	70
19	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após arroz no 2º corte (média de 3 repetições)	72
20	Efeito dos tratamentos sobre as <u>quantidades</u> de macronutrientes absorvidos <u>pe</u> lo capim Colonião após arroz no 2º <u>cor</u> te (mg/vaso) (média de 3 repetições)..	73
21	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na matéria seca de capim Colonião após arroz no 3º corte (média de 3 repetições)	76

TABELA

Página

22	Efeito dos tratamentos sobre as <u>quantidades</u> de macronutrientes absorvidos <u>pe</u> lo capim Colonião após arroz no 3º <u>cor</u> te (mg/vaso) (média de 3 repetições)..	77
23	Efeitos dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na <u>ma</u> téria seca do capim Colonião após soja no 1º corte (média de 3 repetições)...	80
24	Efeito dos tratamentos sobre as <u>quantidades</u> de macronutrientes absorvidos <u>pe</u> lo capim Colonião após soja no 1º <u>cor</u> te (mg/vaso) (média de 3 repetições)..	81
25	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após soja no 2º corte (média de 3 repetições)	83
26	Efeito dos tratamentos sobre as <u>quantidades</u> de macronutrientes absorvidos <u>pe</u> lo capim Colonião após soja no 2º <u>cor</u> te (mg/vaso) (média de 3 repetições)..	84

TABELA

Página

27	Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após soja no 3º corte (médias de 3 repetições)	86
28	Efeito dos tratamentos sobre as quantidades de macronutrientes absorvidos pelo capim Colonião após soja no 3º corte (mg/vaso) (médias de 3 repetições).	87
29	Produção relativa de matéria seca com relação à produzida com SPT para o efeito direto e residual do FCPS e FCTF sem calagem em arroz e capim Colonião (três cortes)	90
30	Produção relativa de matéria seca com relação à produzida com SPT para o efeito direto e residual do FCPS e FCTF com calagem em arroz e capim colonião (3 cortes).	91
31	Matéria seca do arroz e capim colonião (três cortes) dos tratamentos em ausência de calagem (g/vaso) e produção relativa em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	94

TABELA

Página

32	Matéria seca do arroz e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em presença de calagem (g/vaso) e produção <u>re</u> lativa em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	95
33	Quantidade de P absorvido pelo arroz e capim Colonião (três cortes), dos <u>trata</u> mentos em ausência de calagem (mg/vaso) e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	96
34	Quantidade de P absorvido pelo arroz e capim Colonião (três cortes) dos <u>trata</u> mentos em presença de calagem (mg/vaso) e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	97
35	Produção relativa de matéria seca em <u>re</u> lação à produzida com SPT para o efeito direto e residual do FCPS e FCTF sem <u>ca</u> lagem em soja e capim Colonião (três cortes)	99

TABELA

Página

36	Produção relativa de matéria seca em relação à produzida com SPT para o efeito direto e residual do FCPS e FCTF com calagem em soja e capim Colonião (três cortes)	100
37	Matéria seca da soja e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em ausência de calagem (g/vaso) e produção relativa em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	102
38	Matéria seca da soja e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em presença de calagem (g/vaso) e produção relativa em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	103
39	Quantidade de P absorvido pela soja e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em ausência de calagem (mg/vaso) e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	106

TABELA

Página

40	Quantidade de P absorvido pela soja e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em presença de calagem (mg/vaso) e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições)	107
41	Análise química do solo utilizado nos ensaios após a colheita do 3º corte de capim Colonião após arroz	110
42	Análise química do solo utilizado nos ensaios após a colheita do 3º corte de capim colonião após soja	111

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de matéria seca do arroz (parte aérea).....	36
2	Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de grãos mais casca do arroz.....	37
3	Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de matéria seca da soja (parte aérea).....	41
4	Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de vagens de soja.....	42
5	Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após arroz (1º corte).....	59
6	Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após arroz (2º corte).....	60

FIGURA

Página

7	Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após arroz (3º corte).....	61
8	Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após soja (1º corte).....	64
9	Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após soja (2º corte).....	65
10	Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após soja (3º corte).....	66
11	Produção de matéria seca do arroz e capim Colonião (três cortes) com relação à produção com superfosfato triplo.	92
12	Produção de matéria seca da soja e capim Colonião (três cortes) com relação à produção com superfosfato triplo.....	101

EFICIÊNCIA AGRÍCOLA DE UM FOSFATO NATURAL
PARCIALMENTE SOLUBILIZADO E DE UM
FOSFATO DE FUSÃO PARA ARROZ, SOJA
E CAPIM COLONIAÇÃO

Autor: FREDY ORLANDO VEGAS COLMENAREZ

Orientador: Dr. EURÍPEDES MALAVOLTA

RESUMO

Em casa-de-vegetação conduziu-se um experimento em vasos com arroz, soja e capim colônia, em solo de cerrado (LVA de Anhembi, SP), ácido e pobre em fósforo, com os objetivos de avaliar a eficiência comparada em presença e ausência de calagem do fosfato de Catalão parcialmente solubilizado (FCPS) e com tratamento térmico de fusão (FCTF), através dos dados de produção de matéria seca, produção de grãos e vagem e teor e absorção de nutrientes; tendo-se o superfosfato triplo (SPT) como padrão e utilizando arroz e soja como plantas-testes para o efeito direto e capim colônia para o efeito residual.

Usaram-se doses de 150 e 300 ppm P para ambas as fontes comparadas e dose de 225 ppm para o padrão, além da testemunha que não recebeu fósforo, usou-se um tratamento ex-

tra sem fósforo e sem magnésio.

Os resultados permitiram concluir que:

- a) o tratamento padrão (SPT) foi mais eficiente nas duas primeiras culturas, e a calagem influenciou positivamente este comportamento, quando se considera o efeito direto.
- b) o FCPS mostrou boa eficiência na cultura da soja, comparável ao SPT e no caso do arroz chegou a superar ao SPT na produção de grãos.
- c) o FCTF mostrou boa eficiência só nas doses maiores com e sem calagem.
- d) o SPT foi superior como fornecedor de fósforo para as plantas.
- e) a calagem não teve efeito significativo para ambas as fontes testadas tanto no efeito direto como residual.
- f) os fosfatos testados mostraram ser boas fontes de fósforo, cálcio e magnésio.
- g) para o efeito residual o FCPS foi equivalente ao SPT nos três cortes realizados e o FCTF somente nas doses maiores.

AGRICULTURAL EFFICIENCY OF A
PARTIALLY ACIDULATED ROCK PHOSPHATE AND OF A
THERMOPHOSPHATE FOR RICE,
SOYBEAN AND GUINEA GRASS

Autor: FREDY ORLANDO VEGAS COLMENAREZ

Adviser: EURÍPEDES MALAVOLTA

SUMMARY

An experiment was carried out in the greenhouse using an acid, low phosphorus soil (LVA, Anhembi, SP) with the objective of comparing three P_2O_5 sources, namely: partially acidulated rock phosphate from Catalão, GO (FCPS), Catalão thermophosphate (FCTF) and triple superphosphate (TSP).

The direct effect was evaluated by using both rice and soybean as test crops. The residual effect was assessed by growing guinea grass after the first crop.

FCPS and FCTF were supplied at the rates of 0, 150 and 300 ppm, based on the total phosphorus content. An intermediate rate of 225 ppm was used in the case of TSP. An additional treatment without P and Mg was also included.

The effect of the treatments was studied both in the presence and absence of liming. All plants received a uniform dressing of all other elements, both macro and micro.

The results obtained allowed for the following conclusions to be drawn:

a) TSP was the most efficient source insofar the direct effect is concerned; its performance was improved by liming;

b) FCPS was almost as efficient as TSP for soybean, giving a higher grain yield in the case of rice;

c) FCTF, on the other hand, was shown good efficiency only when supplied at higher rate;

d) TSP gave the highest P levels in the plants;

e) The effect of either FCPS or FCTF was not influenced by liming;

f) Plant analyses has shown that the experimental products were sources of P, Ca and Mg.

g) With respect to the residual effect FCPS was equivalent to TSP when the three cuttings were considered; FCTF, however, showed comparable results only when supplied at higher P rates.

1. INTRODUÇÃO

O esgotamento de solos originalmente férteis, causado por várias décadas de cultivos, sem reposição de nutrientes, bem como a exploração de áreas com solos de baixa fertilidade natural, constituem os dois motivos de maior importância para tornar a agricultura brasileira dependente, em forma crescente e irreversível, de aplicações maciças de fertilizantes (RAIJ et alii, 1982).

É indiscutível a essencialidade no uso de fertilizantes químicos para aumentar ou mesmo só para manter a produtividade das culturas. Mas os grandes aumentos produzidos nos últimos anos às custas de fertilizantes, têm levado a incrementar os custos de produção das explorações agrícolas a

níveis economicamente proibitivos.

Assim, a busca de fontes alternativas de menor custo e de uma aceitável eficiência agrônômica torna-se vital na procura de um máximo benefício para o agricultor.

Por ser o fósforo um dos fatores de maior importância para a exploração agrícola, pelo fato de que os solos das regiões tropicais "fixam" fósforo, requerendo aplicações de quantidades bem mais elevadas desse nutriente que àquelas exigidas pelas culturas e, ainda, tendo em vista que sua deficiência é bastante frequente nos solos brasileiros e que, para a maioria das culturas a sua adição provoca aumentos substanciais de produção, vem sendo pesquisado nas diversas jazidas de fosfatos brasileiro, o uso de fosfatos naturais, apenas moídos e concentrados, que apresentam custos de fabricação bem mais baixos por causa do menor processamento industrial. Além desses fosfatos naturais vêm também sendo avaliados fosfatos que recebem alguns tratamentos para melhorar a sua solubilidade, destacando-se a acidulação parcial e os tratamentos térmicos moderados.

Em estudos recentes tem sido testados os fosfatos brasileiros (Patos de Minas, Araxá, Catalão, Jacupiranga, Abaeté, Alvorada e Olinda), tendo mostrado uma eficiência inicial baixa (3-20%) em relação ao superfosfato triplo, melho

rando um pouco após alguns anos (27-45%). Dentre eles os fos
fatos Alvorada e Olinda, bem como o fosfato de alumínio cal
cinado de Maranhão, são os mais eficientes (RAIJ et alii, 1982).

Considerando a baixa eficiência agronômica dos fosfatos naturais, e os resultados proporcionados pela pesqui
sa com fosfatos naturais parcialmente acidulados ou com trata
mento térmico moderado, surge a necessidade de continuar as pesquisas no sentido de avaliar âquelas fontes que têm mostra
do menor eficiência até agora, tal é o caso do fosfato de Ca
talão.

Dentro deste contexto, este trabalho reflete essa necessidade, testando como hipótese que o fosfato de Ca
talão, de baixa eficiência na forma natural, deve ter sua eficiência aumentada, quando submetido aos tratamentos de aci
dulação parcial ou térmico. Este objetivo procura realmente verificar num ensaio com vasos, a eficiência agrícola compa
rada do fosfato de Catalão parcialmente solubilizado (FCPS) e do fosfato de Catalão em tratamento térmico de Fusão (FCTF) em relação ao superfosfato triplo, avaliando seu efeito direto e residual em ausência e presença de calagem, usando como plantas testes uma gramí
nea (arroz de sequeiro) e uma leguminosa (soja) para avaliar o efeito direto, e capim colônia após arroz e soja para avaliar o efeito residual em três cortes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Resultados experimentais de culturas anuais e pastagem à adubação com diferentes fontes de P_2O_5 .

As respostas das culturas as diferentes fontes de P_2O_5 variam amplamente de local para local, dependendo da planta cultivada, do nível de manejo e principalmente da disponibilidade de fósforo no solo.

MALAVOLTA et alii (1981), comparando a eficiência do fosfato de Araxá parcialmente acidulado com ácido sulfúrico (FAPS), com a do super simples (SS) e do fosfato de Araxá original, em solos poucos ácidos e pobres em P disponíveis.

vel, lograram verificar que o aproveitamento do FAPS pelas culturas de arroz de sequeiro, milho e soja não diferiu estatisticamente em termos de produção com o aproveitamento do SS sendo maiores que as conseguidas com FA.

Em uma série de quatorze experimentos instalados pelo Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais (1972-1973), e usando soja, como planta-teste em solos latossolos do Triângulo Mineiro com baixos teores de P disponível e pH variando de 4,2 a 5,9. FERRARI et alii (1976) verificaram respostas altamente significativas para fósforo e também efeito benéfico da calagem. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS et alii (1977, 1978a e 1978 b) e SANTOS (1980).

COSTA (1980.), em ensaios com arroz de sequeiro no estado do Paraná, onde a baixa produtividade foi decorrência de fatores climáticos adversos, destacou que as respostas eram maiores para as menores doses de fósforo utilizadas.

Em Paragominas, PA em solos de textura argilosa, os rendimentos acumulados de capim colônia (*Panicum maximum*) mostraram tendência linear em função de níveis de P, aplicadas à lancha como superfosfato triplo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1980).

MORAIS e GONTIJO (1978), em experimentos com

arroz de sequeiro no Triângulo Mineiro, observaram que produções máximas foram obtidas com doses de 70 a 80 kg de P_2O_5 /ha associadas a 60 kg de N/ha e 60 kg de K_2O /ha, em dois locais, em outro foi observada respostas linear até 120 kg de P_2O_5 /ha. Não houve efeito direto da calagem nos solos que apresentam pH de 4,7 a 5,1. Respostas lineares a adubação fosfatada de 120 kg de P_2O_5 /ha foram também obtidas por SOUZA et alii (1978) com a cultura do trigo nos mesmos solos.

BORKERT et alii (1978), estudando a eficiência de diversos fosfatos naturais brasileiros num Latossolo Bruno distrófico de Guarapuava (PR) com baixos teores de fósforo, verificaram que o fosfato de Catalão em forma natural foi ineficiente como fornecedor de fósforo para a soja.

Experimento com pastagem, tanto de gramíneas como de leguminosas, tem também evidenciado amplas respostas a adubação fosfatada. Resultados obtidos por FERREIRA e CARVALHO (1978) indicam que a maior produção acumulada de matéria seca de uma consorciação, capim gordura mais *Stilosanthes*, foi obtida com uma combinação de 500 kg de P_2O_5 /ha de fosfato de Araxá mais 250 kg de P_2O_5 /ha de superfosfato simples.

2.2. Comportamento dos fosfatos naturais

A experiência acumulada nos últimos anos tem demonstrado, como regra, que os fosfatos naturais brasileiros não podem competir com os fosfatos solubilizados (por via térmica ou via ácida) como fonte de P_2O_5 para as plantas devendo o seu uso concentrar-se principalmente na adubação corretiva. MALAVOLTA (1981).

Diversos trabalhos foram conduzidos no Brasil com o objetivo de avaliar a eficiência agronômica dos fosfatos naturais. Trabalhos de DYNIA (1977), FEITOSA et alii (1978), KORNDÖRFER (1978) e BRAGA et alii (1980) mostraram, além de baixa eficiência dos fosfatos naturais apatíticos em relação ao superfosfato triplo, a grande variabilidade desses fosfatos como fonte de fósforo para as plantas.

Inúmeros autores tem demonstrado a maior eficácia das rochas fosfatadas em condições de acentuada acidez. GOEDERT e LOBATO (1980) estudaram a eficiência agronômica de onze fontes de fósforo, num Latossolo vermelho escuro de cerrado, e evidenciaram que a eficiência dos fosfatos naturais é maior com o aumento da acidez do solo. BLANCO et alii (1965), trabalhando com o fosfato de Araxá, além de outros em três condições de pH, verificaram que na faixa de pH 4,7-5,0, hou-

ve melhor aproveitamento desses fosfatos. A calagem visando a elevação do pH acima de 5,5 proporcionou perdas da eficiência dos fosfatos empregados. ATANASIU (1971) também encontrou melhores resultados para o fosfato natural aplicado em Latossolos de regiões tropicais com pH 4,9-5,1 quando comparados com uma fonte de fósforo solúvel em água.

A avaliação da eficiência agronômica de diferentes fosfatos naturais, em solos sob vegetação de cerrado durante oito anos em experimentos de campo foi efetuada por GOEDERT e LOBATO (1984). Após esse tempo de reação com o solo, algumas das fontes estudadas não promoveram aumentos significativos nos teores de fósforo "disponível" e nas de cálcio e magnésio trocáveis. Tais resultados sugerem a baixa solubilidade dos fosfatos naturais ao longo do tempo.

Segundo RUSSEL (1973) "O efeito do fosfato de rocha como fertilizante é errático; ele é ineficiente em alguns casos em solos ácidos com culturas para as quais era prevista a eficiência. É um fertilizante de valor muito limitado para a agricultura temperada intensiva, visto não poder manter uma alta concentração de P na solução do solo para altas produções de culturas com grandes demandas iniciais de fósforo; e é usualmente inerte em solos neutros e calcários. Pode no entanto ser adequado para alguns solos nos sistemas

de agricultura tropical onde não são esperadas altas produções e o S não é deficiente. KHASAWNEH e DOLL (1978), afirmam que as divergentes opiniões com respeito à eficiência do fosfato de rocha podem ser resolvidas se forem consideradas as diferenças na composição química e mineralógica das várias fontes de fosfato de rocha e se os fatores que afetam a dissolução das mesmas nos solos forem quantificadas pela aplicação dos conhecimentos e aceitação dos princípios de química de solos. Como ponto específico, afirmam que, embora a fonte e a forma do fosfato de rocha sejam importantes, sua eficiência em um solo específico, pode grandemente ser determinadas pelos fatores de solo.

De acordo com SILVA JR (1979), o fosfato objeto de este estudo, o fosfato de Catalão é de origem ígnea primária de diferenciação magmática, ocorrências onde a apatita está filiada a manifestações básico-alcalinas. Uma análise típica do fosfato de Catalão é dada na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de solubilidade e composição química do fosfato de Catalão.

Total	Teor de P_2O_5 (%)			CaO	F_2O_3 %	Al_2O_3
	$CiNH_4$	Ac. Fórmico	Ac. Cítrico			
37,3	0,1	2,2	2,5	4,9	1,5-1,7	0,2-0,5

2.3. Comportamento dos fosfatos parcialmente acidulados

Em decorrência de o fósforo remanescente, que não é aproveitado pelas plantas, ser fixado formando complexas de alumínio e ferro de difícil solubilidade em água, o uso de fosfatos solúveis pode não ser vantajoso. Segundo ILCHENKO e GUIMARÃES, citado por BRAGA et alii (1979), seria preferível produzir um fertilizante rico em fosfato bicálcico em relação ao fosfato monocálcico, em razão das diferentes taxas de absorção pelas plantas. Vários trabalhos utilizando combinações de materiais fosfáticos solúveis com insolúveis, menores quantidades de ácido sulfúrico para o ataque da rocha fosfática e mesmo outras fontes de modificação, mostraram resultados promissores (LUTZ, 1973; FERREIRA e KAMINSKI, 1979; ROCHA, 1981; NAKAYAMA, 1982 e FREIRE et alii, 1983).

McLEAM e WHEELER (1964), acreditam que as respostas das plantas, comparativamente favoráveis ao material parcialmente acidulado e à economia de sua produção parecem ter aplicação prática promissora.

Em experimentos comparativos com fosfato natural acidulado a 20% e 100%, LUTZ (1971) observou superioridade do material 100% acidulado, enquanto McLEAM e WHEELER (1964) estudando acidulações semelhantes verificaram equiva-

lência entre os tratamentos. Possivelmente tenham usado fosfatos naturais e solos diferentes.

FRANCO et alii (1979) e BUENO et alii (1979) desenvolveram estudos, ensaiando diversos níveis de acidulação de fosfatos de Patos e Araxá (5, 15 e 25%) com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 , usando sorgo como planta teste, em solo com baixo teor de fósforo e que recebeu calagem a pH 7. As doses de fósforo aplicadas foram 25, 50 e 100% de absorção máxima. Os resultados para produção de matéria seca em dois cultivos sucessivos, evidenciaram efeitos positivos de aumento no grau de acidulação dos fosfatos naturais e doses de fósforo aplicado, havendo tratamentos que em certos casos superaram as produções obtidas com superfosfato triplo. BUENO et alii, (1979), observaram no terceiro cultivo, quedas sensíveis na produção de matéria seca de sorgo para todos os tratamentos envolvendo H_3PO_4 e HCl, e mesmo para o superfosfato triplo. Entretanto a acidulação parcial com H_2SO_4 , tanto de fosfato de Patos, como de fosfato de Araxá mostrou considerável efeito residual no 3º cultivo.

Outros trabalhos desenvolvidos em casa de vegetação tem mostrado as possibilidades dos FNPS. Razoável eficiência do fosfato de Patos (61-68%), acidulado com 25% de H_3PO_4 , em comparação com superfosfato triplo foi observada em

dois solos do Rio Grande do Sul que receberam calagem a pH 6,0 usando soja como planta teste (FERREIRA e KAMINSKI (1974).

MALAVOLTA et alii (1981) conduziram experimentos em um Latossolo Roxo em Jaboticabal, envolvendo as culturas de soja, arroz e milho, em áreas que receberam calagem a pH 6,0. Os autores observaram que para as produções do primeiro ano, não houve diferenças significativas de produção para doses de 60 e 120 kg P_2O_5 total/ha usando fosfato de Araxá parcialmente acidulado e 90 kg P_2O_5 na forma de superfosfato simples. Resultados semelhantes foram obtidos para produção de cana planta nas doses de 160 e 120 kg P_2O_5 /ha usando fosfato de Araxá parcialmente acidulado e superfosfato simples, respectivamente (MALAVOLTA et alii, 1982).

2.4. Comportamento dos termofosfatos

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 cítri

co 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 do fósforo em solos tropicais (LOPEZ, et alii, 1982).

O termofosfato é obtido por via térmica, pelo aquecimento da rocha fosfatada à temperatura que varia de $900 - 1500^{\circ}C$, com ou sem aditivos, visando aumentar a sua solubilidade. Embora a estrutura da Apatita seja quebrada pelas elevadíssimas temperaturas, o fosfato resultante permanece insolúvel em água, porém solúvel em ácidos (ANDA, 1975).

MUZZILLI et alii (1971) compararam os efeitos de doses crescentes aplicadas a lãço, de termofosfato magnésiano, de fosfatos de Rhenania e do Superfosfato simples, em solos ácidos do Sul do Paraná (80% de alumínio trocável). O fosfato Rhenania foi de boa eficiência tanto como fonte de fósforo, como atenuador dos efeitos da acidez; o termofosfato mostrou melhor efeito na neutralização da acidez mas não foi comparável ao Rhenania no aumento da disponibilidade de fósforo. O superfosfato simples, embora tivesse aumentado satisfatoriamente a disponibilidade de fósforo não mostrou efeitos na neutralização da acidez. Nesse estudo, o teor de fósforo solúvel foi determinado pelo método de Mehlich.

BORKERT et alli (1978) estudando a eficiência

de diversos fosfatos naturais brasileiros num Latossolo Bruno distrófico, em condições de primeiro cultivo de soja constataram que o fosfato de Patos de Minas, Olinda e o Termofosfato IPT aplicados a lanço (fosfatagem) mostraram uma eficiência comparável a do superfosfato triplo, principalmente quando receberam uma manutenção de 100 kg de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo na linha de semeadura. Nessa condição, a eficiência desses fosfatos foi maior que 80%.

O termofosfato pode dar produções 12-45% maiores que as obtidas com o superfosfato simples; esse efeito pode ser explicado pela combinação de diversos fatores:

- Neutralização de acidez do solo;
- Fornecimento de cálcio e magnésio como nutrientes;
- Adição de micronutrientes;
- Diminuição na toxidez de Mn pelo silicato presente;
- Diminuição da fixação de fósforo provocada pelo silicato (MALAVOLTA, 1980).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA - Piracicaba, SP, no período de janeiro de 1984 a fevereiro de 1985. Esse ensaio ficou constituído de cultivos simultâneos de arroz e soja num solo de cerrado e cultivo de Capim Colonião em sucessão; visando o estudo do aproveitamento direto do fósforo nas duas primeiras culturas e o aproveitamento do fósforo residual em três cortes de capim, após a colheita de arroz e soja.

3.1. Solo

Foi utilizado um solo ácido de vegetação de cerrado, classificado como Latosol Vermelho Amarelo (LVA) textura média, coletado em Anhembi, SP.

Foram feitas as análises químicas deste solo, cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise química do solo utilizado nos ensaios, antes do primeiro cultivo.

pH (H ₂ O)	C %	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S	T	V%
meq/100 ml										
4,8	1,20	0,03	0,14	1,55	0,40	1,33	5,60	2,09	9,02	23

3.2. Culturas empregadas

Foram usadas três espécies, uma gramínea (Arroz IAC 164) e uma leguminosa (Soja IAC 3), no estudo do aproveitamento direto do P, e outra gramínea (Capim Colinião), no aproveitamento do fósforo residual.

3.3. Vasos

Utilizou-se vasos de barro com capacidade para 2 kg de terra, impermeabilizados internamente com "neutrol" e dotados de coletores de barro, também impermeabilizados. Esses vasos continham no fundo um furo central de 1 cm de diâme

tro aproximadamente, para permitir a drenagem.

3.4. Doses e fontes

- a. Calagem - de acordo com as necessidades de cal para elevar a porcentagem de saturação de bases a 60% para arroz e 70% para soja (RAIJ, 1981).

Fonte: Ca(OH)_2 p.a.

- b. Fósforo - foram usadas três doses de P, com base no teor total de P_2O_5 dos produtos: 0, 150 e 300 ppm. O Padrão foi empregado numa dose intermediária de 225 ppm.

fontes; F.C.P.S.; fosfato natural de Catalão, do Estado de Goiás, solubilizado parcialmente com H_2SO_4 , usando-se cal extinta como moderador. Possui 27-28% de P_2O_5 total e 12% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico (2%)*.

F.C.T.F.; termofosfato magnesiano produzido com fosfato natural de Catalão, do Estado de Goiás. Possui 20% P_2O_5 total, 18% P_2O_5 solúvel em ácido cítrico 2%, e 7% de Mg.*

* Dados fornecidos pelo produtor.

superfosfato triplo; fosfato com 45% de P_2O_5 ,
solúvel em água (padrão),

c. Nitrogênio - no caso de Arroz, empregou-se
200 ppm de N em três aplicações

1^a aplicação - 50 ppm no plantio

2^a aplicação - 75 ppm no perfilhamento

3^a aplicação - 75 ppm 3 semanas após a 2^a aplicação

No caso de Soja, empregou-se 25 ppm de N só no
plantio.

Fonte: Uréia (46% N).

d. Potássio - 50 ppm de K para cada cultura.

Fontes: Cloreto de Potássio (KCl)

e. Magnésio e Enxofre - 20 ppm de Mg e 28,8
ppm de S.

Fonte: Sulfato de Magnésio ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)

f. Micronutrientes - para ambas as culturas em
pregou-se 0,5 ppm de Boro, 0,05 ppm de Mo
libdênio e 2,5 ppm de Zinco

Fontes: H_3BO_3 p.a, MoO_4NH_4 p.a e $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ p.a.

3.5. Soluções e suspensões

N - 5,55 g de uréia em 1 litro de água

10 ml = 25 mg N

K - 10,86 g de KCl em 1 litro de água

10 ml = 50 mg K

Mg - 20 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ em 1 litro de água

10 ml = 20 mg Mg e 28,8 mg S

MICRONUTRIENTES - 300 mg H_3BO_3 + 10 mg molibdato de amônio + 1,14 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ em 1 litro de água

10 ml = 0,5 mg B 0,05 mg
de Mo + 2,5 mg Zn

F.C.P.S. - 16,6 g em 1 litro de água

25 ml = 50 mg P.

F.C.T.F. - 22,2 g em 1 litro de água

25 ml = 50 mg P

S.P.T. - 10,2 g em 1 litro de água

25 ml = 50 mg P

As doses de adubos em solução ou suspensão en
contram-se nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Doses de adubos em solução ou suspensão, aplicadas para o arroz (ml/2 kg terra).

Tratamentos	Uréia	KCl	MgSO ₄	Micro	SPT	FCPS	FCTF
1. Sem P.	40	20	20	20	-	-	-
2. (1) + Cal.	40	20	20	20	-	-	-
3. FCPS, dose 1	40	20	20	20	-	150	-
4. (3) + Cal)	40	20	20	20	-	150	-
5. FCPS, dose 2	40	20	20	20	-	300	-
6. (5) + Cal.	40	20	20	20	-	300	-
7. SPT, dose 1,5	40	20	20	20	225	-	-
8. (7) + Cal.	40	20	20	20	225	-	-
9. FCTF, dose 1.	40	20	20	20	-	-	150
10. (9) + Cal	40	20	20	20	-	-	150
11. FCTF, dose 2	40	20	20	20	-	-	300
12. (11) + Cal.	40	20	20	20	-	-	300
13. Sem P e sem MgSO ₄	40	20	-	20	-	-	-
14. (13) + Cal.	40	20	-	20	-	-	-
Vol. Total	1680 ml	840	720	840	1350	2700	2700

Tabela 4. Doses de adubos em solução de suspensão aplicadas para soja (ml/2 kg terra).

Tratamentos	Uréia	KCl	MgSO ₄	Micro	SPT	FCPS	FCTF
1. Sem P	20	20	20	20	-	-	-
2. (1) + Cal	20	20	20	20	-	-	-
3. FCPS, dose 1.	20	20	20	20	-	150	-
4. (3) + Cal	20	20	20	20	-	150	-
5. FCPS, dose 2	20	20	20	20	-	300	-
6. (5) + Cal	20	20	20	20	-	300	-
7. SPT dose 1,5	20	20	20	20	225	-	-
8. SPT + Cal	20	20	20	20	225	-	-
9. FCTF, dose 1	20	20	20	20	-	-	150
10. (9) + Cal.	20	20	20	20	-	-	150
11. FCTF, dose 1.	20	20	20	20	-	-	300
12. (11) + Cal	20	20	20	20	-	-	300
13. Sem P e sem MgSO ₄	20	20	-	20	-	-	-
14. (13) + Cal	20	20	-	20	-	-	-
Vol. total	840	840	720	840		2700	2700

3.6. Tratamentos

Os tratamentos empregados para cada cultura foram os da Tabela 5.

3.6.1. Calagem

A quantidade de carbonato de cálcio determinada pela análise de solo para satisfazer a necessidade de cal transformada em quantidade de cal extinta, para lograr uma modificação do pH em menor tempo.

Os vasos que receberam calagem foram mantidos com 60% de poder de embebição durante 15 dias; retirou-se a terra dos vasos, deixou-se secar e se devolveu novamente aos vasos.

3.6.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatorze tratamentos e três repetições, perfazendo um total de quarenta e dois vasos para arroz e soja, respectivamente.

A relação dos quatorze tratamentos e as doses e fontes de adubos fosfatados encontram-se na Tabela 5.

Como pode ser observado na Tabela 5, colocou -se um tratamento extra, tirando além do fósforo o sulfato de magnésio. Este tratamento foi colocado para avaliar o efeito do magnésio nativo do solo, pois o FCTF contém óxido de magnésio na sua composição.

3.7. Instalação do ensaio com arroz e soja

- (1) Foram colocados 2 kg de terra (TFSA) em cada um dos 84 vasos, em metade dos vasos foi aplicada cal extinta em suspensão na dose correspondente à necessidade de cal.
- (2) Os vasos que receberam calagem foram mantidos com 60 e 70% de poder de embebição durante 15 dias para arroz e soja respectivamente; logo após a terra foi retirada dos vasos, deixou-se secar e devolveu-se aos vasos novamente.
- (3) Os vasos foram numerados consecutivamente, ficando 3 para cada tratamento.
- (4) Foram aplicados os adubos de acordo com a Tabe

Tabela 5. Tratamentos empregados em cada cultura.

Tratamento nº	Adubação	Dose de P (ppm)	Fonte de Fósforo
1	Testemunha	0	-
2	Testemunha + Calagem	0	-
3	NKMgS Micronutriente	150	FCPS
4	NKMgS Micronutriente + Calagem	150	FCPS
5	NKMgS Micronutrientes	300	FCPS
6	NKMgS Micronutriente + Calagem	300	FCPS
7	NKMgS Micronutrientes	225	SPT
8	NKMgS Micronutriente + Calagem	225	SPT
9	NKMgS Micronutrientes	150	FCTF
10	NKMgS Micronutriente + Calagem	150	FCTF
11	NKMgS Micronutrientes	300	FCTF
12	NKMgS Micronutriente + Calagem	300	FCTE
13	NK Micronutrientes	0	-
14	NK Micronutriente + Calagem	0	-

la 3 e Tabela 4, espalhando a terra de 3 vasos (= 3 repetições), de um mesmo tratamento sobre um plástico limpo, juntando o triplo das quantidades da tabela, misturando tudo uniformemente e devolvendo-os aos vasos.

- (5) Juntou-se a quantidade de água destilada necessária para completar 60% e 70% de poder de embebição, descontando o volume das soluções aplicadas. Em seguida alguns vasos foram escolhidos ao acaso pesadas e seus pesos anotados.
- (6) Foram plantadas 10 sementes de arroz nos vasos correspondentes e 10 sementes de soja inoculadas com Rhizobium. Os plantios foram realizados em 08/02/84 e 02/03/84, respectivamente.
- (7) Foi feito o desbaste deixando 5 plantas de arroz e três de soja por vaso.
- (8) Este ensaio foi conduzido durante 3 meses, no fim do ciclo do arroz e no início do amadurecimento das vagens da soja. Então realizou-se a colheita.

3.8. Instalação do ensaio com Capim Colonião

- (1) Após a colheita do arroz e da soja, os vasos contendo a terra com as raízes de ambas as culturas. Foram deixadas durante certo tempo para a terra se secar.
- (2) Logo após esse período foram retiradas as raízes e a terra novamente, colocada em cada vaso.
- (3) Foram colocados os adubos: Uréia, cloreto de potássio e micronutrientes conforme Tabela 3 do ensaio sobre o efeito direto em arroz.
- (4) Foi feito o plantio nos 84 vasos, sendo realizado em 12/07/84, 20/07/84 e 04/08/84. No último plantio colocou-se uma camada fina de areia para auxiliar a germinação.
- (5) Os vasos mantiveram a mesma numeração anterior, sendo dividido o ensaio em: Capim Colonião após arroz, vasos com numeração desde 1 até 42 e Capim Colonião após soja, vasos com numeração desde 43 até 84.

(6) Este ensaio foi conduzido até o dia 08/02/85, da
ta em que realizou-se o terceiro corte. Logo após
esperou-se certo tempo para deixar a terra secar
em 25/04/85 foram extraídas as raízes e poste
riormente tomadas as amostras de solo.

3.9. Condução

3.9.1. Regas

Durante todo o período experimental foi adi
cionada água diariamente. Nos primeiros dias, os vasos foram
pesados e restituído o peso da água evaporada e consumida pe
las plantas, tirando-se uma média que se aplicou a todos os
vasos. Na medida que as plantas cresceram a quantidade de ã
gua não foi mais estimada pelo peso dos vasos, sendo feita
essa estimativa observando-se o grau de umidade e a aparência
das plantas. Estas regas foram efetuadas com água destilada.

3.9.2. Desbaste

Após a germinação fez-se o desbaste deixando
5 plantas de arroz, 3 plantas de soja e 5 plantas de capim
por vaso.

3.9.3. Adubação em cobertura

A adubação em cobertura de nitrogênio e potás
sio foram aplicadas nos vasos individualmente nas épocas e vo

lumes indicados, sendo para arroz $2/3$ das doses de N e K no perfilhamento, para soja $1/3$ da dose de K 1 mês após o plantio e para Capim Colonião cobertura com N e K de acordo com o desenvolvimento.

3.9.4. Colheita

O arroz foi colhido 3 meses após o plantio, em 14.05.84, no fim do ciclo. Foi realizada a colheita dos grãos (com casca) e as plantas foram cortadas ao nível do solo, ambos os materiais foram colocados separadamente em sacolas de papel. A seguir foram secados em estufa a $70-80^{\circ}\text{C}$ até peso constante, pesados, moídos e guardados para posterior análise.

A soja foi colhida na mesma época em 14.05.84, no amadurecimento das vagens. Primeiro foi realizada a colheita das vagens e logo as plantas foram cortadas ao nível do solo, e do mesmo modo que para arroz ambos os materiais foram colocados em sacolas de papel e encaminhados ao laboratório para seguirem os mesmos passos.

No caso do Capim, o primeiro corte foi realizado dois meses após o plantio, o segundo corte dois meses após o 1º e o terceiro 2 meses após o 2º e se deram nas seguintes épocas: 08.10.84, 11.12.84 e 08.02.85. As plantas foram cortadas ao nível do solo, colocadas em sacolas de papel e encaminhadas ao igual que para arroz e soja.

O solo foi deixado secar nos vasos durante algum tempo.

De cada vaso retirou-se uma pequena amostra de terra e combinaram-se as 3 repetições numa amostra única, sendo um total de 28 amostras de solo.

3.10. Análises químicas

3.10.1. Plantas

Para se efetuarem as análises minerais, foram preparados extratos através de digestão nitro perclórica a fim de determinar-se P, K, Ca, Mg e S . (SARRUGE e HAAG, 1979). Os procedimentos analíticos utilizados foram: para N - determinação por titulação (micro-Kjeldahl), P - colorimetria K, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica e S por turbidimetria.

Todas essas análises foram realizadas na matéria seca das três culturas.

3.10.2. Solos

As amostras de solo foram analisadas no Departamento de Solo e no Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. O método utilizado na determinação de fósforo foi o da resina trocadora de íons (RAIJ e QUAGGIO, 1983).

3.11. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram efetuadas no Centro de Informática da "ESALQ/USP".

Foram considerados 4 experimentos com 14 tratamentos cada e três repetições por tratamento. Assim, considerando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, submetido à análise de variância, de acordo com o esquema da Tabela 6.

Tabela 6. Esquema da análise de variância aplicado nos ensaios com arroz, soja e capim.

Fontes de variação	G.L.
Tratamentos	13
Resíduo	14
Total	27

Foram ainda efetuadas análises de médias de tratamentos pelo teste de Tukey e análise de regressão polinomial para fontes de fósforo com três doses.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio com arroz de sequeiro e soja para determinar o efeito direto do fosfato de Catalão parcialmente so lubilizado (FCPS) e com tratamento de fusão (FCTF) sobre a produção de matéria seca da parte aérea e produção de grãos e vagens respectivamente

4.1.1. Produção de matéria seca da parte aérea de arroz e produção de grãos com cascas

Na Tabela 7 são apresentados os dados de produção de matéria seca da parte aérea e grãos de arroz de sequeiro, e igualmente são apresentados os dados para soja.

Tabela 7 - Produção de matéria seca (parte aérea e grãos) de arroz de sequeiro e soja (parte aérea e vagens), em função do efeito direto das diferentes fontes de fósforo, com e sem calagem (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	Arroz (g/vaso)			Soja (g/vaso)	
	Nº	Parte aérea	Grãos + Casca	Parte aérea	Vagens
Sem fósforo	1	3,52	1,68	2,98	2,18
Trat. (1) mais calagem	2	3,60	1,88	4,22	2,92
FCPS dose 150 ppm de P	3	13,72	12,54abc	8,68	3,12
Trat. (3) mais calagem	4	14,11	14,69a	8,78	4,41
FCPS dose 300 ppm de P	5	14,24	12,71abc	11,48ab	4,01
Trat. (5) mais calagem	6	13,18	10,95	12,03a	2,60
SPT dose 225 ppm de P	7	17,57a	11,29	13,01a	4,07
Trat. (7) mais calagem	8	16,93a	13,42ab	14,70a	6,42
FCTF dose 150 ppm de p	9	12,02	10,13	5,37	4,03
Trat. (9) mais calagem	10	13,53	11,73	5,98	2,66
FCTF dose 300 ppm de P	11	15,44ab	10,53	8,32	3,93
Trat. (11) mais calagem	12	14,32bc	12,74abc	8,44	3,87
Sem fósforo e sem MgSO ₄	13	3,58	2,82	3,94	2,64
Trat. (13) mais calagem	14	4,50	2,81	3,66	1,78
F		144,92**	78,33**	37,06**	10,61**
dms (Tukey 5%) (1)		2,25	2,78	3,23	1,87
CV %		6,55	9,99	14,71	17,97

(1) média com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

A análise da variância mostrou uma diferença altamente significativa entre os tratamentos, tanto para produção de matéria seca da parte aérea, quanto da produção de grãos. Ao proceder a análise de contraste de médias gerais dos tratamentos, pelo teste de Tukey 5% verifica-se:

a) os tratamentos que receberam superfosfato triplo na dosagem intermediária independentemente da aplicação de calagem, tiveram produções superiores àqueles em que se empregou o fosfato de Catalão parcialmente solubilizado (FCPS) e com tratamento de fusão (FCTF), embora o FCTF na dose de 300 ppm de P sem calagem igualou-se estatisticamente, ao SPT. Quando se compararam entre si o FCPS e o FCTF não houve diferenças entre eles para produção de matéria seca, porém superaram os tratamentos que não receberam fósforo.

b) em relação aos dados de produção de grãos na mesma tabela pode-se observar que o melhor tratamento foi para o FCPS na dose 150 ppm de P com calagem, não diferindo estatisticamente, da mesma dosagem sem calagem, e da dosagem dupla sem calagem para a mesma fonte, de igual forma do SPT na dose intermediária com calagem e do FCTF na dose de 300 ppm de P com calagem. Todos os tratamentos que receberam fósforo, com exceção dos dois melhores tratamentos não diferiram entre si, ou seja, que ambos os adubos competiram com o

SPT respeito de produção de grãos com cascas. Os resultados obtidos mostram que o fosfato de Catalão modificado parcialmente é mais eficiente que o produto na sua forma natural, pois os trabalhos desenvolvidos até agora com o fosfato de Catalão puro a eficiência encontrada tem sido muito baixa com relação ao superfosfato triplo (KLIEMANN et alii, 1977; COSTA et alii, 1978; BORGES et alii, 1979; MENDOZA et alii, 1979; MACHADO et alii, 1978; LIMA, 1981).

Com respeito as doses empregadas, nos tratamentos em que se utilizou o FCPS e o FCTF com e sem calagem (ig. 1 e 2), houve correlação positiva e altamente significativa com exceção de doses de FCPS com calagem que mostrou uma relação quadrática, sendo linear e positivo o aumento na produção de matéria seca e de grãos verificados da dose 0 para a dose 150 ppm de P experimentando uma diminuição na dose dupla. Este comportamento do FCPS, era de se esperar tratando-se de um fosfato natural tratado pois a elevação do pH do solo e o aumento da concentração de Ca na solução tem efeito antagônico na solubilidade do fosfato (KHASAWNEH e DOLL, 1978).

MS
g/vaso

Figura 1 - Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de matéria seca do arroz (parte aérea).

Figura 2 - Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de grãos com casca do arroz.

4.1.2. Produção de matéria seca da parte aérea da so ja e produção de vagens.

Os dados de produção, estão apresentados na Tabela 7. A análise de variância mostrou ser altamente significativo, o efeito dos tratamentos nos dois casos. A análise das médias de tratamentos pelo Teste de Tukey 5% mostrou a) como era de se esperar as maiores produção de matéria seca foram para os tratamentos com SPT independentemente da aplicação de calagem. O FCPS mostrou-se estatisticamente tão eficiente quanto o SPT; o FCTF foi menos eficiente, porém as médias de seus tratamentos não diferiram dos tratamentos com FCPS, mas também não diferiu dos tratamentos que não receberam fósforo; b) na produção de vagens novamente as maiores produções foram para o SPT, mas não houve diferenças estatísticas com os outros tratamentos a exceção do tratamento sem fósforo e tratamento sem fósforo e sem magnésio com calagem (tratamentos 1 e 14 respectivamente).

Pode-se verificar que em termos de equivalência das fontes de fósforo em relação ao superfosfato triplo, o FCPS encontra-se numa posição quase equivalente. Trabalhos usando fosfatos parcialmente solubilizados, tem demonstrado ser possível obter produções iguais ou mesmo superiores às verificadas para fontes solúveis (McLEAN e WHEELER, 1964;

FERREIRA e KAMINSKI, 1979 e FRANCO et alii, 1979). Por outro lado o FCTF mostrou resultados contraditórios com as pesquisas realizadas envolvendo termofosfatos, as quais, em diversas ocasiões tem demonstrado ser tão eficientes quanto os fertilizantes fosfatados solúveis em água (SILVA et alii, 1973; MUZILLI et alii, 1971; BORKERT et alii, 1978; e GOEDERT e LOBATO, 1984). A diferença de comportamentos do FCTF com respeito a outros termofosfatos podem ser atribuídos a suas constituições pois o fosfato de Catalão é um fosfato apatítico de origem ígnea com pequeno grau de substituição em sua estrutura cristalina e os fosfatos empregados na fabricação de outros termofosfatos apresentam alto grau de substituição de PO_4^{3-} pelo CO_3^{2-} , sendo por isso, mais facilmente solubilizados que o primeiro (LEHR et alii, 1967 e LEHR e McCLEHAN, 1972).

FERREIRA e KAMINSKI (1979), trabalhando com fosfato de Patos de Minas calcinado, a 300, 600 e 900°C com resfriamento em ambiente natural, obteve resultados de rendimento de matéria seca e fósforo absorvido equivalentes ao produto não tratado.

Com relação às doses empregadas nos tratamentos com FCPS e FCTF com e sem calagem, a análise de regressão para ambas as fontes na produção de matéria seca houve uma correlação linear positiva e altamente significativa sendo os coeficientes de correlação (r^2) de 0,98, 0,91, 0,98 e 0,99 pa

ra FCPS e FCTF com e sem calagem respectivamente (Fig. 3 e 4). No caso de produção de vagens os resultados foram muito diferentes, o FCPS sem calagem manteve uma correlação linear positiva ($r^2 = 1,00$), porém, com calagem apresentou uma correlação quadrática, tendo uma elevada produção com a dose 150 ppm de P e uma diminuição na dose dupla, para o FCTF ambas as curvas foram quadráticas, mas a diminuição da produção nas dosagens sem calagem não foi significativa, poder-se-ia dizer que a produção alcançada com a dose 150 ppm P se manteve na dose de 300 ppm de P. Com as doses que receberam calagem a diminuição de produção ocorreu com a dose 150 ppm de P e a maior produção com a dose dupla de P, ou seja que o FCTF mostrou-se mais eficiente na dosagem maior de P com calagem.

4.2. Teores e absorção de nutrientes correspondentes aos dois ensaios realizados

4.2.1. Teores e absorção de nutrientes no arroz parte aérea e grãos mais cascas

Os resultados sobre os teores de nutrientes na matéria seca e quantidades absorvidas encontram-se nas Tabelas 8 e 9 respectivamente. As análises estatísticas realizadas (Tes

Figura 3 - Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de matéria seca da soja (parte aérea).

Figura 4 - Efeito das doses de P sobre a produção de vagens da soja.

te de Tukey 5%), indicam que nos tratamentos que receberam FCPS, independentemente nas doses e da aplicação de calagem, os teores de N, K, Ca, Mg e S não diferiram estatisticamente dos encontrados para o tratamento que recebeu SPT na dose intermediária sem calagem (padrão). No caso do P, todos os tratamentos que receberam FCPS não diferiram estatisticamente dos tratamentos que não receberam fósforo. Na absorção dos nutrientes a situação se manteve quase igual; houve mais absorção de N quando os tratamentos não receberam calagem, o contrário ocorreu com K, Ca e Mg; o S não apresentou diferenças entre dosagens, nem calagem. O P foi absorvido em quantidades muito inferiores às obtidas com o padrão e estatisticamente equivalentes aos tratamentos que não receberam fósforo. Isto concorda com os trabalhos realizados por FERREIRA e KAMINSKI (1979) com fosfato de Catalão e Patos parcialmente acidulados, as quais promoveram um suprimento de P, para as plantas maiores do que os fosfatos naturais puros, mais insuficiente porque não aumentou a eficiência do fosfato natural restante, não acidulado.

Nos tratamentos em que se utilizou FCTF, os teores de nutrientes encontrados na matéria seca para N, K, Ca, Mg e S tiveram valores muito semelhantes aos encontrados para FCPS, ou seja não se afastaram em muito do tratamento padrão (SPT); mas, o tratamento que recebeu FCTF na dose 300 ppm

Tabela 8 - Efeito dos tratamentos sobre os teores ⁽¹⁾ de macronutrientes, contidos na matéria seca da parte aérea do arroz (média de 2 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	1,45	0,01f	1,45g	0,33c	0,35cd	0,09
(2) 1) + Calagem	1,71	0,02ef	3,82ab	0,66ab	0,70ab	0,11
(3) FCPS 150 ppm P	1,53	0,02ef	2,42def	0,51abc	0,54abcd	0,09
(4) 3) + Calagem	0,94	0,02ef	3,54abc	0,71a	0,77ab	0,10
(5) FCPS 300 ppm P	1,12	0,03def	2,59cdef	0,71a	0,53abcd	0,11
(6) 5) + Calagem	1,17	0,05cde	3,15bcde	0,57abc	0,78ab	0,10
(7) SPT 225 ppm P	1,12	0,17a	2,93bcdef	0,50abc	0,49bcd	0,08
(8) 7) + Calagem	1,43	0,10b	4,67a	0,52abc	0,89a	0,08
(9) FCTF 150 ppm P	1,38	0,01f	2,69cdef	0,54abc	0,54abcd	0,09
(10) 9) + Calagem	1,07	0,02ef	2,14fg	0,50abc	0,85ab	0,10
(11) FCTF 300 ppm P	1,25	0,09bc	2,24efg	0,53abc	0,64abc	0,10
(12) 11) + Calagem	1,07	0,06bcd	3,48abc	0,44abc	0,75ab	0,09
(13) Sem P e $s/MgSO_4$	1,45	0,02ef	3,47bc	0,50abc	0,31d	0,10
(14) 13) + Calagem	1,73	0,01f	3,26bcd	0,38bc	0,35cd	0,09
F	2,79ns	37,71**	20,65**	3,69*	9,68**	0,67ns
(2) dms (Tukey 5%)						
CV	7,91	11,23	4,42	7,74	7,53	7,80

1 - Transformação das observações segundo $\text{arc sem } \sqrt{x/100}$.

2 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 9 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades de macronutrientes absorvido pela parte aérea do arroz (mg/vaso) (média de 2 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	50,20f	0,35d	49,61g	10,28d	12,41e	3,12b
(2) 1) + Calagem	63,45ef	0,75d	163,11fg	28,18bcd	29,89cde	4,04b
(3) FCPS 150 ppm P	212,97ab	2,77d	333,98de	71,11ab	75,21bc	13,23a
(4) 3) + Calagem	151,51cde	3,41d	482,40bcd	98,35a	104,65ab	13,61a
(5) FCPS 300 ppm P	164,54abc	5,12d	378,78cde	113,98a	78,92bc	16,09a
(6) 5) + Calagem	156,24bcd	6,63cd	386,95bcde	76,47ab	163,72ab	14,00a
(7) SPT 225 ppm P	199,59abc	30,81a	530,50b	90,62a	88,83b	15,42a
(8) 7) + Calagem	233,61a	17,42b	768,10a	85,49a	146,69a	13,82a
(9) FCTF 150 ppm P	170,80abc	1,23d	330,58e	66,22abc	68,91bcd	10,85a
(10) 9) + Calagem	173,33abc	3,32d	284,85ef	67,66abc	113,54ab	13,95a
(11) FCTF 300 ppm P	199,34abc	15,11bc	354,74cde	86,00a	102,38ab	16,64a
(12) 11) + Calagem	151,70bcd	9,20bcd	492,92bc	62,29abc	106,70ab	13,42a
(13) Sem P e S/MgSO ₄	48,08f	0,65d	113,47g	16,28cd	10,28e	3,27b
(14) 13) + Calagem	80,95def	4,68d	151,52fg	17,67cd	16,58de	4,16b
F	20,57**	28,19**	51,12**	12,82**	19,97**	19,39**
(1) dms (Tukey 5%)	76,90	9,11	150,38	51,96	54,08	6,52
CV %	13,26	31,51	10,95	20,49	17,93	1472

1 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

P sem e com calagem igualou-se estatisticamente ao padrão (SPT) com calagem, a dose 150 ppm de P, mostrou-se igual aos tratamentos que não receberam fósforo. Este comportamento dos tratamentos com FCTF foi o mesmo para a absorção dos elementos sem variações significativas para doses e aplicação de calagem.

Em relação aos teores e absorção de nutrientes nos grãos com casca do arroz, os dados correspondentes estão nas Tabelas 10 e 11, respectivamente. Os tratamentos que receberam FCPS independentemente da dose e da aplicação de calagem, apresentaram teores de N, P, K, Ca, Mg e S não diferentes estatisticamente com os teores obtidos com o SPT na dose intermediária; para as quantidades absorvidas dos mesmos elementos, não houve grande variação com respeito ao padrão, com exceção na absorção de S no tratamento com a dose de 300 ppm de P com calagem que apresentou um menor valor e igual estatisticamente ao apresentado pelo tratamento com SPT sem calagem, contudo, mais que os tratamentos que não receberam fósforo. É importante lembrar os resultados obtidos com a parte aérea para teores e quantidades absorvidas de P, que foram muito baixas, porque o elemento foi redistribuído para os grãos, diante da deficiência do elemento no solo.

Nos tratamentos com FCTF os teores de N, K, Ca e S foram equivalentes aos obtidos com os tratamentos pa-

Tabela 10 - Efeitos dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes con
tidos nos grãos do arroz mais casca (médias de 2 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	1,58	0,12d	0,35ab	0,06	0,07def	0,08
(2) 1) + Calagem	1,35	0,12d	0,32ab	0,05	0,06ef	0,06
(3) FCPS 150 ppm P	1,66	0,20bcd	0,27ab	0,06	0,09bcdef	0,09
(4) 3) + Calagem	1,62	0,20bcd	0,27ab	0,05	0,10abcde	0,09
(5) FCPS 300 ppm P	1,46	0,94abc	0,44a	0,08	0,11abcd	0,08
(6) 5) + Calagem	1,63	0,28ab	0,37ab	0,06	0,11abcd	0,07
(7) SPT 225 ppm P	1,64	0,33a	0,47a	0,07	0,12abc	0,08
(8) 7) + Calagem	1,83	0,31ab	0,28ab	0,04	0,12abc	0,09
(9) FCTF 150 ppm P	1,72	0,13d	0,31ab	0,04	0,07def	0,09
(10) 9) + Calagem	1,58	0,18cd	0,27ab	0,04	0,09bcdef	0,09
(11) FCTF 300 ppm P	1,43	0,30ab	0,51a	0,08	0,13a	0,10
(12) 11) + Calagem	1,45	0,32a	0,37ab	0,04	0,13a	0,10
(13) Sem P e s/MgSO ₄	1,88	0,13d	0,21b	0,03	0,05f	0,08
(14) 13) + Calagem	1,78	0,11d	0,29ab	0,06	0,08cdef	0,09
F	1,26ns	18,51**	4,08**	1,66ns	16,81**	1,56ns
(2) dms (Tukey 5%)	-	-	-	-	-	-
CV%	5,98	6,73	8,57	15,51	5,83	6,08

1 - Transformação das observações segundo $\arcsin \sqrt{X/100}$.

2 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 11 - Efeitos dos tratamentos sobre as quantidades de macronutrientes absorvidas nos grãos de arroz mais casca (mg/vaso) (médias de 2 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	*S
(1) Sem fósforo	22,88c	1,77c	5,15d	0,82e	1,04d	1,18d
(2) 1) + Calagem	30,33c	2,60c	7,22d	1,13de	1,36d	1,36d
(3) FCPS 150 ppm P	202,41ab	24,10ab	32,10bc	7,23ab	10,41abc	10,23abc
(4) 3) + Calagem	231,33ab	27,98ab	38,52abc	7,14ab	13,52ab	12,84a
(5) FCPS 300 ppm P	186,03ab	31,50ab	56,43a	9,57a	13,41ab	9,48abc
(6) 5) + Calagem	168,78ab	29,12ab	41,56abc	6,15bc	10,92abc	7,24c
(7) SPT 225 ppm P	164,86ab	33,27ab	46,87abc	7,06abc	11,59abc	8,07c
(8) 7) + Calagem	238,55a	40,67a	37,41abc	7,26ab	15,35ab	11,83ab
(9) FCTF 150 ppm P	170,23ab	12,87b	30,61c	3,94cde	6,43cd	8,89bc
(10) 9) + Calagem	189,43ab	21,02abc	32,33bc	4,17bcd	10,19bc	10,17abc
(11) FCTF 300 ppm P	148,95b	31,35ab	51,34ab	4,89bc	12,93ab	9,81abc
(12) 11) + Calagem	181,84ab	40,29a	46,55abc	5,04bc	16,36a	11,95ab
(13) Sem P e s/MgSO ₄	49,50c	3,32c	5,59d	0,80e	1,33d	2,11d
(14) 13) + Calagem	54,65c	3,22c	9,01d	1,70de	2,32d	2,62d
F	26,78**	15,35**	24,48**	25,55**	26,90**	41,75**
(1) dms (Tukey 5%)	80,81	20,54	20,30	3,15	5,99	3,61
CV%	13,91	23,80	16,18	16,53	16,56	11,76

1- Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

drões independentemente das doses e da calagem; mas, no caso de P e Mg somente a dose de 300 ppm de P mostrou valores comparáveis com o padrão (foram os valores maiores). Na absorção dos elementos houve uma maior absorção de P e Mg na dosagem de 300 ppm de P com calagem, sem diferença significativas do tratamento padrão, a absorção dos outros elementos não diferiu dos tratamentos padrões.

4.2.2. Teores e absorção de nutrientes na soja, parte aérea e nas vagens.

Os teores de nutrientes e quantidades absorvidas estão nas tabelas 12 e 13. A análise estatística destes resultados nos tratamentos que receberam FCPS mostrou, que os teores dos seis nutrientes analisados não diferiram estatisticamente do padrão sem calagem. Para a absorção dos nutrientes, somente o P mostrou-se diferentes dos resultados obtidos para teores, neste caso o único tratamento que não diferiu do padrão com calagem foi a dose de 300 ppm de P com calagem.

Nos tratamentos que utilizaram o FCTF como fonte de fósforo, a análise estatística mostrou que os teores de N, K, Ca, Mg e S não variaram significativamente em relação ao SPT sem calagem; a porcentagem de P foi comparável com o tratamento padrão só na dose maior sem e com calagem respecti-

Tabela 12 - Efeito dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes contidos na matéria seca da parte aérea da soja (média de 2 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	1,54ab	0,03de	2,08ab	0,92	0,46ab	0,09abc
(2) 1) + Calagem	1,70a	0,02e	2,59a	0,88	0,40abc	0,05abc
(3) FCPS 150 ppm P	0,74bc	0,13bc	1,06cde	0,77	0,31bc	0,13abc
(4) 3) + Calagem	0,84bc	0,17ab	0,93e	0,89	0,40abc	0,21ab
(5) FCPS 300 ppm P	0,73c	0,17ab	0,72e	0,87	0,29bc	0,14abc
(6) 5) + Calagem	1,39abc	0,23a	0,98de	1,04	0,40abc	0,21ab
(7) SPT 225 ppm P	0,79bc	0,31a	0,77e	0,80	0,36abc	0,11abc
(8) 7) + Calagem	0,71c	0,26a	2,81a	0,97	0,46ab	0,07c
(9) FCTF 150 ppm P	1,53ab	0,06cde	1,14cde	1,64	0,36abc	0,09abc
(10) 9) + Calagem	0,83bc	0,10bcd	1,23cde	1,04	0,47	0,12abc
(11) FCTF 300 ppm P	1,44abc	0,24a	1,23cde	0,90	0,42ab	0,11abc
(12) 11) + Calagem	0,70c	0,30a	1,14cde	1,19	0,53a	0,24a
(13) Sem P e s/MgSO ₄	1,28abc	0,04de	1,59bcd	0,56	0,24c	0,16abc
(14) 13) + Calagem	0,93abc	0,05de	1,61bc	0,89	0,37abc	0,09bc
F	7,06**	35,84**	27,37**	1,48ns	4,90**	5,84**
(2) dms (Tukey 5%)	-	-	-	-	-	-
CV%	8,96	9,78	5,98	13,64	6,31	13,35

1 - Transformação das observações segundo $\text{arc sen } \sqrt{X/100}$.

2 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 13 - Efeito dos tratamentos nas quantidades de macronutrientes absorvidas pela parte aérea da soja (mg/vaso) (média de 2 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	32,65e	0,55g	43,83c	20,50d	10,30d	1,91d
(2) 1) + Calagem	77,51bcde	0,92g	118,10bc	40,13cd	18,01cd	2,06d
(3) FCPS 150 ppm P	51,55bcde	11,00defg	89,35c	64,78bcd	25,74bcd	10,60abcd
(4) 3) + Calagem	70,31bcde	14,20cdef	77,42c	74,07abcd	33,06bcd	17,57abc
(5) FCPS 300 ppm P	78,17bcde	18,32cde	77,29c	93,04abcd	31,10bcd	14,48abcd
(6) 5) + Calagem	164,58a	26,63bc	116,25bc	123,76ab	47,15ab	24,89a
(7) SPT 225 ppm P	102,10bcd	39,70a	100,16c	103,30abc	46,17ab	13,69abcd
(8) 7) + Calagem	107,53abc	39,22ab	427,59a	148,76a	70,39a	9,80bcd
(9) FCTF 150 ppm P	84,11bcde	2,97fg	62,77c	81,70abcd	19,72bcd	4,62bcd
(10) 9) + Calagem	47,41de	5,53efg	70,00c	59,47bcd	26,81bcd	6,64bcd
(11) FCTF 300 ppm P	116,86ab	19,45cd	99,40c	72,74abcd	34,11bcd	8,52bcd
(12) 11) + Calagem	55,10cde	23,23cd	89,37c	93,37abcd	43,78abc	18,76ab
(13) Sem P e s/MgSO ₄	52,52cde	1,78fg	67,86c	24,67d	10,22d	6,76bcd
(14) 13) + Calagem	34,12e	1,71fg	59,76c	32,48cd	13,39d	3,43cd
F	12,55**	35,21**	43,61**	7,60**	11,94**	6,73**
(1) dms (Tukey 5%)	57,43	13,01	80,86	76,50	27,65	14,93
CV %	18,58	21,84	18,93	26,00	22,57	36,50

1 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

vamente. Ao comparar os dados de absorção vê-se que eles refletem a análise feita para teores, só que no caso do P a dose maior de P sem calagem e com calagem não se igualou estatisticamente com o padrão, ainda, que também não com os tratamentos que não receberam fósforo.

Em relação às vagens, os resultados obtidos encontram-se nas tabelas 14 e 15. A análise estatística para teores de nutrientes presentes nas vagens de soja, permite dizer que nos tratamentos com FCPS os teores de N, P, K, Ca e Mg não diferiram estatisticamente dos tratamentos com SPT (padrão).

Na análise dos resultados para absorção de nutrientes todos os tratamentos com FCTF sem e com calagem não diferiram nas quantidades de elementos absorvidos do SPT sem calagem. O SPT com calagem mostrou-se sempre com os maiores valores de absorção. Estes resultados indicam que em geral não houve variação nos tratamentos com FCPS, FCTF e SPT para teores e absorção de N, K, Ca, Mg e S, portanto o efeito dos tratamentos nos ensaios com arroz e soja foi devido exclusivamente às fontes de fósforo.

Por outro lado, a presença de calagem, em termos gerais não afetou significativamente os tratamentos com FCPS e FCTF para produção, teores e absorção de P, Ca e Mg,

Tabela 14 - Efeito dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes contidos nas vagens da soja (média de 2 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	3,08	0,16f	1,77	0,50b	0,54	0,18h
(2) 1) + Calagem	3,76	0,19ef	1,84	0,55ab	0,54	0,15i
(3) FCPS 150 ppm P	2,78	0,44bc	2,32	0,94ab	0,72	0,24bc
(4) 3) + Calagem	2,56	0,44bc	2,21	0,96ab	0,76	0,26def
(5) FCPS 300 ppm P	2,26	0,51ab	2,35	1,03ab	0,68	0,30b
(6) 5) + Calagem	2,41	0,51ab	2,90	1,47a	0,85	0,34a
(7) SPT 225 ppm P	2,51	0,54a	2,48	0,83ab	0,68	0,27bcde
(8) 7) + Calagem	2,48	0,47ab	2,43	0,88ab	0,75	0,23fg
(9) FCTF 150 ppm P	2,44	0,33cd	1,98	0,93ab	0,91	0,20g
(10) 9) + Calagem	2,52	0,49ab	2,58	1,07ab	0,88	0,27efg
(11) FCTF 300 ppm P	2,24	0,49ab	2,54	0,92ab	0,86	0,28bcd
(12) 11) + Calagem	2,02	0,58a	2,47	1,38ab	0,85	0,29bcd
(13) Sem P e s/MgSO ₄	2,61	0,24def	2,44	0,90ab	0,95	0,22g
(14) 13) + Calagem	2,98	0,27de	2,65	0,92ab	0,86	0,19h
F	1,28ns	6,01**	2,10ns	2,75**	1,37ns	106,43**
(2) dms (Tukey 5%)	-	-	-	-	-	-
CV%	10,10	3,95	6,52	12,37	10,40	1,63

1 - Transformações das observações segundo $\text{arc sen } \sqrt{X/100}$.

2 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 15 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades de macronutrientes absorvidos nas vagens da soja (mg/vaso) (médias de 2 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	60,45	2,98e	34,10e	9,48d	10,33b	3,42c
(2) 1) + Calagem	123,77	6,19cde	60,87bcde	17,32cd	17,32b	4,70bc
(3) FCPS 150 ppm P	81,09	12,84bcde	67,32bcde	27,22bcd	20,78b	8,45abc
(4) 3) + Calagem	114,99	19,32abc	95,11bcd	40,19abc	32,78ab	10,68abc
(5) FCPS 300 ppm P	86,98	19,55abc	90,66bcd	39,72abc	26,16ab	11,37ab
(6) 5) + Calagem	63,52	13,25bcde	75,63bcde	38,12abc	22,04ab	8,97abc
(7) SPT 225 ppm P	108,94	23,48ab	107,80ab	36,09abc	29,55ab	11,53ab
(8) 7) + Calagem	162,47	31,25a	158,24a	56,76a	48,15a	15,30a
(9) FCTF 150 ppm P	95,07	12,65bcde	84,15bcde	37,95abc	34,70ab	7,85bc
(10) 9) + Calagem	59,46	11,42bcde	60,37bcde	25,21bcd	20,74b	5,77bc
(11) FCTF 300 ppm P	84,08	18,12abcd	94,86bcd	34,17abc	32,10ab	10,44abc
(12) 11) + Calagem	74,26	21,10ab	98,80bc	49,36ab	30,55ab	10,32abc
(13) Sem P e s/MgSO ₄	97,42	6,28cde	46,11de	23,59cd	25,80ab	5,83bc
(14) 13) + Calagem	59,97	5,36de	52,74cde	18,40cd	17,21b	5,86c
F	1,71ns	11,21**	11,49**	8,81**	4,05**	6,94**
(1) dms (Tukey 5%)	-	13,51	52,12	24,61	26,35	7,33
CV%	34,92	23,27	16,23	19,05	25,13	21,72

1 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

mesmo assim, houve acréscimos nos valores. Isso mostra que a absorção de fósforo independentemente da fonte utilizada está relacionada com a absorção de cálcio e/ou magnésio.

4.3. Ensaio com capim Colômbio após arroz e após soja para determinar o efeito residual do fosfato de Catalão parcialmente solubilizado (FCPS) e com tratamento de fusão (FCTF) sobre a produção de matéria seca da parte aérea (três cortes).

4.3.1. Produção de matéria seca do capim Colômbio após arroz (três cortes).

Os dados de produção de matéria seca do Capim Colômbio após a colheita do arroz, em três cortes sucessivos, encontram-se na Tabela 16, onde igualmente estão os dados de matéria seca para os três cortes de capim após soja. A análise da variância dos dados obtidos para os três cortes de capim efetuados, mostrou um valor de F altamente significativo para o efeito de tratamentos; o teste de Tukey 5% para a comparação de médias mostrou que no primeiro corte a fonte mais eficiente foi o FCTF na dose 300 ppm P com calagem não diferindo estatisticamente da dose 150 ppm de P com calagem e da

Tabela 16- Produção de matéria seca de capim colônio em três cortes sucessivos após arroz de sequeiro e após soja sobre o efeito residual das diferentes fontes de fósforo com e sem calagem. (médias de três repetições).

TRATAMENTOS	Capim C. após arroz (g/vaso)				Capim C. após soja (g/vaso)			
	Nº 1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte		
Sem fósforo	1 0,96	f 6,33	d 1,53	d 0,75	d 8,66	g 3,72	d	
Trat. (1) mais calagem	2 0,73	f 6,95	d 2,94	d 1,20	d 8,52	g 5,02	bcd	
FCPS dose 150 ppm de P	3 4,47	de 16,93	bc 9,97	b 5,50	b 21,84	bc 10,77a		
Trat. (3) mais calagem	4 5,73abcd	20,34ab	10,93abc	b 5,37	b 18,12	cd 11,96a		
FCPS dose 300 ppm de P	5 5,63bcd	18,84abc	11,16abc	b 5,39	b 19,89	bcd 11,90a		
Trat. (5) mais calagem	6 5,93abc	15,74 c	9,47 bc	a 8,50	a 22,63ab	13,04a		
SPT dose 225 ppm de P	7 4,14	e 16,08 c	11,44abc	ab 6,64	ab 21,94	bc 12,66a		
Trat. (7) mais calagem	8 4,62 cde	21,34a	13,87a	ab 6,51	ab 19,12	bcd 12,78a		
FCTF dose 150 ppm de P	9 3,85	e 20,15ab	7,98 c	b 2,96	cd 16,25	de 7,45 b		
Trat. (9) mais calagem	10 6,26ab	20,97a	11,12abc	b 2,75	d 13,57	ef 6,56 bc		
FCTF dose 300 ppm de P	11 6,63ab	19,51abc	12,38ab	b 5,27	bc 22,88ab	11,80a		
Trat. (11) mais calagem	12 7,12a	21,07a	11,22abc	b 5,40	b 26,53a	12,90a		
Sem fósforo e sem MgSO ₄	13 0,96	f 9,88	d 2,41	d 1,06	d 10,82	fg 4,49	cd	
Trat. (13) mais calagem	14 0,76	f 7,70	d 2,94	d 1,18	d 9,20	g 5,33	bcd	
F	72,80**	54,65**	39,57**	29,92**	62,19**	51,04**		
dms (Tukey 5%) (1)	1,42	3,97	3,47	2,35	3,95	2,64		
CV %	11,50	8,38	13,59	18,84	7,71	9,48		

(1) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

dose 300 ppm sem calagem, sendo igual ao FCPS na dose 300 ppm com calagem; ambas as fontes tiveram uma boa eficiência nas doses maiores com calagem. O SPT mostrou uma eficiência menor, só comparável ao FCPS na dose 150 ppm P com calagem e 300 ppm de P sem calagem.

No segundo corte novamente a maior eficiência correspondeu ao FCTF na dose de 150 e 300 ppm de P com calagem e ao SPT na dose intermediária com calagem, sendo estas produções iguais estatisticamente às obtidas com os tratamentos FCTF dose 150 ppm P e 300 ppm de P, ambas sem calagem; FCPS dose 150 ppm P com calagem e dose 300 ppm P sem calagem. O SPT sem calagem mostrou, uma eficiência menor, mesmo assim comparável com os FCPS e FCTF nas doses de 300 ppm de P sem calagem.

Para o terceiro corte, a melhor eficiência foi para o SPT com calagem, não diferindo este valor dos obtidos para SPT sem calagem, FCTF na dose 150 ppm P com calagem e na dose 300 ppm de P com e sem calagem, ao igual que para FCPS na dose 150 ppm P com calagem e 300 ppm P sem calagem.

Nos três cortes realizados, os tratamentos que não receberam fósforo apresentaram as produções mais baixas, as quais não diferiram entre si. Isto concorda com um trabalho realizado por WERNER et alii (1967), no qual verificaram através de ensaios de vaso com capim Colonião, que o fósforo

foi o elemento que mais limitou o crescimento, seguido do nitrogênio e do enxofre.

As curvas de regressão para doses das fontes FCPS e FCTF e produção de matéria seca nos três cortes de capim Colonião, encontram-se nas Figuras 5, 6 e 7.

No primeiro corte (Figura 5) pode-se observar que para o FCPS, as doses empregadas tiveram um efeito linear e positivo, a calagem não teve um efeito significativo. Para o FCTF, as doses empregadas, também mostraram efeito linear positivo e um efeito grande da calagem na dose de 150 ppm P.

Em relação ao segundo corte (Figura 6), o FCPS sem calagem mostrou um efeito linear positivo, mas com calagem o efeito foi quadrático, tendo um efeito linear positivo e altamente significativa na dose 150 ppm e uma diminuição significativa de produção na dose de 300 ppm P. No caso do FCTF o efeito foi linear, mas as produções obtidas com a dose 150 ppm P sem calagem e com calagem, foram mantidas na dose 300 ppm P.

Na Figura 7, tem-se as curvas de regressão para o terceiro corte de colonião, neste caso o FCPS sem calagem manteve um efeito linear positivo nas dosagens; com calagem o efeito das doses foi menor. Para o FCTF em ambos

Figura 5 - Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após arroz (1º corte).

Figura 6 - Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após arroz (2º corte).

Figura 7 - Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colônia após arroz (3º corte).

casos, com calagem e sem calagem a relação foi linear positiva.

4.3.2. Produção de matéria seca de capim Colonião após soja (três cortes).

Na Tabela 16, encontram-se os dados de produção de matéria seca do capim Colonião após a colheita da soja, dos três cortes sucessivos. A análise da variância mostrou efeito dos tratamentos (valor F), altamente significativo nos três cortes. O contraste nas médias (Teste de Tukey 5%), mostrou que no primeiro corte a melhor fonte foi o FCPS na dose maior com calagem, não diferindo estatisticamente do tratamento padrão (SPT com e sem calagem); em segundo lugar aparece o FCPS na dose 150 ppm e 300 ppm de P sem calagem, e o FCTF na dose maior (300 ppm de P) com e sem calagem.

No segundo corte o melhor tratamento correspondeu ao FCTF na dose 300 ppm P com calagem não diferindo da mesma dosagem sem calagem e do FCPS na mesma dosagem com calagem. O efeito do padrão (SPT) igualou-se com os três tratamentos de FCPS independentemente da dose e da aplicação de calagem.

Em relação ao terceiro corte, todos os trata-

mentos com FCPS independentemente da dosagem e da aplicação de calagem apresentaram a maior eficiência, junto com o SPT com e sem calagem e com o FCTF na dose 300 ppm P com e sem calagem.

Do mesmo modo observa-se novamente que os tratamentos que não receberam fósforo apresentaram as produções de matéria seca mais baixas.

A análise de regressão para doses de FCPS e FCTF, e produções de matéria seca nos três cortes de capim Colonião após soja, estão nas Figuras 8, 9 e 10. Para o primeiro corte o FCPS, apresentou um efeito linear positivo altamente significativo para dose e calagem, sendo este efeito menor quando não houve aplicação de calagem. Para o FCTF o comportamento foi semelhante com a sem calagem, linear positivo.

No segundo corte, novamente, o efeito do FCPS foi linear e positivo para doses com calagem e com efeito quadrático em ausência de calagem, apresentando-se uma queda de produção não significativa com a dose maior de P. As curvas no caso do FCTF, como no primeiro corte, mostraram um efeito linear e positivo.

Para o terceiro corte ambas as fontes de fósforo apresentaram efeito linear e positivo, com características muito semelhantes entre si.

Figura 8 - Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colômbio após soja (1º corte).

Figura 9 - Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do camipim Colônião após soja (2º corte).

Figura 10 - Efeito das doses de P sobre a produção de matéria seca do capim Colonião após soja (3ª corte).

Na presença de calagem não houve diferença marcante entre os adubos sobre a produtividade de matéria seca. Na sua ausência os fosfatos testados, de menor solubilidade (FCPS e FCTF), aplicados nas doses maiores e portanto levando grandes quantidades de cálcio, magnésio e enxofre, mostraram igual e até um maior efeito residual que o superfosfato triplo. Dados de (MASCARENHAS et alii, 1978 e BATAGLIA et alii, 1983) em trabalhos semelhantes mostraram a importância do magnésio presente no termofosfato e do cálcio no hiperfosfato e fosfato de Araxá em Guaira e São Simão (SP). Evidenciando a importância dos nutrientes acompanhantes de fósforo dos adubos fosfatados.

4.4. Teores e absorção de nutrientes do capim Colonião, nos ensaios após arroz e após soja.

4.4.1. Teores e absorção de nutrientes do capim Colonião após arroz (três cortes).

Os dados encontram-se nas tabelas 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

Nas tabelas 17 e 18 estão os dados correspondentes ao primeiro corte; nelas pode-se observar que a análise

se da variância deu valores de F altamente significativos para efeito de tratamentos em todas as variáveis (N, P, K, Ca, Mg e S). O contraste de médias de tratamentos para teores de nutrientes, mostra que nos tratamentos com FCPS os níveis de N, P, Ca e S apresentaram valores comparáveis aos obtidos com os tratamentos com SPT e muito característicos de plantas normais, comparadas com os dados apresentados por HAAG et alii (1967). Estes autores citam para o Colômbio, níveis médios de 1,71% de nitrogênio, 0,20% de fósforo, 0,33% de potássio, 0,29% de cálcio e 0,24% de magnésio em plantas com 56 dias. Teores semelhantes foram encontrados também por ANDREASSI et alii (1967). Com respeito a potássio, o teor foi mais baixo que o nível médio citado; o tratamento com SPT, também não garantiu o nível indicado. No caso do magnésio só a dose de 300 ppm P com calagem chegou ao nível médio citado. Em relação a absorção de nutrientes pelo capim nos tratamentos com FCPS, pode-se verificar pela comparação das médias, que as quantidades absorvidas de nitrogênio, potássio e enxofre acompanharam às quantidades absorvidas nos tratamentos com SPT; no caso do fósforo, os quatro tratamentos com FCPS não diferiram entre si na absorção do elemento; só a dose maior (300 ppm P) com e sem calagem igualou-se ao tratamento padrão (SPT); no caso de cálcio e magnésio os tratamentos com FCPS superaram nas quantidades absorvidas nos tratamentos com SPT.

Tabela 17 - Efeito dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes, contidas na matéria seca do capim colonião após arroz no 1º corte (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	3,44abc	0,12defg	1,84a	0,18de	0,11fgh	0,21ab
(2) 1) + Calagem	4,25a	0,09fg	0,60d	0,16e	0,68gh	0,16b
(3) FCPS 150 ppm P	2,32def	0,18bcde	0,99bcd	0,28bcd	0,07h	0,35ab
(4) 3) + Calagem	1,87def	0,14cdefg	1,48ab	0,25cde	0,17cdef	0,27ab
(5) FCPS 300 ppm P	2,82abcd	0,21abc	0,96bcd	0,45a	0,10fgh	0,37a
(6) 5) + Calagem	1,80def	0,17bcde	1,09bcd	0,40ab	0,23bcd	0,27ab
(7) SPT 225 ppm P	1,83def	0,29a	1,38ab	0,23cde	0,08gh	0,21ab
(8) 7) + Calagem	2,08def	0,25ab	1,45ab	0,29bcd	0,14efg	0,18ab
(9) FCTF 150 ppm P	2,72abcde	0,16cdef	1,36ab	0,26cde	0,15defg	0,37a
(10) 9) + Calagem	1,56f	0,16cdef	1,04bcd	0,25cde	0,28ab	0,27ab
(11) FCTF 300 ppm P	1,64ef	0,19bcd	0,63d	0,31abc	0,24bc	0,30a
(12) 11) + Calagem	1,58f	0,19bcd	0,63d	0,28bcd	0,23bcd	0,31ab
(13) Sem P e s/MgSO ₄	3,92ab	0,11efg	0,76cd	0,18de	0,38a	0,30ab
(14) 13) + Calagem	3,48abc	0,09g	1,29abc	0,26cde	0,23bcde	0,19ab
F	14,15**	15,26**	12,05**	10,64**	27,58**	3,30**
(2) dms (Tukey 5%)	-	-	-	-	-	-
CV%	8,43	7,80	8,73	7,73	8,46	12,27

1 - Transformações das observações segundo $\arcsen \sqrt{X/100}$.

2 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 18 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades dos macronutrientes absorvidas pelo capim Colonião após arroz no 1º corte (mg/vaso) (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	33,07d	1,14d	17,91de	1,72de	1,07ef	2,10c
(2) 1) + Calagem	26,46d	0,69d	4,59e	1,21e	0,62f	1,90c
(3) FCPS 150 ppm P	101,79bc	8,17bc	44,63bc	12,60bc	3,31def	15,55ab
(4) 3) + Calagem	107,35bc	8,38bc	82,06a	14,43bc	9,93bc	15,99ab
(5) FCPS 300 ppm P	157,20a	11,99ab	53,89bc	25,94a	5,85cde	21,25a
(6) 5) + Calagem	118,92b	10,13ab	64,42abc	24,02a	13,94ab	16,17ab
(7) SPT 225 ppm P	75,43c	13,40a	56,43bc	9,72cd	3,43def	8,83bc
(8) 7) + Calagem	94,92bc	12,64a	67,37ab	13,13bc	6,54cd	8,85bc
(9) FCTF 150 ppm P	104,08bc	6,01c	52,53bc	10,00cd	5,91cde	14,40ab
(10) 9) + Calagem	98,37bc	9,88abc	66,40abc	15,62bc	17,54a	17,41ab
(11) FCTF 300 ppm P	108,40b	12,23ab	41,92cd	20,51ab	16,43a	20,06a
(12) 11) + Calagem	112,41b	13,51a	45,82bc	20,40ab	16,70a	22,11a
(13) Sem P e S/MgSO ₄	37,81d	1,10d	7,50e	1,75de	3,69def	2,92c
(14) 13) + Calagem	27,39d	0,67d	9,99e	1,97de	1,73def	1,45c
F	39,49**	40,36**	27,17**	27,69**	37,85**	14,44**
(1) dms (Tukey 5%)	32,85	4,10	24,61	8,36	5,16	10,43
CV	12,89	17,45	18,73	22,61	22,65	29,02

(1) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Com relação aos tratamentos que utilizaram FCTF, os teores de nutrientes encontrados para cálcio, magnésio e enxofre foram normais independentemente da dosagem e da calagem. O teor de nitrogênio foi baixo, mas não diferiu do tratamento com SPT; o fósforo apresentou teores comparáveis ao tratamento com SPT, só na dose maior com calagem, e os teores de potássio, somente a dose 150 ppm de P apresentou valores iguais estatisticamente com o tratamento padrão. As quantidades absorvidas de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre nos tratamentos com FCTF, na dose maior com e sem calagem foram as maiores, para potássio a maior absorção apresentou-se no tratamento com a dose 150 ppm de P com e sem calagem; nos casos do magnésio e enxofre as quantidades absorvidas superaram estatisticamente às obtidas nos tratamentos com SPT. A adição de adubos fosfatados nem sempre é acompanhada de correlações significativas entre o teor fósforo na matéria seca e a produção. Frequentemente, os teores de outros nutrientes na planta são mais afetados que o próprio fósforo. MASCARENHAS et alii, (1978), trabalhando com soja, mostraram que a aplicação de adubos fosfatados em ausência de calagem modificou principalmente os teores de Ca e Mg, além do Fe, Zn e Al. Alguns desses nutrientes estão presentes nos fertilizantes como Ca e Mg.

No segundo corte (tabelas 19 e 20), a análise

Tabela 19 - Efeito dos tratamentos nos teores ⁽¹⁾ de macronutrientes contidas na matéria seca do capim Colonião após arroz no 2º corte (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	1,24bc	0,085efg	2,35ab	0,23b	0,12f	0,66a
(2) 1) + Calagem	1,37b	0,09efg	2,22abc	0,29ab	0,13f	0,50abc
(3) FCPS 150 ppm P	0,77d	0,14bcd	0,93ef	0,65ab	0,16f	0,47bc
(4) 3) + Calagem	0,76d	0,11de	0,81f	0,67ab	0,33bc	0,39cd
(5) FCPS 300 ppm P	1,08bcd	0,17ab	1,34def	0,55ab	0,18def	0,46bcd
(6) 5) + Calagem	1,01bcd	0,15bc	1,45cdef	0,82a	0,44ab	0,43cd
(7) SPT 225 ppm P	0,88cd	0,17ab	1,48cde	0,58ab	0,19def	0,43cd
(8) 7) + Calagem	1,16bcd	0,19a	2,03bcd	0,54ab	0,29cd	0,43cd
(9) FCTF 150 ppm P	1,26bc	0,10ef	1,36def	0,45ab	0,26cde	0,51abc
(10) 9) + Calagem	1,25bc	0,11de	1,47cdef	0,74a	0,51a	0,47bc
(11) FCTF 300 ppm P	1,07bcd	0,14bc	1,42cdef	0,52ab	0,43ab	0,46bcd
(12) 11) + Calagem	1,03bcd	0,13cd	1,00ef	0,69ab	0,52a	0,43cd
(13) Sem P e S/Mg	2,07a	0,08fg	3,06a	0,29ab	0,15f	0,61ab
(14) 13) + Calagem	1,94a	0,07g	2,96ab	0,28ab	0,17ef	0,33d
F	14,75**	43,35**	18,88**	3,15**	40,70**	7,94**
(2) dms (Tukey 5%)						
CV	8,92	4,18	8,30	17,45	7,21	5,28

(1) Transformação das observações segundo $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

(2) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 20 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades dos macronutrientes absorvidos pelo capim Colonião após arroz no 2º corte (mg/vaso) (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	78,50d	5,35e	151,47d	14,54d	7,56g	40,76def
(2) 1) + Calagem	94,92d	6,00e	154,95d	20,44d	8,81g	34,82ef
(3) FCPS 150 ppm P	129,99cd	23,65cd	137,56d	111,02abc	27,56efg	80,34abc
(4) 3) + Calagem	153,60cd	22,37cd	163,94cd	136,02abc	68,34bc	80,04abc
(5) FCPS 300 ppm P	202,51abc	32,74b	253,60bcd	149,30ab	34,54de	87,41abc
(6) 5) + Calagem	160,23bcd	24,22cd	229,67bcd	130,29abc	68,95bc	69,52bcd
(7) SPT 225 ppm P	142,05cd	27,72bc	238,68bcd	92,78c	29,78ef	69,22bcd
(8) 7) + Calagem	249,75ab	40,53a	435,23a	117,86abc	61,76c	93,28ab
(9) FCTF 150 ppm P	253,56ab	20,07d	272,36bcd	91,11c	53,04cd	104,92a
(10) 9) + Calagem	264,12a	23,14cd	311,55ab	155,25a	107,92a	100,15a
(11) FCTF 300 ppm P	211,51abc	27,86bc	277,86bcd	161,31bc	84,46b	90,00abc
(12) 11) + Calagem	221,06abc	28,78bc	211,83bcd	144,99ab	109,59a	91,39ab
(13) Sem P e s/MgSO ₄	205,91abc	7,59e	298,18bc	28,35d	15,20efg	60,09cde
(14) 13) + Calagem	150,70cd	5,67e	228,07bcd	22,63d	13,60fg	25,62f
F	10,51**	67,95**	8,82**	29,19**	76,89**	17,72**
(2) dms (Tukey 5%)	93,68	6,93	135,13	49,49	20,81	30,61
CV	17,40	10,97	18,67	17,58	14,08	13,94

(2) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

da variância novamente deu um valor de F, altamente significativo para efeito de tratamento em todas as variáveis estudadas, tanto para teores como no conteúdo. A comparação das médias para tratamentos com FCPS e SPT, mostra que os teores de nitrogênio, cálcio e enxofre não diferem entre si; para o fósforo houve uma diminuição no tratamento para a dose 150 ppm de P com calagem, não comparável com o SPT (padrão); o potássio apresentou um nível adequado para a dose maior com e sem calagem; o mesmo aconteceu com o magnésio nas doses de 150 e 300 ppm de P ambos sem calagem. Com relação às quantidades de nutrientes absorvidas tem-se que no caso de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre, a absorção nos tratamentos com FCPS foi equivalente ao tratamento padrão sem calagem, no caso do magnésio, os tratamentos com FCPS e calagem, superaram aos tratamentos com SPT.

Quanto aos tratamentos com FCTF, os teores de nitrogênio, potássio, cálcio e enxofre, não diferiram entre tratamentos e foram iguais estatisticamente ao tratamento com SPT sem calagem. No caso do fósforo, o maior teor foi no tratamento com a dose maior sem calagem comparável ao tratamento com SPT sem calagem. No caso do magnésio, os teores apresentados nos tratamentos com o FCTF, com calagem foram os maiores, superando os tratamentos em SPT e FCPS. As quantidades de nutrientes absorvidos nos tratamentos com FCTF apresentaram uma

tendência semelhante à observada para teores de nutrientes. A absorção de fósforo foi equivalente ao tratamento com SPT sem calagem, quando se usaram as doses maiores com o sem calagem.

Novamente houve grande absorção de magnésio em ambas as doses com calagem.

No terceiro corte (Tabelas 21 e 22), os tratamentos com FCPS independentemente da dose e da calagem apresentaram teores iguais estatisticamente aos encontrados nos tratamentos com SPT na dose intermediária com e sem calagem, no teor de cálcio para a dose maior com calagem o FCPS superou estatisticamente ao SPT. Quanto a absorção total, a situação não variou muito em relação à observada com respeito aos teores, entretanto o tratamento com a dose maior de P e calagem apresentou a maior absorção de magnésio superando ao tratamento com SPT. Na comparação dos tratamentos com FCTF, vê-se que os teores encontrados para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxôfre, não diferem dos teores encontrados nos tratamentos com SPT, independentemente da dose e da calagem, o mesmo não acontecendo para teores de magnésio, pois os tratamentos com FCTF apresentaram os maiores valores percentuais, esta situação manteve-se no caso da absorção dos nutrientes. Isto indica que em tais tratamentos houve um maior fornecimento de magnésio para a planta proveniente do termofosfato. (LOPEZ et alii, 1982; MALAVOLTA, 1980), e provavelmente este elemento junto ao fósforo e

Tabela 21 - Efeito dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após arroz no 3º corte (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	3,04a	0,02cd	2,92a	0,06f	0,05cd	0,41a
(2) 1) + Calagem	1,93bc	0,03bcd	2,00bcd	0,18e	0,10b	0,38ab
(3) FCPS 150 ppm P	1,27de	0,06abc	1,97bcde	0,22de	0,07bcd	0,29abcd
(4) 3) + Calagem	1,08de	0,05abc	1,44de	0,32abc	0,10b	0,20cde
(5) FCPS 300 ppm P	1,08de	0,06abc	1,44de	0,31abcd	0,07bcd	0,18de
(6) 5) + Calagem	1,22de	0,06abc	1,54cde	0,38ab	0,23a	0,17e
(7) SPT 225 ppm P	1,00de	0,08a	1,57cde	0,23cde	0,07bcd	0,27bcde
(8) 7) + Calagem	1,11de	0,08a	1,56cde	0,25cde	0,08bc	0,23cde
(9) FCTF 150 ppm P	1,33cde	0,03bcd	1,80bcde	0,19e	0,11b	0,38ab
(10) 9) + Calagem	1,23de	0,04abcd	1,34de	0,42a	0,21a	0,20cde
(11) FCTF 300 ppm P	1,44cde	0,07ab	1,30e	0,27bcde	0,24a	0,23cde
(12) 11) + Calagem	0,98e	0,06abc	1,30e	0,33abc	0,20a	0,19de
(13) Sem P e s/MgSO ₄	2,07b	0,01d	2,20abc	0,07f	0,04d	0,28bcd
(14) 13) + Calagem	1,52bcd	0,01d	2,52ab	0,18e	0,21a	0,31abc
F	20,85**	8,54**	11,51**	36,76**	47,48**	11,99**
(2) dms (Tukey 5%)	1,38	0,58	1,55	0,57	0,45	0,66
CV	6,73	15,42	6,81	6,92	7,70	7,52

(1) Transformação das observações segundo $\text{arc sen } \sqrt{X/100}$.

(2) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 22 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades dos macronutrientes absorvidos pelo capim colônia após arroz no 3º corte (mg/vaso) (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	46,64e	0,49f	49,42c	1,06f	0,81d	6,48d
(2) 1) + Calagem	56,35de	0,93ef	58,29c	5,13ef	3,05cd	11,26cd
(3) FCPS 150 ppm P	127,05ab	6,27bcd	195,42ab	21,60cd	6,64bcd	28,78ab
(4) 3) + Calagem	117,70bc	5,78bcd	159,05ab	34,09ab	11,73b	21,94abc
(5) FCPS 300 ppm P	120,83bc	7,13abc	160,84ab	34,84ab	4,47bcd	20,15abc
(6) 5) + Calagem	118,35bc	6,16bcd	143,97b	35,60ab	22,19a	15,76bcd
(7) SPT 225 ppm P	114,46bc	9,15ab	180,65ab	26,37bcd	7,93bcd	31,39a
(8) 7) + Calagem	154,47ab	11,12a	217,37a	35,15ab	11,08b	31,51a
(9) FCTF 150 ppm P	106,96bcd	2,74def	143,93b	14,81de	9,01bc	30,03a
(10) 9) + Calagem	135,48ab	4,30cde	147,98b	46,41a	23,38a	24,68ab
(11) FCTF 300 ppm P	178,26a	9,63ab	161,57ab	32,80bc	27,87a	28,42ab
(12) 11) + Calagem	104,34bcd	6,57bcd	145,65b	36,53ab	22,56a	20,78abc
(13) Sem P e S/MgSO ₄	66,20cde	0,39f	54,15c	1,69f	0,87d	6,62d
(14) 13) + Calagem	42,81e	0,36f	74,20c	5,36ef	6,19bcd	9,59cd
F	13,93**	20,02**	17,06**	39,79**	41,86**	12,61**
(1) dms (Tukey 5%)	55,85	4,20	68,93	12,59	7,13	13,41
CV%	17,47	27,50	17,08	17,73	20,76	21,82

1 - Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

cálcio, sejam responsáveis pelo rendimento de matéria seca obtido com FCTF nas dosagens maiores.

Para os três cortes realizados frequentemente apresentaram-se teores elevados de nutrientes nos tratamentos que não receberam fósforo (tratamentos 1, 2, 13 e 14 respectivamente), principalmente para o nitrogênio. Isto se pode atribuir ao efeito de concentração, sendo que nos tratamentos em que não houve limitação de crescimento, o nitrogênio absorvido pelas raízes era distribuído em mais matéria seca. Este fato foi observado por WERNER et alii (1967) trabalhando com capim Colônião e utilizando um solo esgotado.

A ordem de absorção de elementos foi: potássio, nitrogênio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo; com exceção feita do 1º corte onde o nitrogênio foi mais absorvido do que o potássio. Esta mesma ordem, foi encontrada por HAAG et alii (1967) e WERNER (1971).

4.4.2. Teores e absorção de nutrientes do capim Colônião após soja (três cortes).

Os teores e quantidades absorvidas de nutrientes do capim Colônião após soja se encontram nas Tabelas 23, 24, 25, 26, 27 e 28.

Os dados do primeiro corte estão contidos nas tabelas 23 e 24. Pela análise da variância pode-se perceber que o valor F foi altamente significativo para efeito de tratamento em todas as variáveis. Na comparação das médias de tratamentos com FCPS para teores de nutrientes, encontram-se que os teores de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre não diferiram estatisticamente dos tratamentos com SPT. No caso de fósforo os teores foram iguais para as duas doses com e sem calagem, sem chegar ao encontrado no tratamento padrão (SPT). Na quantidade total dos elementos absorvidos a situação para o nitrogênio não variou com respeito ao apresentado para teores. No caso fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, os tratamentos com FCPS na dose maior, apresentaram efeito da calagem sendo os valores obtidos iguais, e no caso de potássio superiores, ao tratamento com SPT.

Com relação aos tratamentos em que se utilizou FCTF, os teores não diferiram muito dos obtidos para o tratamento com SPT, com exceção dos teores de fósforo, que foram inferiores; o teor na dose maior alcançou o nível médio citado por HAAG et alii (1967). Para a absorção total de nutrientes não houve diferença significativa nos casos do nitrogênio e potássio comparativamente com o tratamento padrão (SPT). Para fósforo, magnésio houve efeito de doses em ausência e presença de calagem e para enxofre só em ausência de calagem.

Tabela 23 - Efeitos dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após soja no 1º corte. (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	3,41abc	0,11d	1,64def	0,21cd	0,15de	0,21c
(2) 1) + Calagem	4,18a	0,11d	2,97ab	0,22cd	0,18abcde	0,25bc
(3) FCPS 150 ppm P	2,10cdef	0,16bcd	1,44ef	0,21cd	0,15de	0,37ab
(4) 3) + Calagem	3,15abcde	0,15bcd	1,73cdef	0,29abc	0,23abcd	0,34ab
(5) FCPS 300 ppm P	1,50f	0,19bc	1,84cdef	0,38a	0,14de	0,30abc
(6) 5) + Calagem	1,75ef	0,22b	1,96cde	0,37a	0,26ab	0,33abc
(7) SPT 225 ppm P	2,06cdef	0,33a	1,73cdef	0,28abcd	0,17bcde	0,28abc
(8) 7) + Calagem	1,80def	0,33a	1,69def	0,36ab	0,27a	0,41a
(9) FCTF 150 ppm P	2,37bcdef	0,15bcd	2,32bcd	0,22cd	0,15de	0,30abc
(10) 9) + Calagem	3,66ab	0,13cd	2,48abc	0,24bcd	0,20abcde	0,33abc
(11) FCTF 300 ppm P	1,50f	0,18bc	1,74cdef	0,28abcd	0,25abc	0,40a
(12) 11) + Calagem	1,88def	0,22b	1,21f	0,23cd	0,28a	0,29abc
(13) Sem P e s/MgSO ₄	3,37abc	0,12d	3,22a	0,19cd	0,13e	0,28abc
(14) 13) + Calagem	3,18abcd	0,11d	2,45abcd	0,18d	0,15cde	0,25bc
F	10,08**	23,26**	14,65**	9,31**	8,31**	4,67**
() dms (Tukey 5%)						
CV	9,63	6,33	7,31	8,53	8,59	7,39

(1) Transformações das observações segundo $\arcsen \sqrt{X/100}$.

(2) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 24 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades dos macronutrientes absorvidos pelo capim Colônia após soja no 1º corte (mg/vaso) (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	26,01e	0,85e	12,68e	1,54h	1,09f	1,53e
(2) 1) + Calagem	49,24cde	1,33e	35,54de	2,75gh	2,25f	2,97e
(3) FCPS 150 ppm P	115,93abcd	9,02bcd	57,08cde	11,46defg	8,36cdef	20,21ab
(4) 3) + Calagem	172,85a	8,33bcd	92,11bc	16,01bcde	12,92bcd	18,98abc
(5) FCPS 300 ppm P	80,20bcde	10,51b	99,11bc	20,57bc	7,67cdef	16,12bcd
(6) 5) + Calagem	149,74ab	18,98a	167,74a	31,72a	22,93a	27,75a
(7) SPT 225 ppm P	137,24ab	21,71a	115,08b	17,73bcd	11,22bcde	18,27abcd
(8) 7) + Calagem	120,70abc	19,88a	120,28b	23,71ab	18,17ab	26,60a
(9) FCTF 150 ppm P	68,45bcde	4,49cde	68,01bcd	7,69efgh	4,17ef	8,89de
(10) 9) + Calagem	102,31abcde	3,70de	68,20bed	6,81fgh	5,73def	9,38cde
(11) FCTF 300 ppm P	79,60bcde	9,83bc	91,93bc	14,95bcdef	13,56bc	20,88ab
(12) 11) + Calagem	103,92abcde	11,72b	64,92bcd	12,90cdef	15,69ab	15,68bcd
(13) Sem P e S/MgSO ₄	36,06de	1,28e	34,23de	2,03h	1,38f	2,96e
(14) 13) + Calagem	37,68de	1,32e	29,05e	2,11h	1,85f	2,94e
F	8,23**	43,27**	18,00**	29,01**	23,73**	21,71**
(1) dms (Tukey 5%)	81,79	5,70	50,63	8,29	7,32	10,00
CV	29,89	21,70	22,64	24,01	26,99	22,30

(1) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Como no primeiro corte do capim Colonião após arroz, o elemento mais acumulado foi o nitrogênio.

No segundo corte (Tabelas 25 e 26), os teores encontrados nos tratamentos com FCPS, para nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre foram concordantes com os achados para os tratamentos com SPT. No caso do fósforo os tratamentos com a dose 150 ppm de P apresentaram teores baixos e não diferentes dos tratamentos que não receberam fósforo; mesmo assim não houve efeito de dose para teor de fósforo. O potássio passou a ser elemento absorvido em maior quantidade, seguido do nitrogênio, cálcio, enxôfre, magnésio e fósforo. Com exceção do fósforo todos os elementos apresentaram valores comparáveis aos tratamentos com SPT, independentemente da dose e da calagem; no caso do fósforo na dose maior com e sem calagem igualou-se ao SPT.

Para os tratamentos que receberam FCTF os teores encontrados foram bastante significativos para magnésio e enxôfre, para nitrogênio não houve variação respeito do tratamento padrão, para fósforo os teores foram baixos na dose menor com e sem calagem, e o potássio e cálcio aumentaram os teores com a calagem. As quantidades absorvidas nos tratamentos com FCTF não diferiram das obtidas com os tratamentos padrões, para o fósforo e o magnésio foram as doses maiores com e sem calagem

Tabela 25 - Efeito dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após soja no 2º corte (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	1,76a	0,07ef	2,28abc	0,21e	0,21cd	0,28ab
(2) 1) + Calagem	1,29abcde	0,07def	2,50ab	0,25de	0,15d	0,23b
(3) FCPS 150 ppm P	0,69f	0,11bcde	1,29e	0,37bcd	0,11d	0,20b
(4) 3) + Calagem	0,96def	0,08cdef	1,42de	0,31cde	0,22bcd	0,20b
(5) FCPS 300 ppm P	1,05bcdef	0,13b	1,31e	0,43bc	0,15d	0,19b
(6) 5) + Calagem	0,80ef	0,11bcd	1,11e	0,51b	0,31abc	0,21b
(7) SPT 225 ppm P	0,67f	0,22a	1,40e	0,37bcd	0,12d	0,21b
(8) 7) + Calagem	0,57f	0,20a	1,23e	0,52b	0,33abc	0,19b
(9) FCTF 150 ppm P	0,95def	0,07def	1,91cd	0,33cde	0,21cd	0,23b
(10) 9) + Calagem	1,72ab	0,06f	2,32abc	0,41bc	0,38ab	0,25ab
(11) FCTF 300 ppm P	1,00cdef	0,11bcde	1,29e	0,41bc	0,33abc	0,26ab
(12) 11) + Calagem	0,68f	0,12bc	2,08bc	0,76a	0,46a	0,26ab
(13) Sem P e S/MgSO ₄	1,46abcd	0,07ef	2,81a	0,21e	0,12d	0,38a
(14) 13) + Calagem	1,63abc	0,06f	2,50ab	0,32cde	0,13d	0,37a
F	12,38**	25,66**	33,29**	18,85**	14,26**	7,27**
() dms (Tukey 5%)						
CV	9,38	7,24	4,89	7,25	11,21	7,61

(1) Transformação das observações segundo $\arcsin \sqrt{X/100}$.

(2) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 26 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades dos macronutrientes absorvidos pelo capim Colonião após soja no 2º corte (mg/vaso) (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	48,89d	0,37d	82,02c	4,68f	3,38ef	11,83d
(2) 1) + Calagem	42,51d	0,66d	135,56bc	8,23ef	5,06ef	13,91cd
(3) FCPS 150 ppm P	157,82a	5,71bcd	167,54ab	24,81cdef	16,15cd	22,47abcd
(4) 3) + Calagem	126,54ab	5,24cd	186,30ab	30,06cde	18,14cd	31,89a
(5) FCPS 300 ppm P	111,79bc	11,05abc	187,32ab	24,14cde	13,89cd	26,44ab
(6) 5) + Calagem	130,99ab	11,30ab	228,92a	70,15a	19,59bc	27,37ab
(7) SPT 225 ppm P	109,17bc	13,47a	207,81ab	26,31cdef	9,80def	24,19abc
(8) 7) + Calagem	145,62ab	14,90a	185,87ab	54,08ab	22,05bc	23,88abcd
(9) FCTF 150 ppm P	130,88ab	2,45d	223,88a	15,40def	13,80cd	28,32ab
(10) 9) + Calagem	81,31cd	3,75d	155,43abc	15,82def	10,92de	22,87abcd
(11) FCTF 300 ppm P	106,38bc	16,11a	231,96a	32,30bcd	27,14ab	31,96a
(12) 11) + Calagem	128,64ab	12,69a	189,52ab	44,69bc	35,02a	21,45abcd
(13) Sem P e s/MgSO ₄	60,38d	2,76d	149,88abc	6,87ef	2,01f	20,71abcd
(14) 13) + Calagem	55,70d	4,99d	126,71bc	9,57def	4,96ef	17,76bcd
F	23,42**	23,40**	7,14**	17,14**	33,89**	6,34**
(1) dms (Tukey 5%)	40,71	5,88	83,02	23,98	8,46	12,27
CV	13,26	26,10	15,79	30,15	19,60	17,66

(1) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

as que forneceram as maiores quantidades absorvidas. A dose menor de P igualou-se aos tratamentos que não receberam o elemento.

Os teores de nutrientes, neste segundo corte também apresentaram-se semelhantes aos encontrados por HAAG et alii (1967) e WERNER (1971).

No terceiro corte de capim Colonião (Tabelas 27 e 28) os tratamentos com FCPS não apresentaram diferenças significativas para os teores de N, K, Ca, Mg e S; quando comparadas com os tratamentos padrões. Para o fósforo não houve diferença só na dose maior com e sem calagem. Na comparação das quantidades absorvidas vê-se que para nitrogênio não houve efeito de tratamento, para o fósforo as quantidades absorvidas aumentaram com respeito do 1º e 2º corte, mas sem se igualar ao tratamento padrão. Para potássio, cálcio, magnésio e enxofre, os tratamentos com FCPS apresentaram absorções semelhantes ao tratamento padrão.

Em relação aos tratamentos com FCTF as doses menores com e sem calagem apresentaram maiores teores de nitrogênio, potássio e enxofre que os tratamentos com SPT. O fósforo, cálcio e magnésio apresentaram teores altos com a dose maior com e sem calagem. Para quantidades absorvidas, o nitrogênio não foi significativo, para fósforo a dose maior com e sem cala

Tabela 27 - Efeito dos tratamentos sobre os teores⁽¹⁾ de macronutrientes contidos na matéria seca do capim Colonião após soja no 3º corte (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
(1) Sem fósforo	1,31abcd	0,01h	2,21cde	0,13f	0,09def	0,32bc
(2) 1) + Calagem	0,85f	0,01gh	2,70abc	0,16def	0,11cde	0,28bcd
(3) FCPS 150 ppm P	1,47ab	0,05ef	1,55f	0,23cdef	0,15bcd	0,21de
(4) 3) + Calagem	1,06bcdef	0,04f	1,54f	0,25cde	0,15bcd	0,27cd
(5) FCPS 300 ppm P	0,94def	0,09abcd	1,57f	0,28bcd	0,12cde	0,22de
(6) 5) + Calagem	1,00cdef	0,09bcde	1,75def	0,53a	0,15bcd	0,21de
(7) SPT 225 ppm P	0,86ef	0,11ab	1,63ef	0,21cdef	0,08ef	0,19de
(8) 7) + Calagem	1,13bcdef	0,12ab	1,45f	0,42ab	0,17abc	0,19de
(9) FCTF 150 ppm P	1,75a	0,03fg	3,01ab	0,20cdef	0,18abc	0,38ab
(10) 9) + Calagem	1,24bcde	0,06def	2,36bcd	0,24cde	0,16bcd	0,35abc
(11) FCTF 300 ppm P	0,90ef	0,14a	1,89def	0,27bcd	0,23ab	0,16e
(12) 11) + Calagem	1,00cdef	0,10abc	1,48f	0,34bc	0,27a	0,27cd
(13) Sem P e $s/ligSO_4$	1,36abc	0,06cdef	3,34a	0,15ef	0,04f	0,46a
(14) 13) + Calagem	1,04bcdef	0,05ef	2,38bcd	0,18def	0,09def	0,33bc
F	10,21**	37,39**	22,20**	15,57**	16,25**	19,99**
(2) dms (Tukey 5%)						
CV %	6,03	9,27	5,41	9,03	9,73	6,04

(1) Transformação das observações segundo $\arcsen \sqrt{x/100}$.

(2) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

Tabela 28 - Efeito dos tratamentos sobre as quantidades dos macronutrientes absorvidas pelo capim Colonião após soja no 3º corte (mg/vaso) (médias de 3 repetições).

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
(1) Sem fósforo	153,84	6,06e	196,07c	18,63f	18,08f	24,85de
(2) 1) + Calagem	110,83	6,26e	212,41bc	21,24ef	12,45f	19,57e
(3) FCPS 150 ppm P	152,35	23,99bcd	285,11bc	80,69bcd	23,82ef	44,32bcd
(4) 3) + Calagem	176,45	14,73cde	256,24bc	56,48de	40,88cdef	36,97cde
(5) FCPS 300 ppm P	192,39	24,55bcd	240,72bc	78,21cd	28,57def	34,30cde
(6) 5) + Calagem	182,43	25,66bc	252,51bc	115,37b	69,76bc	46,84bc
(7) SPT 225 ppm P	150,82	48,12a	308,04bc	79,83bcd	27,00def	45,39bc
(8) 7) + Calagem	99,79	33,44b	210,06bc	89,01bcd	56,08bcd	32,69cde
(9) FCTF 150 ppm P	154,63	12,45de	309,48bc	53,61def	35,80def	37,01cde
(10) 9) + Calagem	233,57	8,63e	313,80b	56,32de	51,76bcde	34,65cde
(11) FCTF 300 ppm P	236,08	25,08bcd	295,44bc	93,71bc	75,01b	59,19ab
(12) 11) + Calagem	180,83	32,66b	550,68a	204,78a	121,86a	68,89a
(13) Sem P e s/MgSC ₄	108,39	7,57e	304,94bc	23,29ef	12,52f	40,97bcd
(14) 13) + Calagem	156,77	6,41e	240,74bc	30,38ef	12,75f	35,88cde
F	2,71ns	25,86**	15,64**	46,79**	28,53**	10,79**
(1) dms (Tukey 5%)		13,14	113,66	36,87	30,06	40,71
CV	26,58	22,30	13,36	17,22	23,98	16,68

(1) Médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si.

gem comparou-se ao tratamento com SPT. A dose maior com calagem de FCTF teve as maiores quantidades absorvidas de K, Ca, Mg e S, os outros tratamentos com FCTF foram tão eficientes na absorção destes quatro elementos, quanto o tratamento padrão.

O tratamento extra, sem fósforo e sem sulfato de magnésio em ausência e presença de calagem teve um comportamento estatisticamente igual à testemunha, motivo pelo qual os seus resultados não foram considerados na confrontação das médias dos tratamentos, pois comportou-se como mais uma testemunha.

4.5. Análise conjunta dos ensaios

4.5.1. Arroz e capim Colonião

4.5.1. Matéria Seca total

Para determinar o efeito direto e residual dos níveis de fósforo aplicados das fontes fosfatadas estudadas e caracterizar sua eficiência agrônômica, foram calculadas as relações entre a produção de matéria seca total obtida em cada cultura; com cada fosfato e as obtidas com superfosfato triplo na dose intermediária. Essas relações encontram-se nas Tabelas

29, 30, 31 e 32 e na Figura 11. Nelas pode-se verificar: a) em ausência de calagem o fosfato de Catalão parcialmente solubilizado (FCPS) e com tratamento de fusão (FCTF), nas dosagens maiores (300 ppm de P) mostraram-se equivalentes ao superfosfato triplo. O mesmo acontecendo para a dose 150 ppm de FCPS; b) o residual para o FCPS nas duas dosagens sem calagem igualou-se ao SPT nos três cortes de colônia. O FCTF mostrou boa eficiência na dose 150 ppm de P só no segundo corte; c) A eficiência agrônômica em relação ao SPT, (Tabela 31), considerando-se a totalidade da matéria seca produzida, mostra dados, concordantes com estes resultados, sendo a eficiência agrônômica de 103,40% e 106,54% para as doses de 300 ppm de P em ambas as fontes testadas, e de 95,14% para a dose 150 ppm de P de FCPS; d) Em presença de calagem o FCPS na dose 150 ppm de P mostrou-se equivalente ao SPT tanto para efeito direto quanto residual (Figura 11), sendo sua eficiência agrônômica de 93,81% (Tabela 32), a dose maior só foi comparável ao SPT no 1º corte de Colônia e sua eficiência foi de 78,80%; e) em relação ao FCTF, foi equivalente ao SPT só para efeito residual nas duas dosagens, sendo as suas eficiências de 90,68% e 99,54%, respectivamente, com respeito ao efeito direto, este não chegou a igualar-se com o SPT, mesmo assim mostrou uma boa eficiência (Tabela 30).

Em relação a Figura 11 alguns aspectos devem ser esclarecidos. As altas produções relativas obtidas no pri-

Tabela 29- Produção relativa de Matéria Seca em relação da produzida com SPT para o efeito direto do F.C.P.S. e F.C.T.F. sem calagem em arroz e capim Colonião (três cortes).

Tratamentos	Arroz	Colonião 1ºc.	Colonião 2ºc.	Colonião 3ºc.
	- - - - - % de matéria seca - - - - -			
Sem fósforo	18,00	23,20	39,40	13,30
FCPS 150 ppm P	90,90	108,20	105,30	87,00
FCPS 300 ppm P	93,60	136,30	117,20	99,30
SPT 225 ppm P	100,00	100,00	100,00	100,00
FCTF 150 ppm P	76,80	93,00	125,20	69,70
FCTF 300 ppm P	90,10	160,50	121,30	117,00
Sem fósforo e s/MgSO ₄	22,20	23,20	61,40	21,15

Tabela 30 - Produção relativa de Matéria Seca em relação a produzida com SPT para o efeito direto e residual do F.C.P.S. e F.C.T.F. com calagem em arroz e capim Colonião (três cortes).

Tratamentos	Arroz	Colonião 1ºc	Colonião 2ºc	Colonião 3ºc.
	----- % matéria seca -----			
Sem fósforo	18,20	15,80	32,50	21,20
FCPS 150 ppm P	93,80	124,00	95,40	78,90
FCPS 300 ppm P	79,60	128,00	74,00	68,30
SPT 225 ppm P	100,00	100,00	100,00	100,00
FCTF 150 ppm P	83,31	135,50	98,30	80,20
FCTF 300 ppm P	88,90	151,30	98,80	81,00
Sem fósforo e s/MgSO ₄	24,10	16,40	36,10	21,20

Figura 11 - Produção de matéria seca do arroz e capim Colônia (três cortes) com relação a produção com superfosfato.

meiro corte se devem ao baixo teto máximo de produção de matéria seca, provavelmente como consequência do menor desenvolvimento radicular das plantas nesta fase do estabelecimento inicial do Colonião, que impossibilitou uma maior exploração do solo no vaso. Neste sentido NOVAES (1977) trabalhando com capim Colonião em solos de cerrado obteve resultados semelhantes.

Outro aspecto que merece destaque, é dado pela comparação dos tratamentos em ausência e presença de calagem, aparentemente as doses maiores sem calagem parecem ter uma eficiência maior que as mesmas dosagens em presença da calagem, e em alguns casos o efeito parece sem inverso. Realmente o efeito da calagem foi sobre o tratamento padrão (SPT). Em outras palavras: a eficiência agronômica demonstrada pelos FCPS e FCTF não mostrou efeito significativo para calagem.

4.1.2. Absorção de fósforo

A absorção de fósforo pelas culturas de arroz e Colonião em conjunto para níveis de P e fontes fosfatadas testadas, com relação ao SPT encontram-se nas Tabelas 33 e 34. Pode-se observar que em ambas as tabelas a maior acumulação de fósforo ocorreu nos tratamentos padrões (SPT); das fontes testadas, o FCTF na dosagem 300 ppm de P mostrou-se como melhor for

Tabela 31 - Matéria Seca do arroz e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em ausência de calagem /g/vaso) e produção relativa em relação ao tratamento com SPT (médias de três repetições).

Tratamentos	- - - - - Matéria Seca - - - - -			
	Arroz	Colonião	Total	%
	- - - - - g - - - - -			
Sem fósforo	5,20	8,82	14,02	23,17
FCPS dose 150 ppm P	26,21	31,37	57,58	95,14
FCPS dose 300 ppm P	26,95	35,63	62,58	103,40
SPT dose 225 ppm P	28,86	31,66	60,52	100,00
FCTF dose 150 ppm P	22,15	31,98	54,13	89,44
FCTF dose 300 ppm P	25,98	38,52	64,50	106,58
Sem fósforo e s/MgSO ₄	6,40	13,25	19,65	32,47

Tabela 32 - Matéria Seca do arroz e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em presença de calagem (g/vaso) e produção relativa em relação ao tratamento com SPT (médias de três repetições).

Tratamentos	Matéria Seca			%
	Arroz	Colonião	Total	
	g			
Sem fósforo + Calagem	5,48	10,62	16,10	22,95
FCPS dose 150 ppm P + Calagem	28,81	37,00	65,81	93,81
FCPS dose 300 ppm P + Calagem	24,14	31,14	55,28	78,80
SPT dose 225 ppm P + Calagem	30,32	39,83	70,15	100,00
FCTF dose 150 ppm P + Calagem	25,26	38,35	63,61	90,68
FCTF dose 300 ppm P + Calagem	27,07	39,41	66,48	94,77
Sem fósforo e s/MgSO ₄ Calagem	7,31	11,40	18,71	26,67

Tabela 33- Quantidade de P absorvido pelo arroz e capim Colonião (três cortes), dos tratamentos em ausência de calagem (mg/vaso), e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de três repetições).

Tratamentos	- - - - - P absorvido - - - - -			
	Arroz	Colonião	Total	%
	- - - - - mg - - - - -			
Sem fósforo	2,12	6,98	9,10	7,96
FCPS dose 150 ppm P	26,87	38,09	64,96	56,81
FCPS dose 300 ppm P	36,62	51,86	88,48	77,38
SPT dose 225 ppm P	64,08	50,27	114,35	100,00
FCTF dose 150 ppm P	14,10	28,82	42,92	37,53
FCTF dose 300 ppm P	44,46	49,73	94,19	82,37
Sem fósforo e s/MgSO ₄	3,97	9,07	13,04	11,40

Tabela.34- Quantidade de P absorvido pelo arroz e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em presença de calagem (mg/vaso), e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de três repetições).

Tratamentos	P absorvido			
	Arroz	Colonião	Total	%
	mg			
Sem fósforo	3,35	7,62	10,97	8,96
FCPS dose 150 ppm P	31,39	36,53	67,92	55,50
FCPS dose 300 ppm P	35,75	40,52	76,27	62,32
SPT dose 225 ppm P	58,09	64,29	122,38	100,00
FCTF dose 150 ppm P	24,34	37,83	62,17	50,80
FCTF dose 300 ppm P	49,49	48,85	98,34	80,36
Sem fósforo e s/MgSO ₄	7,90	6,70	14,60	11,93

necedor de fósforo para as plantas com relação ao FCPS em ausên
cia e presença de calagem.

É interessante notar que a absorção total de fósforo mostrou um comportamento linear e positivo com as doses em ausência e presença de calagem, confirmando os resultados con
seguidas com produção de matéria seca.

4.5.2. Soja e capim Colônião

4.5.2.1. Matéria seca

Nas Tabelas 35, 36, 37 e 38 e na Figura 12 encontram-se os dados correspondentes a efeito direto e residual que a continuação vai-se comentar: a) Em ausência de calagem o FCPS na dose de 300 ppm de P mostrou-se equivalente do SPT para efeito direto e residual, porém a dose de 150 ppm de P, sua efi
ciência no efeito direto foi inferior; sendo suas eficiências agronômicas em relação ao SPT (Tabela 37) de 95,18% e 100,44% para a primeira e segunda dose respectivamente; b) Com respeito ao FCTF a dose 150 ppm de P, mostrou-se ineficiente no efeito direto e residual, sendo sua eficiência de 68,76% com relação ao SPT; a dose de 300 ppm P mostrou-se equivalente ao SPT somen

Tabela 35- Produção relativa de Matéria Seca em relação da produzida com SPT para o efeito direto e residual do F.C.P.S. e F.C.T.F. sem calagem em soja e capim Colonião (três cortes).

Tratamentos	Arroz	Colonião 1º c.	Colonião 2º c.	Colonião 3º c.
	- - - - - % de matéria seca - - - - -			
Sem fósforo	29,20	11,30	39,50	29,40
FCPS 150 ppm P	66,70	82,80	99,50	85,10
FCPS 300 ppm P	87,50	81,00	90,60	94,00
SPT 225 ppm P	100,00	100,00	100,00	100,00
FCTF 150 ppm P	53,20	44,40	74,00	58,90
FCTF 300 ppm P	69,30	79,40	104,00	93,10
Sem fósforo e s/MgSO ₄	35,40	15,70	49,30	35,50

Tabela 36 - Produção relativa de Matéria Seca em relação à produzida com SPT para o efeito direto e residual do F.C.P.S. e o F.C.T.F.com calagem em soja e capim Colonião (três cortes).

Tratamentos	Arroz	Colonião 1º c.	Colonião 2º c.	Colonião 3º c.
	- - - - - % de matéria seca - - - - -			
Sem fósforo	33,80	18,40	46,20	39,30
FCPS 150 ppm P	62,50	18,40	46,20	39,30
FCPS 300 ppm P	69,30	130,60	122,60	102,00
SPT 225 ppm P	100,00	100,00	100,00	100,00
FCTF 150 ppm P	41,00	42,20	73,50	51,30
FCTF 300 ppm P	58,30	83,00	144,00	101,00
Sem fósforo e s/MgSO ₄	25,90	18,10	52,00	41,60

Figura 12 - Produção de matéria seca da soja e capim Colônia (três cortes), com relação à produção em superfosfato triplo.

Tabela 37 - Matéria Seca da soja e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em ausência de calagem (g/vaso), e produção relativa em relação ao tratamento com SPT (médias de três repetições).

Tratamentos	- - - - - Matéria Seca - - - - -			
	Soja	Colonião	Total	%
	- - - - - g - - - - -			
Sem fósforo	5,16	13,33	18,49	35,26
FCPS dose 150 ppm P	11,80	38,11	49,91	95,18
FCPS dose 300 ppm P	15,49	37,18	52,67	100,44
SPT dose 225 ppm P	11,20	41,24	52,44	100,00
FCPS dose 150 ppm P	9,40	26,66	36,06	68,76
FCPS dose 300 ppm P	12,25	39,95	52,20	99,54
Sem fósforo e s/MgSO ₄	6,58	16,37	22,95	43,76

Tabela 38 - Matéria Seca da soja e capim Colonião (três cortes) dos tratamentos em presença de calagem (g/vaso) e produção relativa em relação ao tratamento com SPT (médias de três repetições).

Tratamentos	Matéria Seca			
	Soja	Colonião	Total	%
	g			
Sem fósforo	7,14	14,74	21,88	36,15
FCPS dose 150 ppm P	16,53	35,45	51,98	87,32
FCPS dose 300 ppm P	14,63	44,17	58,80	98,77
SPT 225 ppm P	21,12	38,41	59,53	100,00
FCTF dose 150 ppm P	8,64	14,24	22,88	38,43
FCTF dose 300 ppm P	12,31	44,83	57,14	95,99
Sem fósforo e s/MgSO ₄	5,44	15,71	21,15	35,53

te no efeito residual, com uma eficiência de 99,54%; c) Em presença de calagem, o FCPS mostrou uma boa eficiência para ambas as doses, mas sem igualar ao SPT para efeito direto, porém, para efeito residual foi equivalente ao tratamento padrão. A eficiência (Tabela 38) para ambas as doses foi de 87,32% e 98,77 respectivamente; d) O FCTF não mostrou variação com respeito a sua eficiência mostrada nos tratamentos em ausência de calagem, sendo a dose de 300 ppm de P a que mostrou-se igual estatisticamente ao SPT no efeito residual, com eficiências de 38,43% e 95,99% respectivamente.

Além dos aspectos esclarecidos na Figura 11, deve-se acrescentar que os fosfatos testados mostraram uma eficiência inferior nos ensaios com soja e Colonião, quando comparados com os ensaios com arroz e Colonião. Isso pode-se explicar pelas características intrínsecas das plantas testes utilizadas. O arroz de sequeiro é uma planta tolerante à acidez e apresenta respostas maiores com as menores doses de fósforo (COSTA, 1980). A soja é mais sensível a condições de acidez e mais exigente quanto a fósforo, além de cálcio e magnésio. Segundo FERREIRA et alii (1976), além das respostas altamente significativas para fornecimento de fósforo a soja apresentou efeito benéfico da calagem. Resultados semelhantes foram obtidas por (SANTOS et alii, 1977, 1978a, 1978b) e SANTOS (1980). Enquanto ao capim Colonião, WERNER et alii (1967) através de ensaios em

vasos, verificaram que o fósforo foi o elemento que mais limitou o crescimento, seguido de nitrogênio e enxofre, a adição de cálcio e magnésio teve um efeito ligeiramente depressivo.

4.5.2.2. Absorção de fósforo

Nas Tabelas 39 e 40, encontram-se os dados correspondentes à absorção total de fósforo para soja e Colômbia nos três cortes. Pelos resultados obtidos verifica-se que houve um pequeno efeito da calagem, demonstrando o comentário já exposto. Novamente o maior acúmulo de fósforo ocorreu no tratamento padrão em ausência e presença da calagem,

O FCPS mostrou-se como um bom fornecedor de fósforo nas duas dosagens, entanto que o FCTF, a dose de 300 ppm de P mostrou-se eficiente e superior ao FCPS.

Novamente o efeito dos níveis das fontes fosfatadas empregadas mostrou um comportamento linear e positivo, em ausência e presença de calagem, do mesmo modo que em arroz e Colômbia.

Os resultados gerais da análise conjunta, demonstram que, em termos de equivalência das fontes fosfatadas em relação ao superfosfato triplo, o fosfato de Catalão parcial

Tabela 39 - Quantidade de P absorvido pela soja e capim Colonião (três cortes), dos tratamentos em ausência de calagem (mg/vaso), e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de três repetições).

Tratamentos	- - - - - P absorvido - - - - -			
	Soja	Colonião	Total	%
	- - - - - mg - - - - -			
Sem fósforo	3,53	7,29	10,82	7,36
FCPS dose 150 ppm P	23,84	38,72	62,56	42,71
FCPS dose 300 ppm P	37,87	46,11	83,98	57,34
SPT dose 225 ppm P	63,18	83,29	146,47	100,00
FCTF dose 150 ppm P	15,62	19,39	35,01	23,90
FCTF dose 300 ppm P	37,57	51,03	88,60	60,49
Sem fósforo e S/MgSO_4	8,06	11,62	19,68	13,44

Tabela 40 - Quantidade de P absorvida pela soja e capim Colonião (três cortes), dos tratamentos em presença de calagem (mg/vaso), e absorção relativa de P em relação ao tratamento com SPT (médias de 3 repetições).

Tratamentos	- - - - - P absorvido - - - - -			
	Soja	Colonião	Total	%
	- - - - - mg - - - - -			
Sem fósforo	7,11	8,25	15,36	11,08
FCPS dose 150 ppm P	33,52	28,30	61,82	44,57
FCPS dose 300 ppm P	39,88	55,94	95,92	69,15
SPT dose 225 ppm P	70,47	68,22	138,69	100,00
FCTF dose 150 ppm P	16,95	16,09	33,04	23,82
FCTF dose 300 ppm P	44,33	57,08	101,41	73,12
Sem fósforo e s/MgSO ₄	7,07	10,49	17,56	12,66

mente solubilizado (FCPS) encontra-se numa posição quase equivalente. Este comportamento do FCPS pode ser atribuído, a sua menor proporção de fósforo solúvel em água quando comparada a dos superfosfatos, pois, forma-se menor proporção de ácido fosfórico no solo. A fração não acidulada de FCPS, pode competir com o Fe e Al do solo como consequência, em vez de ter a reversão do $H_2PO_4^-$ a formas não disponíveis (fosfatos de Fe e Al) aumentaria o conteúdo de P aproveitável. McLEAN & WHEELER (1964), atribuíram a eficiência do FNPA a altos poderes de fixação de P do solo e a altos níveis de Al trocável. Tais explicações fazem compreensível a eficiência mostrada pelo FCPS em ausência de calagem. Na presença de calagem, segundo (KHASAWNEN & DOLL, 1978), da acidulação parcial deve resultar também uma fração de fosfato bicálcico que poderá gerar no solo ácido fosfórico que se somaria à daquele oriundo diretamente do fosfato monocálcico contido no produto.

Com relação ao fosfato de Catalão com tratamento térmico de fusão (FCTF), o fato dele receber o tratamento térmico em forma moderada, seja a razão de ter apresentado uma eficiência inferior a outros termofosfatos, mesmo assim a sua eficiência nas doses maiores foi em uns casos comparável ao SPT e ainda até superior.

4.6. Efeitos sobre as características do solo

Ao final dos ensaios realizou-se as análises químicas do solo, os resultados aparecem nas Tabelas 41 e 42 e nelas pode-se verificar:

O pH apresentou-se muito baixo e inferior ao pH do solo antes dos ensaios, experimentando ligeiros aumentos com a adição de fósforo, porém, o valor de pH mais alto foi verificado com o FCTF, provavelmente como resultados de seu alto teor em silicato de magnésio (YOST et alii, 1982).

Pelos resultados obtidos, nota-se em primeiro lugar, que as quantidades de corretivo para elevar o pH original de 4,8 para 6,0, de acordo com as necessidades para elevar a porcentagem de saturação de bases (RAIJ, 1981), não alcançou o nível desejado, provavelmente o uso de uréia, neutralizou em parte, a ação do calcário na correção da acidez do solo.

Por outro lado a calagem provocou aumento do teor de fósforo no solo, porém, os teores de Ca + Mg trocáveis apresentaram-se com valores em geral inferiores aos valores originais com exceção do tratamento com FCTF.

Em termos gerais as quantidades de fósforo no solo aumentaram com o uso dos adubos fosfatados e os níveis empregados nos ensaios. Os níveis encontrados após a colheita de

Tabela 41 - Análise química do solo utilizado nos ensaios, após a colheita do 3º corte de capim Colômbio após arroz.

Nº	Tratamento	pH H ₂ O	Carbono orgânico %	P resina µg/cm ³	K ⁺	meq/100 ml			
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺
1	Sem fósforo	4,1	1,29	10,30	0,32	0,10	0,58	3,14	8,22
2	(1) + Calagem	4,3	1,26	9,76	0,22	0,46	0,38	2,64	7,60
3	FCPS dose 150 ppm P	4,0	1,29	19,00	0,09	0,18	0,10	3,44	8,08
4	(3) + Calagem	4,4	1,29	20,10	0,08	0,98	0,34	2,48	7,06
5	FCPS dose 300 ppm P	4,1	1,29	47,20	0,08	0,44	0,35	3,56	7,62
6	(5) + Calagem	4,5	1,26	55,70	0,09	1,74	0,46	2,00	6,66
7	SPT dose 225 ppm P	3,9	1,26	73,80	0,07	0,26	0,30	3,52	8,40
8	(7) + Calagem	4,0	1,20	79,70	0,08	0,47	0,42	3,17	7,94
9	FCTF dose 150 ppm P	3,9	1,35	16,50	0,11	0,27	0,42	3,71	8,11
10	(9) + Calagem	5,0	1,32	19,30	0,09	2,54	0,81	0,78	5,13
11	FCTF dose 300 ppm P	4,1	1,23	62,90	0,08	1,01	0,35	2,94	7,76
12	(11) + Calagem	4,6	1,29	51,50	0,11	2,00	0,44	1,49	6,00
13	Sem P e s/MgSO ₄	4,1	1,23	12,20	0,25	0,16	0,12	3,42	7,65
14	(13) + Calagem	4,6	1,29	11,70	0,29	1,07	0,35	1,98	6,45

Tabela 42 - Análise química do solo utilizado nos ensaios, após a colheita do 3º corte de capim Colonião após soja.

Nº	Tratamento	pH H ₂ O	Carbano orgânico %	P resina µg/cm ³	K ⁺	meq/100 ml			
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺
1	Sem fósforo	4,2	1,20	13,60	0,18	0,20	0,33	2,82	7,42
2	(1) + Calagem	4,4	1,36	12,70	0,17	0,69	0,35	2,40	7,33
3	FCPS dose 150 ppm P	3,9	1,35	19,00	0,10	0,20	0,24	3,36	8,00
4	(3) + Calagem	4,2	1,41	18,40	0,12	0,46	0,30	3,04	7,82
5	FCPS dose 300 ppm P	4,1	1,50	44,20	0,09	0,28	0,28	3,20	7,90
6	(5) + Calagem	4,4	1,50	65,50	0,10	1,23	0,21	2,32	7,28
7	SPT dose 225 ppm P	3,9	1,47	83,20	0,08	0,16	0,32	3,50	8,58
8	(7) + Calagem	4,3	1,29	73,60	0,09	0,62	0,25	2,96	7,82
9	FCTF dose 150 ppm P	4,1	1,29	15,20	0,13	0,20	0,19	3,28	7,76
10	(9) + Calagem	4,4	1,32	14,60	0,13	0,62	0,23	2,72	7,20
11	FCTF dose 300 ppm P	4,2	1,26	51,50	0,10	0,40	0,32	2,88	7,68
12	(11) + Calagem	4,4	1,35	52,10	0,10	0,87	0,31	2,35	6,85
13	Sem P e s/MgSO ₄	4,2	1,29	13,80	0,19	0,12	0,16	3,10	7,78
14	(13) + Calagem	4,3	1,32	13,60	0,18	0,30	0,18	3,09	7,12

Colonião são ainda bastante altas para permitir novas produções, caso seja corrigida a acidez excessiva, como pode ser observada pelos valores de pH e $H^+ + Al^{+3}$.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os ensaios, os resultados obtidos permitem concluir:

a) O tratamento padrão (SPT), foi mais eficiente nas duas primeiras culturas, e a calagem influenciou positivamente este comportamento quando se considera o efeito direto;

b) O fosfato de Catalão parcialmente solubilizado (FCPS) mostrou boa eficiência na cultura de soja, comparável ao SPT, e no caso do arroz chegou a superar ao SPT na produção de grãos.

c) O fosfato de Catalão tratamento de fusão

(FCTF) mostrou boa eficiência agronômica só nas doses maiores (300 ppm de P), em ausência e presença de calagem.

d) O SPT foi superior às fontes testadas, como fornecedor de fósforo para as plantas.

e) A calagem não teve efeito significativo para ambas as fontes testadas, tanto no efeito direto como residual.

f) Os fosfatos testados mostraram-se boa fonte de fósforo, cálcio e magnésio.

g) Para o efeito residual o FCPS foi equivalente ao SPT nos três cortes de Colônia realizados, e o FCTF somente nas doses maiores.

h) A produção de matéria seca, grãos e vagens em termos gerais mostraram um efeito linear e positivo para os níveis de fósforo, em ambas as fontes estudadas (FCTS e FCTF).

i) A maior eficiência agronômica do superfosfato triplo nas primeiras culturas (efeito direto), é um fator importante a se considerar na análise econômica, porque a vantagem inicial da fonte solúvel pode não ser compensada com o efei

to residual das fontes menos solúveis, mais, ainda se as dosagens a usar tem que ser maiores que as utilizadas com as fontes solúveis.

6. LITERATURA CITADA

ALCARDE, J.C. & PONCHIO, C.O. Caracterização das solubilidades das rochas fosfatadas brasileiras e termofosfatos em diferentes extratores químicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. São Paulo. 4: 196-200, 1980.

ANDREASI, F.; VEIGA, J.S.M.; MENDONÇA Jr., C.X.; PRADA, F. & BARNABÉ, J.C. Levantamento dos Elementos Minerais em Plantas Forrageiras de Áreas Delimitadas do Estado de São Paulo. I. Cálcio, Fósforo e Magnésio. *Rev. da Fac. Med. Vet.*, São Paulo, 7(3): 583-604, 1966/1967a.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. *Manual de Adubação*; Coord. MALAVOLTA, E. e ROMER, J.P. 2^a Ed. São Paulo. Ed. Ave Maria. 1975. p. 95-100.

- ATANASIU, N. Comparative Study on the effects of water and citrate soluble phosphatic fertilizer of field and P - uptake on tropical and subtropical soils. *Indian Soc. Sci*, New Delhi, 19: 119-127, 1971.
- BAHIA FILHO, A.F. de C. Fósforo em Latossolos do Estado de Minas Gerais: intensidade e quantidade de fósforo, fósforo "disponível" e crescimento vegetal. Tese de M.S. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 1974.
- BLANCO, H.G.; VENTURINI, W.R.; GARGANTINI, H. Comportamento de fertilizantes fosfatados em diferentes condições de acidez de solo, para o trigo, em estudo de efeito residual para a soja. *Bragantia*, Campinas, 24(22): 261-290, 1965.
- BORGES, L.C.V.; COSTA, A.V.; MACHADO, S.C.; FARIAS, F.C.; MONTEIRO, P.M.F.O; KLIEMANN, H.J. Calibração de análise química do solo, caracterização da curva de resposta e efeito residual de três fontes de fósforo em solos do Estado de Goiás. Goiás. *Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária*. 1979. p. 192-193.

BORKET, C.M.; CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.J.; PALHANO, J.B.; DITTRICH, R.C. Efeito de doses de fósforo de diferentes fosfatos naturais brasileiros na produção de soja, em condições de primeiro cultivo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina. *Anais*. 1978. p. 291-7.

BRAGA, J.M. Comparação de fosfatos aplicados ao feijoeiro: 1. Trabalhos de casa de vegetação. *Revista Ceres*, 16 (88): 88-101, 1969.

BRAGA, J.M.; NOVAES, R.F. de; DEFELIPO, B.V.; BARROS, L. G.; COUTINHO, M.; REIS, M.S.; BARROS, N. Contribuição ao estudo do fosfato de abaeté como fonte de fósforo para a fertilização do solo. *Revista Ceres* 31(72): 46-57, 1971.

BRAGA, J.M.; FRANCO, M.; THIEBAUT, J.T.L. Efeito de fosfatos naturais parcialmente acidificados com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 em sorgo grânifero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). II. Fósforo absorvido. *Rev. Agron. Ceres*, 26: 131-144, 1979.

BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; FEITOSA, C.T.; RAIJ, B.V. Efeitos de fosfatos sobre o crescimento e produção de soja. *Rev. Bras. Sci. Solo*. Campinas, 4: 36-39, 1980.

BUENO, M.; BRAGA, J.M.; THIEBAUT, J.T.L.; FRANCO, M. Efeito residual de fosfatos naturais parcialmente acidificados com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), produção de matéria seca total. *Revista Ceres*, 26 (146): 330-340, 1979.

CPSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 3^a Aproximação. EPAMIG. Belo Horizonte, MG, 1976. 80p.

COSTA, A.V.; BORGES, L.C.V.; FARIAS, J.G.; MONTEIRO, P.M.F.O.; KLIEMANN, H.J. 1978. Efeito residual de três fontes de fósforo em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Goiânia. *Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária*. 1978. p. 161.

COSTA, A. Uso de fertilizantes na cultura de arroz. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Londrina - PR. Uso de fertilizantes na agricultura paranaense. Londrina. 1980. p. 61-7 (circular 16).

DYNIA, J.F. Efeito do pH e da capacidade de retenção de fósforo dos solos na eficiência de adubos fosfatados. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1977.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF, *Relatório Técnico Anual*, 1978-1979. 170 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Adubação fosfatada no Brasil*. Brasília - DF. 1982.

FEITOSA, C.T.; RAIJ, B.V.; DECHEN, A.R.; ALCARDE, J.C. Determinação preliminar da eficiência relativa de fosfatos, para trigo em casa de vegetação. *Rev. Bras. Ci. Solo*. 2:193-195, 1978.

FERRARI, R.A.R.; BRAGA, J.M.; SEDIYAMA, C.A. & OLIVEIRA, L.M. de. Respostas do cultivar de Soja "Santa Rosa" a aplicação de P, K e calcário em Latossolos do Triângulo Mineiro. I - Produção e características agronômicas. *Revista Ceres*, 23(125): 11-20, 1976.

FERREIRA, J.C. & CARVALHO, M.M. Efeito de níveis de fosfatos naturais de Patos de Minas e Gafsa puras e modificados por acidulação e calcinação. *Rev. Bras. de Ciênc. Solo*. 3:158-162, 1978.

FERREIRA, T.N. & KAMINSKI, J. Eficiência agronômica dos fosfatos naturais de Patos de Minas e Gafsa puros e modificados por acidulação e calcinação. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 3:158,62, 1979.

FRANCO, M.; BRAGA, J.M. & THIEBAUT, J.T.L. Efeito de fosfatos naturais parcialmente acidificados com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.): e peso da parte aérea, das raízes e total. *Revista Ceres*, 26 (114): 113-130, 1979.

FREIRE, F.M.; BRAGA, J.M.; MARTIN FILHO, S.C.A. Valor fertilizante de fosfatos solúveis, Araxá e parcialmente acidulado. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 7:65-68, 1983.

FRENCH, N.H. & CHAPARRO, L.M. Contribuição al Estudio de la composición química de los pastos em Venezuela durante la estación seca. *Agron. Trop.* Maracay. 10:57-60, 1960.

GOEADERT, W.J. & LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solos de cerrado. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 8: 97-102, 1984.

GOEDERT, W. & LOBATO, E. Eficiência Agronômica de fosfatos em solos de cerrado. *Pesquisa Agropec. Bras.*, Brasília, 15: 311-318, 1980.

HAAG, H.P.; BOSE, M.L.V. & ANDRADE, R.G. Absorção dos macronutrientes pelos capins Colonião, Gordura, Jaraguá, Napier e Pangola. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 24: 177-188, 1967.

KHASAWINEH, F.E. & DOLL, E.C. The use of phosphate rock for direct application to soils. *Advances in Agronomy*, 30:159-208, 1978.

KLIEMANN, H.J.; COSTA, A.V.; NUNES, M.R.; JARDIM, P.M. Calibração de análise química do solo, caracterização da curva de resposta e efeito residual de três fontes de fósforo em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Goiânia. *Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária*. 1975. p. 74-75.

KORNDORFER, G.H. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais fornecerem fósforo para plantas de trigo. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1978. 61 p. (Teses e Monografias, 7).

LEAL, J.R. & VELLOSO, A.C.X. Adsorção de fosfatos em Latossolos sob vegetação de cerrado. *Pesq. Agropecuária Bras. Serv. Agric.* 8:81-88.

LEHR, J.R. & McCLELLAN, G.H. A Revised Laboratory Reactivity Scale for Evaluating Phosphate Rock for Direct Application Tennessee Valley Authority. U.S.A. 1972. 36p. (Bull. Y-43).

LEHR, J.R.; McCLELLAN, G.H.; SMITH, J.P.; FRAZIER, A.W.
Characterization of apatites in commercial phosphate rock.
COILOQUE INTERNATIONAL SUR LES PHOSPHATE MINERAUX SOLIDES,
Toulouse. 1967. p. 29-44.

LIMA, E. Resposta do sorgo sacarino (Sorghum bicolor (L.) Moench.) ao emprego de fontes e doses de fósforo em condições de casa-de-vegetação. Piracicaba, ESALQ/USP, 1981. 107p. (Dissertação de Mestrado).

LOBO, M.G. & SILVA, R.M. Produção de fertilizantes fosfatados.
In: Anais do Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. EMBRAPA, Brasília, 1984. p. 73.

LOPEZ, A.S.; VASCONCELOS, C.A.; NOVAIS, R.F. de. Adubação fosfatada em algumas culturas nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. *In: Adubação fosfatada no Brasil.* EMBRAPA, Brasília, 1982. p. 176-178.

LUTZ Jr., J.A. Comparison of partially acidulated rock phosphate and concentrated superphosphate as sources of phosphorus for corn. *Agronomy Journal.* Vol. 63. Nov-Dec. 1971.

LUTZ Jr., J.A. Effect of partially acidulated rock phosphate and concentrated superphosphate on yield and chemical composition of alfafa and orchard-grass. *Agronomy Journal*. Vol. 65. March-April. 1973.

MACHADO, S.C.; BORGES, L.C.V.; FARIAS, J.G.; MENDONÇA, A.T.C. Níveis de adubação fosfatada e efeito residual na cultura do milho. Goiânia. *Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária*, 1978. p. 154-155.

MALAVOLTA, E. O fósforo na agricultura brasileira. IPT. *Bol.* 9:187-206, 1980.

MALAVOLTA, E. *Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação*. 3^a ed. Edit. Agron. Ceres Ltda., São Paulo. 1981. p. 596.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; ALCARDE, J.C.; ROSELEM, C.A.; FORNASIERI FILHO, D. Aproveitamento de um fosfato natural parcialmente solubilizado pelas culturas do arroz, milho e soja. 1. Resultados preliminares. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*. Volume XXXVIII, 801-818, 1981.

MALAVOLTA, E.; PEIXE, C.A.; RUIVO, F.P.; CARVALHO, J.G. de; GUIMARÃES, P.G.; VITTI, G.C. Aproveitamento de um fosfato natural parcialmente solubilizado pela cultura da cana-de-açúcar. 1. Cana planta. *Trabalho no prelo dos Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"* - vol. 39, 1982.

McLEAN, E.O. & WHELLER, R. Partially acidulated rock phosphate as a source of phosphorus to plants: I Growth chamber studies. *Proc. Soil. Sci. Soc. Am.* 28:245-550, 1964.

MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C.; FEITOSA, C.T.; NAGAL, V. HIROCE, R.; BRAGA, N.R. Respostas da soja a adubos fosfatados e calagem em solos de cerrado. Campinas, Instituto Agromômico. 1978. 28p. (*Boletim Técnico*, 54).

MENDONÇA, A.T.C.; BORGES, L.C.V.; FARIAS, J.G.; MACHADO, S.C. Competição de fontes de fósforo em solos de cerrado do Brasil Central. Goiânia. *Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária*. 1978. p. 206-207.

MORAIS, O.P. & GONTIJO, V. de P.M. Resposta da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro a fertilização NPK e a calagem. *Proj. Arroz, Rel. Anual 75/76*. Belo Horizonte. 1978. p. 93-146.

MURAOKA, T. & NEPTUNE, A.M.L. Eficiência de vários adubos fosfatados I Efeito imediato. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*. Volume XXXIV. 1977. p. 586-594.

MURAOKA, T. & NEPTUNE, A.M.L. Eficiência de vários adubos fosfatados II Efeito Residual. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*. Volume XXXV. 1978. p. 535-543.

MUZILLI, O. & KALCKMANN, R.E. Sugestões de calagem e adubação para recuperação de solos da região Nordeste do Estado do Paraná. *Arq. Biol. Tecnol.* Curitiba, 14:54-60. 1971.

MUZILLI, O.; RISPOLI, J.C.S. & COSTA, N.A. Efeito da adubação fosfatada em solos ácidos do Sul do Paraná (nota preliminar) *B. Univ. Fed. Paraná Agron. Curitiba*, (9): 1-7, 1971.

NAKAYAMA, L.H.I. Estudos agrícolas sobre o aproveitamento do fosfato de Araxá parcialmente solubilizado. Piracicaba, ESALQ/USP. 1982.. 97p. (Dissertação de Mestrado).

NEME, A.N. Adubos fosfatados e calcário na produção de forragem de soja perene (*Glycine javanica*) em terra roxa misturada *In: Anais do IX Congresso Internacional de Pastagem*, S. Paulo, Departamento de Produção Animal, 1:677-681, 1965.

NOVAES, N.J. Efeitos de macronutrientes em capim Colonião cultivado num solo de campo cerrado. Piracicaba. ESALQ/USP. 1977. 93p. (Tese de Mestrado).

RAIJ, B.V.; ROSAND, C.P. & LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil - Apreciação geral, conclusões e recomendações. *In: Adubação fosfatada no Brasil*. EMBRAPA, Brasília, 1982. p. 19.

RAIJ, B.V. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato. Ed. Franciscana, 1981. 142p.

RAIJ, B.V. & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1983, 31p. (Boletim Técnico nº 82).

ROCHA, D. Adubação fosfatada em eucalipto no viveiro. Tese Mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 65p. 1981.

RUSSEL, E.W. Soil conditions and plant growth. 10ª. Londres Longman, 1973. p.535-603.

SANTOS, P.R.R.S.; BRAGA, J.M.; FRANÇA, G.E. de & SANTOS, H. L. dos. Efeito da calagem e da adubação P, K sobre a produção de soja em três solos do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. 73/74 e 74/75. *Proj. Soja, Rel. Anu.* 74/75 - Belo Horizonte. 1977. p. 84-104. 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 do solo e caracterização de curva de resposta na soja para calcário e fósforo em Minas Gerais. *Proj. Soja, Rel. Anu.* 75/76, Belo Horizonte. 1978b. p. 41-50. 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. Em fase de redação.

SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba. 1979. 40p. mimeo.

SILVA Jr., A.F. *Rocha fosfáticas brasileiras*. Curso de Tecnologia de Fertilizantes Fosfatados. São Paulo. I.P.T. - CEFER. 1979. 28p. Mimeo.

SOUZA, M.A. de; MORAIS, O.P. de & TAKAHASHI, C. Adubação NPK na cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.) *Proj. Trigo Rel. Anual* 75/76. Belo Horizonte. p. 51-6. Resumo.

TANAKA, R.T. Disponibilidade de fósforo do fosfato de Patos para a cultura de milho (*Zea mays* L.) em Latossolo Roxo Distrófico sob condições de casa de vegetação. Tese de M.S., Departamento de ciência do Solo, E.S.A. de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 1978. 68p.

WAVER, R.M. Soils of the Central Plateau of Brazil. Chemical and mineralogical properties agronomy. Mimeo. 74-8. Cornell University, Ithaca, New York, 1974. 45pp.

WERNER, J.C.; QUAGLIATO, J.L.; MARTINELLI, D. Ensaio de fertilização de colônia com solo de novoeste. *Bol. Ind. Anim.* São Paulo, 24: 159-167, 1967.

YOST, R.S.; NADERMAN, G.C.; KAMPRATH, E.J. & LOBATO, E. Availability of rock phosphate as measured by an acid tolerant, pasture grass and extractable phosphorus. *Agron. J.* Madison, 1982. 74-462-468.