

EFEITOS DE VÁRIOS FOSFATOS NATURAIS, DO
SUPERFOSFATO TRIPLO E DA CALAGEM NA
SOJA PERENE (*Glycine wightii*) (R. Grah. ex Wight
& Arn) Verdc. var. Tinaroo) CULTIVADA EM CASA
DE VEGETAÇÃO.

JOSÉ MONTEIRO CARRIEL

Orientador: Prof. ANDRÉ M. LOUIS NEPTUNE

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luis de Queiroz", da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1981

OFEREÇO

*aos meus pais, pelo amor, carinho e pela orientação
sègura que sempre proporcionaram*

DEDICO

*ã minha esposa Vanessa e aos meus filhos Juliano,
Matheus e Beatriz*

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. André M. Louis Neptune, pela orientação.
- Ao colega Takashi Muraoka pela amizade e atenção.
- Aos Eng^{os}. Agr^{os}. PhD Joaquim Carlos Werner e M.S. Francisco Antonio Monteiro pela transmissão de conhecimentos.
- Aos colegas da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras pelo incentivo.
- Aos Eng^{os}. Agr^{os}. Dr. José Vicente Silveira Pedreira e Geraldo Leme da Rocha pela oportunidade concedida.
- Ao Eng^o Agr^o Dr. Edgard Leone Caielli, Diretor Geral do Instituto de Zootecnia pelas facilidades concedidas.
- Aos funcionários da Seção de Fertilizantes e Fertilidade do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura pela colaboração durante as análises químicas.
- Ao Estatístico Antonio Álvaro Duarte de Oliveira, pela colaboração nas análises estatísticas.
- À Sra. Maria Alice Crestani pelo trabalho esmerado de datilografia.
- À Bibliotecária Maria Helena Burse pela colaboração na citação de literatura.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa, a nível de pós-graduação, no período de março de 1979 a março de 1981.

- À Seção de Fertilizantes e Fertilidade do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura em cujas dependências foi desenvolvida a quase totalidade deste trabalho.
- A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Estudos com a soja perene	4
2.2. Estudos com fosfatos de rocha e calcário	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Solo utilizado	10
3.2. Espécie estudada	11
3.3. Local do Ensaio	11
3.4. Preparo dos vasos, calagem e fosfatagem	11
3.5. Delineamento experimental e tratamentos utilizados	12
3.6. Granulometria dos fosfatos <u>na</u> turais	13
3.7. Plantio, adubação e condução do ensaio	13
3.8. Colheita	14
3.9. Análises químicas efetuadas	15
3.10. Análises estatísticas	17

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Efeitos dos tratamentos na compo sição química do solo	18
4.2. Efeitos da incubação na soja perene	20
4.3. Efeitos das fontes de fósforo na so ja perene	25
4.4. Efeitos da calagem na soja perene adubada com várias fontes de fós- foro	31
4.5. Efeitos das fontes de fósforo na soja perene, na presença e ausên- cia de calcário	38
5. CONCLUSÕES	49
6. LITERATURA CITADA	53

EFEITOS DE VÁRIOS FOSFATOS NATURAIS, DO SUPERFOSFATO TRIPLO E DA CALAGEM NA SOJA PERENE (*Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight & Arn) Verdc. var. Tinaroo) CULTIVADA EM CASA DE VEGETAÇÃO.

José Monteiro Carriel

Orientador : Prof. André M. Louis Neptune

RESUMO

No presente trabalho compararam-se os efeitos de três adubos fosfatados naturais (hiperfosfato, fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas) e de um adubo fosfatado solúvel (superfosfato triplo) no estabelecimento da soja perene (*Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight & Arn) Verdc. var. Tinaroo).

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, em Piracicaba, Estado de São Paulo. O ensaio foi conduzido em um solo Podzólico Vermelho Amarelo, var. Laras, ácido e com baixos teores de nutrientes minerais. As fontes de fósforo, foram comparadas na ausência e presença de calcário, com e sem incubação dos fosfatos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com dezesseis tratamentos e três repetições.

O plantio da soja perene foi realizado em 06/03/1979 e os tratamentos da incubação das fontes de fósforo, bem como os da calagem foram efetuados 28 dias antes da sementeira.

A colheita deu-se no dia 11/07/1979 e foram avaliados a produção de matéria seca da leguminosa, porcentagem de nitrogênio total, porcentagem de fósforo, porcentagem de cálcio, porcentagem de potássio, porcentagem de magnésio, nódulos (número e peso), bem como, a quantidade dos elementos minerais na planta.

Os resultados do experimento permitiram tirar as seguintes conclusões: a) A calagem, tanto na ausência como na presença da incubação das fontes de fósforo, proporcionou tendência de redução dos teores de fósforo do solo adubado com os fosfatos de Araxá, Patos de Minas e hiperfosfato e tendência de aumento com o superfosfato triplo; b) houve pouco efeito da incubação das fontes de fósforo na variação do fósforo no solo; c) a incubação das fontes de fósforo teve efeito negativo na produção da soja perene, quando, na presença de calagem e tendência de efeito positivo na ausência de calagem; d) a incubação das fontes de fósforo proporcionou redução nos teores de fósforo e magnésio e na quantidade de fósforo encontrados na parte aérea da soja perene; e) a comparação entre as fontes de fósforo, independente de calagem e incubação, indicou em ordem decrescente de resposta para a produção de matéria seca (parte aérea

e planta inteira) e extração de cálcio e magnésio: hiperfosfato, superfosfato triplo, fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas; f) não houve variação no teor de fósforo na planta adubada com as diversas fontes de fósforo; g) o superfosfato triplo e o hiperfosfato proporcionaram maior produção da soja perene na presença, que na ausência da calagem e foram mais eficientes que os fosfatos de Araxá e Patos de Minas. Os fosfatos de Araxá e Patos de Minas tiveram melhor efeito na ausência que na presença de calagem sendo, entretanto, o fosfato de Patos de Minas menos eficiente que o fosfato de Araxá.

EFFECTS OF SOME NATURAL PHOSPHATE TRI-
PLE SUPERPHOSPHATE AND LIMING ON PERENN
NIAL SOYBEAN (*Glycine wightii* (R. Grah.
ex Wight & Arn) Verdc. var. Tinaroo,
CULTIVATED IN GREENHOUSE.

José Monteiro Carriel

Adviser : Prof. André M. Louis Neptune

SUMMARY

The present investigation has been carried out comparing the effects of three natural phosphates (hiperphosphate, Araxá phosphate and Patos de Minas phosphate) and a soluble phosphate (triple superphosphate) on the establishment of perennial soybean (*Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight & Arn) Verdc. var. Tinaroo).

Plants were grown in pots on an acid Red Yellow Podzolic soil, with low levels of mineral nutrients. The phosphorus sources were compared in absence and presence of lime, with and without incubation. The treatments with incubation of the phosphorus sources and with liming were effected 28 days before seeding in 06/03/1979.

Harvesting was made in 11/07/1979. Evaluation of dry matter yield, % of total N, % P, % Ca, % Mg, % K, num-

ber and weight of nodules and extraction of these nutrients, were made.

According to the data, the following conclusions can be drawn: a) Liming either in the absence or in the presence of incubation with the phosphorus sources showed a tendency of reducing the soil phosphorus levels fertilized with Araxá and Patos de Minas phosphates and hiperphosphate and tendency of increasing with triple superphosphate; b) there was little effect of incubation on the phosphorus content of the soil; c) the incubation of the phosphorus sources showed negative effect on the yield of perennial soybean when in the presence of liming and tendency of positive effect in the absence of liming; d) the incubation of the phosphorus sources decreased the levels of phosphorus and magnesium and the amount of phosphorus in the tops of perennial soybean; e) a comparison among the phosphorus sources, indifferent of liming and incubation, shows, in decreasing order of response for dry matter yield (top part, whole plant) and extraction of calcium and magnesium (top part): hiperphosphate, triple superphosphate, Araxá phosphate and Patos de Minas phosphate; f) there was no variation in the phosphorus % in the plant among the phosphorus sources; g) triple superphosphate and hiperphosphate gave higher yields from perennial soybean in the presence than the absence of liming and were more effective than the Araxá and Patos de Minas phosphates; h) Araxá and Patos de Minas phosphates showed

better effect in the absence than in the presence of liming, being Patos de Minas phosphate less effective than Araxá - phosphate.

1. INTRODUÇÃO

Uma das importâncias do uso de leguminosas na formação de pastagens consorciadas é a capacidade destas forrageiras, em fixar o nitrogênio atmosférico, através das raízes, em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*.

É conhecido que a aplicação de adubos químicos nitrogenados em gramíneas está sendo mais difícil pelo seu custo cada vez maior devido à crise do petróleo.

Por outro lado WERNER (1973) afirma que para a manutenção da produtividade das pastagens de gramíneas é imprescindível o fornecimento de nitrogênio, através de fertilizantes químicos ou através da consorciação com leguminosas que tem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, desde que em condições adequadas de fertilidade com relação a outros nutrientes.

Um dos nutrientes que mais limitam o estabelecimento das leguminosas em solos ácidos é o fósforo, (ANDREW, 1978).

GARGANTINI et alii (1970) em um trabalho de levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo encontraram 90% dos mesmos deficientes em fósforo.

Para leguminosas forrageiras, WERNER (1977) destaca que o fósforo é o principal nutriente, a ser aplicado em virtude de a maioria dos solos do Brasil Central ser deficiente neste elemento.

O uso de fontes solúveis de fósforo apresenta uma vantagem devido a rápida liberação de P ao solo, mas por outro lado a desvantagem está em que o fósforo que entra na solução do solo e não é aproveitado pela planta pode ser fixado e formar complexos pouco solúveis com o alumínio e ferro, (GOEPFERT, 1974).

Um dos problemas do uso do fósforo em solos tropicais com pH entre 4,0 e 5,5 são os altos teores de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, os quais tendem a fixar grandes quantidades de fósforo quando aplicado em formas solúveis, (FENSTER e LEON, 1978; MELLO, 1968).

MALAVOLTA (1968) recomenda o uso de fosfato natural em pastagens e culturas perenes e também sua aplicação antes do plantio para melhorar sua solubilização.

O estudo de rochas fosfatadas em comparação com uma fonte solúvel deve ser feito tendo-se como base o

teor de fósforo na forma disponível, (BRAGA, 1970). O mesmo autor diz que o conceito oficial de "fósforo disponível" é a quantidade deste elemento dissolvido em água, citrato de amônio ou ácido cítrico a 2%.

Dentro desta problemática levantada, procurou-se estudar a adubação fosfatada da soja perene, em seu estabelecimento:

- Comparando fosfatos de rocha de igual granulometria e uma fonte solúvel de fósforo;
- Verificando o efeito da incubação dos adubos fosfatados no aumento da disponibilidade de fósforo à planta;
- Comparando os fosfatos de rocha dentro de dois níveis de calagem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estudos com a soja perene

NEME e NERY (1965) trabalhando, em condições de campo, com leguminosas tropicais, entre elas a soja perene, em um Latosol Roxo, verificaram na produção de matéria seca resposta da soja perene somente à adubação fosfatada ; os autores estudaram os efeitos de fósforo, nitrogênio, potássio e calagem bem como suas relações.

TOSI et alii (1973) estudando, em casa-de-vegetação, o efeito de quatro níveis de fósforo na soja perene e no siratro, e utilizando oito solos do Estado de São Paulo, corrigidos com calcário a pH 6,5, obtiveram resposta na produção de matéria seca da soja perene em todos os solos, para a adubação fosfatada.

Em um solo ácido e pobre em fósforo, LOVADINI et alii (1977), trabalhando com a soja perene em parcelas, onde foram estudados calagem, adubação potássica e fosfatada, encontraram para a produção de matéria seca da forrageira; resposta à calagem somente com aplicação de 4 t/ha de calcário, quanto ao fósforo houve efeito para cada dose aplicada. Os autores verificaram pouca variação no teor de proteína sendo o maior valor absoluto verificado no tratamento testemunha, mas a produção de proteína foi em função da matéria seca produzida.

ANDREW (1976) estudando, em solução nutritiva, o efeito do cálcio, nitrogênio e pH na nodulação e produção de leguminosas tropicais e sub-tropicais encontrou efeito positivo de 100% na produção da soja perene quando aumentava a concentração de cálcio de 2mM em pH 5,0 em relação à testemunha (pH 4,0). O mesmo autor obteve para aplicação de nitrogênio (2mM) pouco efeito na produção de matéria seca desta leguminosa.

Segundo NEPTUNE (1975) a soja perene respondeu bem à calagem e fósforo em um Latosol, fase arenosa com valor de pH 4,9.

SOUTO e DÖBEREINER (1968) obtiveram em estudo com a soja perene em um solo ácido e pobre em fósforo, um efeito positivo para peso de nódulos e fixação de nitrogênio nos níveis de 40, 120 e 200 kg/ha de P_2O_5 .

JONES e FREITAS (1970) em ensaio em casa-de-vegetação estudaram várias leguminosas tropicais num latossolo ácido e deficiente em fósforo frente a níveis de fósforo, cálcio, magnésio e potássio. Os autores obtiveram para a soja perene resposta ao fósforo até o nível de 400 kg/ha de P, sendo que o teor de P nas plantas variou de 0,10 a 0,14 onde o fósforo não foi aplicado. A aplicação de 100 kg/ha de P aumentou sensivelmente o teor deste elemento na soja. Houve, na produção de matéria seca desta forrageira, resposta para cálcio e magnésio até a aplicação de 1000 kg/ha de Ca e 120 kg/ha de Mg. Os autores não verificaram efeito para a aplicação de potássio.

Outros trabalhos como o de McCLUNG et alii (1958); FRANÇA e CARVALHO (1970); CARVALHO et alii (1971); LOVADINI e BULISANI (1971); FRANÇA et alii (1973); KORNELIUS e STAMMEL (1973); TRIGOSO e FASSBENDER (1973) demonstraram - para produção de matéria seca resposta da soja perene principalmente com a aplicação do fósforo e calagem.

MEARS e BARKUS (1970) em um ensaio em vasos com a soja perene e testando níveis de fósforo, molibdênio e potássio encontraram um aumento no teor e quantidade de nitrogênio total da parte aérea com a adubação fosfatada e mólbdica. Os autores encontraram correlação entre o aumento do peso dos nódulos e produção da leguminosa.

MUNS e FOX (1977) trabalhando, com leguminosas forrageiras em condições de campo, em um oxisol de pH 4,7, ve

rificaram que a soja perene, var. tinaroo, respondeu bem à calagem que elevou o pH até 5,5 a 6,0, aumentando o nitrogênio fixado da planta inteira, número e peso de nódulos. Houve uma correlação significativa entre o aumento do número e peso de nódulos e produção de matéria seca da parte aérea.

Em ensaio com a soja perene LOVADINI (1972); encontrou teores de cálcio e fósforo maiores no tratamento testemunha em relação aos tratamentos em que se aplicou fósforo ou cálcio. O autor também verificou na absorção do nitrogênio uma interação significativa entre fósforo e calcário.

2.2. Estudos com fosfatos de rocha e calcário

NEME (1965) estudando em parcelas, a soja perene em terra roxa-misturada, durante três anos e comparando diversas fontes de adubos fosfatados entre os quais fosfato de Araxá, superfosfato e termofosfato e em combinação com calagem, obteve resposta à adubação fosfatada e calagem na produção de matéria seca da forragem. A ação do calcário, segundo o autor, favoreceu o aproveitamento dos adubos fosfatados.

NEME e LOVADINI (1967), em um ensaio de campo, em solo de cerrado, estudaram durante seis anos a soja perene adubada com fontes de fósforo e níveis de calagem; os autores encontraram melhores respostas para superfosfato - simples e farinha de ossos em relação ao fosfato de Araxá ,

Olinda e termofosfato, quando aplicados sem calcário; a aplicação isolada dos fosfatos naturais foi inferior à calagem, com exceção do superfosfato simples e farinha de ossos.

ASHER (1978) trabalhando em condições de campo com gramínea e comparando várias fontes de fósforo em oito tipos de solos, destaca que o fosfato natural dá melhor resposta à produção de matéria seca em solos ácidos.

BLANCO et alii (1965) estudaram em vasos diversos adubos fosfatados com três níveis de calagem, tendo-se o trigo como primeira cultura e a soja grão como segunda, para verificarem o efeito residual das fontes de fósforo no aproveitamento da leguminosa. A diferença de plantio entre espécies foi aproximadamente de sete meses e houve resposta significativa das fontes solúveis na produção do trigo (primeira cultura). Para a soja não houve diferença entre as fontes estudadas, mas a melhor resposta na produção para a apta de Araxá foi entre pH 4,8 e 4,9; e para o superfosfato triplo em pH 5,3. Estas foram superiores à testemunha.

DASHRATH et alii (1976) estudaram várias fontes de fosfatos naturais comparando-as com o superfosfato simples em solo com valor pH 7,5, para verificarem os efeitos de níveis de fósforo, tempo de incubação e uso de esterco de curral na disponibilidade do fósforo extraído com citrato de amônio. Observaram que houve boas respostas na disponibilidade do fósforo do solo quando aumentavam os níveis de 60 até 180 kg/ha de P_2O_5 e no tempo de incubação até 75 dias. Os autores verificaram que o esterco de curral não te-

ve efeito no aumento da disponibilidade do fósforo.

ANDREW (1973) comparando em vasos fontes solúveis e níveis de fósforo com o hiperfosfato, encontrou superioridade das fontes solúveis em relação ao fosfato de rocha para a produção de matéria seca do siratro, mas para o *L. bainesii* as fontes de fósforo não diferiram entre si, revelando haver diferenças entre espécies no aproveitamento do fósforo.

Outros trabalhos como de GARGANTINI et alii (1972); OLIVEIRA et alii (1977) envolvendo o fosfato de Araxá destacam pouca eficiência desta fonte de fósforo, em ensaios de vasos com trigo e soja, respectivamente. Por outro lado BRAGA e AMARAL (1971), trabalhando com fontes e níveis de fósforo em solo de Viçosa, durante um período experimental de 40 dias, encontraram para o tratamento com o fosfato de Araxá, teores altos de fósforo no solo que não fornecem uma interpretação compatível com dados experimentais, devido ao uso de extrator ácido.

NOVAIS et alii (1980) estudando o fosfato de Araxá aplicado a dois latossois e tendo o sorgo como planta teste encontraram para o tempo de incubação (0 - 73 - 133 e 253 dias) efeito negativo e decrescente na produção de matéria seca e concentração de P acumulado na parte aérea.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Solo utilizado

Foi utilizado um solo classificado como Podz \acute{o} lico Vermelho Amarelo, varia \tilde{c} o Laras, da Esta \tilde{c} o Experimental Central do Instituto de Zootecnia, de Nova Odessa, Estado de S \tilde{a} o Paulo.

A profundidade de coleta do solo, foi de zero a vinte cent \acute{m} etros. O solo foi seco \grave{a} sombra, passado em peneira com tr \tilde{e} s mil \acute{m} etros de malha e a seguir amostrado e analisado quimicamente. Os resultados revelaram: pH 5,4; C = 0,60% e PO_4^{3-} = 0,05; K^+ = 0,11; Ca^{2+} = 0,50; Mg^{2+} = 0,10 e Al^{3+} = 0,88 em miliequivalentes por 100gr de terra fina seca ao ar.

3.2. Espécie estudada

Foi estudada a leguminosa forrageira soja perene (*Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight & Arn) Verdc. var. Tinaroo).

3.3. Local do ensaio

Executou-se o ensaio, em casa-de-vegetação no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, em Piracicaba.

3.4. Preparo dos vasos, calagem e fosfatagem

Os vasos utilizados foram de barro, pintados internamente com Neutrol e colocaram-se 4,5kg de solo em sacos plásticos. Misturaram-se o calcário e os adubos fosfatados em sacos plásticos contendo 4,5 kg de solo de acordo com esquema experimental. Após a mistura, os solos dos diferentes tratamentos foram colocados em seus respectivos vasos. A seguir os vasos foram irrigados com água deionizada até a capacidade de campo e deixados para um período de incubação de 28 dias.

A calagem foi efetuada com calcário dolomítico. A quantidade de calcário foi calculado baseando-se no teor de Al^{3+} trocável do solo vezes o fator dois (VAN RAIJ, 1975), dando-se o resultado correspondente a 1,76 t/ha ou 3,2 gr/vaso de calcário.

A fosfatagem baseou-se no teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2% para os fosfatos naturais e teor de P_2O_5 solúvel em água, para o superfosfato triplo, na

quantidade correspondente a 50 kg/ha de P_2O_5 , para todas as fontes (ver Tabela 2).

3.5. Delineamento experimental e tratamentos utilizados

O delineamento experimental foi o de blocos - ao acaso com dezesseis tratamentos e três repetições.

Os tratamentos utilizados foram numerados de 1 a 16 e são os seguintes:

1. Superfosfato triplo, aplicado no dia do plantio
2. Hiperfosfato, aplicado no dia do plantio
3. Fosfato de Araxá, aplicado no dia do plantio
4. Fosfato de Patos de Minas, aplicado no dia do plantio
5. Superfosfato triplo, aplicado 28 dias antes do plantio
6. Hiperfosfato, aplicado 28 dias antes do plantio
7. Fosfato de Araxá, aplicado 28 dias antes do plantio
8. Fosfato de Patos de Minas, aplicado 28 dias antes do plan
tio
9. Superfosfato triplo, aplicado no dia do plantio, mais ca
lagem
10. Hiperfosfato, aplicado no dia do plantio, mais calagem
11. Fosfato de Araxá, aplicado no dia do plantio, mais cala-
gem
12. Fosfato de Patos de Minas, aplicado no dia do plantio,
mais calagem
13. Superfosfato triplo, aplicado 28 dias antes do plantio,
mais calagem

14. Hiperfosfato, aplicado 28 dias antes do plantio, mais calagem
15. Fosfato de Araxã, aplicado 28 dias antes do plantio, mais calagem
16. Fosfato de Patos de Minas, aplicado 28 dias antes do plantio, mais calagem

3.6, Granulometria dos fosfatos naturais

Todos os fosfatos utilizados no ensaio foram de mesma granulometria, os quais passaram em peneira de 200 malhas e ficaram retidos em peneira de 270 malhas.

3.7. Plantio, adubação e condução do ensaio

O plantio foi realizado no dia 06/03/1979, utilizando-se 30 sementes por vaso.

Nos tratamentos em que havia aplicação das fontes de fósforo no dia do plantio, estas foram misturadas com o solo antes da sementeira. Aplicou-se em seguida uma adubação básica em solução, a todos os tratamentos.

As fontes dos nutrientes utilizados encontram-se na Tabela 1.

A seguir foi feito um furo de um centímetro - de diâmetro no fundo dos vasos e fez-se uma ligação através de um tubo plástico em garrafas de vidro, para que o excesso de solução durante as regas diárias, no transcorrer do ensaio, pudesse retornar aos tratamentos correspondentes.

Nos dias 02/04/1979 e 18/06/1979 foram efetuadas adubações de cobertura com NH_4NO_3 e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ respectivamente e nas dosagens de 4 ppm de nitrogênio (10kg de N/ha) - para a primeira fonte de nitrogênio e 4,6 ppm para a segunda.

Tabela 1. Doses (ppm) e fontes dos elementos aplicados como adubação básica.

Nutrientes	Doses (ppm)	Fontes	Kg/ha*
S	8,16	K_2SO_4	20
K	19,90	K_2SO_4	50
Mo	0,10	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,25
B	0,20	H_3BO_3	0,50
Cu	0,80	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2,0
Zn	0,80	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2,0

* Correspondência em kg/ha do elemento, considerando-se uma camada de 20cm de profundidade e uma densidade do solo de $1,25\text{g/cm}^3$.

3.8 Colheita

Cento e vinte cinco dias após a semeadura (11/07/79), colheu-se a parte aérea da leguminosa, amostrou-se o solo com espátula de aço, lavaram-se as raízes, destacaram-se os nódulos e fez-se a contagem dos mesmos. Todo o material foi seco a 65°C por 48 horas, em estufa de circulação forçada de ar.

Após a secagem, a parte aérea, raízes e nódulos foram pesados e a seguir moídos em moinho tipo Whiley - (exceto os nódulos); para posteriores análises químicas do material.

3.9. Análises químicas efetuadas

Nas análises químicas da parte aérea e raízes foram determinados nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio segundo os métodos preconizados por SARRUGE e HAAG (1974).

Nas amostras do solo foram analisados pH, carbono, alumínio, hidrogênio, cálcio, magnésio e potássio trocáveis e também fósforo solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 N (CATANI e JACINTHO, 1974). O fósforo na amostragem de solo feita antes do corte do ensaio, foi também analisado pelo método Bray-II (JACKSON, 1958).

Para os fosfatos naturais, foram analisados o P_2O_5 solúvel em solução de ácido cítrico a 2%, P_2O_5 total e CaO e para o superfosfato triplo o P_2O_5 solúvel em água. Os teores de CaO e MgO do calcário foram determinados e todas essas análises foram efetuadas no laboratório de análises de fertilizantes do Departamento de Solos da ESALQ, os quais resultados estão na Tabela 2.

Convém dizer algo a respeito da origem e da localização das jazidas de onde provêm os fosfatos naturais utilizados. O fosfato de Araxá provem da jazida situada no Barreiro-MG, 5km ao sul de Araxá, a qual é de origem ígnea e

tem como rocha matriz carbonatitos e glimeritos apatíticos as associados à baritina, magnetita, mica e secundariamente, óxi - dos hidratados de ferro, ilmenita, pirocloro, silicatos e fos - fatos de alumínio.

O fosfato de Patos de Minas provem da jazida do mesmo nome, a qual é de origem sedimentar, ainda não bem definida, (CARDOSO FILHO, 1981). O fosfato de Patos de Minas utilizado neste trabalho nos foi cedido pela Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico, Campinas, tendo o número 26. Finalmente o hiperfosfato é proveniente da África do Norte, onde as jazidas de GAFSA, têm conservado inalterável - sua origem sedimentar. Este fosfato foi nos cedido pela ITAÚ FERTILIZANTES S/A.

Tabela 2. Resultados das análises químicas das fontes de fósforo e do calcário dolomítico utilizado no ensaio.

Fontes de fósforo e corretivo	% P ₂ O ₅		Total	% CaO	% MgO
	Solúvel em água	Solúvel em ác. cítrico a 2%			
Superfosfato triplo	40,9				
Hiperfosfato		13,7	28	46,9	
Fosfato de Araxá		5,1	36,8	49,7	
Patos de Minas		6,7	20,2	26,6	
Calcário dolomítico				25,4	15,6

3.10. Análises estatísticas

As análises dos dados foram realizadas em computador I.B.M., seguindo um esquema fatorial em blocos ao a-
caso com dezesseis tratamentos e três repetições, segundo PI
MENTEL GOMES (1970).

Aplicou-se o teste F na verificação da signi-
ficância dos vários efeitos principais estudados (fontes de
fósforo, calagem e incubação), assim como das interações du-
plas entre estes efeitos. Quando os efeitos entre fontes de
fósforo foram significantes as diferenças entre as médias fo-
ram testadas através do teste Tuckey (5%). As interações du-
plas, quando significativas, foram desdobradas a fim de se
observar o comportamento distinto de cada efeito.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeitos dos tratamentos na composição química do solo

Na Tabela 3 estão os resultados da análise química do solo, efetuada na amostragem feita no dia do corte do ensaio. Observando os resultados ressalta-se que com a calagem os valores pH e os teores de cálcio e magnésio aumentaram e o alumínio diminuiu em relação aos tratamentos em que foram aplicados o corretivo. Os dados concordam com os obtidos por MONTEIRO (1980), trabalhando com o mesmo solo e estudando níveis de calagem, como uma das variáveis, para a soja perene.

Por outro lado a calagem ao proporcionar um aumento do pH causou uma diminuição do fósforo do solo nos tratamentos com os fosfatos naturais, o mesmo não acontecendo -

Tabela 3. Resultados das análises químicas do solo efetuadas em amostras coletadas no dia do corte do ensaio.

Tratamentos	pH (H ₂ O)	e.mg/100 ml de T.F.S.A.				ug/ml	
		Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	P (a)
1 Superfosfato triplo	4,65	0,54	0,34	0,06	0,10	8	
Hiperfosfato	4,85	0,48	0,49	0,08	0,12	19	
Fosfato de Araxá	4,85	0,34	0,39	0,08	0,09	13	
Fosf.de Patos de Minas	5,35	0,24	0,39	0,11	0,38	12	
2 Superfosfato triplo	4,55	0,52	0,32	0,06	0,08	11	
Hiperfosfato	4,70	0,48	0,44	0,08	0,10	16	
Fosfato de Araxá	4,75	0,57	0,36	0,11	0,12	12	
Fosf.de Patos de Minas	4,70	0,47	0,24	0,11	0,16	11	
3 Superfosfato triplo	5,15	0,11	0,61	0,67	0,10	10	
Hiperfosfato	5,30	0,14	0,70	0,45	0,09	13	
Fosfato de Araxá	5,70	0,05	0,70	0,70	0,24	8	
Fosf.de Patos de Minas	5,50	0,07	0,68	0,50	0,18	6	
4 Superfosfato triplo	5,40	0,10	0,68	0,54	0,07	12	
Hiperfosfato	5,50	0,09	0,70	0,40	0,10	15	
Fosfato de Araxá	5,55	0,05	0,73	0,54	0,20	8	
Fosf.de Patos de Minas	5,35	0,04	0,75	0,54	0,20	7	

1 e 2 - sem e com incubação das fontes de fósforo respectivamente

3 e 4 - sem e com incubação das fontes de fósforo respectivamente, mais calagem

(a) - analisado pelo método Bray-II

com o superfosfato triplo. Provavelmente para os fosfatos de rocha o fósforo fica mais disponível em pH mais baixo.

Para os fosfatos naturais, tanto na ausência - como na presença de calcário houve pouca variação no nível do fósforo no solo devido à incubação. Já para o superfosfato - triplo a incubação causou pequeno aumento do fósforo do solo tanto na ausência como na presença da calagem.

4.2. Efeitos da incubação na soja perene

Pela análise dos dados das Tabelas 4 e 5 pode -se verificar que para o efeito da incubação (média das fontes de fósforo e ausência e presença de calagem), houve diferenças significativas e negativas para os teores de fósforo, magnésio e extração de fósforo da parte aérea. NOVAIS et alii (1980), obtiveram para o fosfato de Araxá resultados semelhantes na concentração de fósforo acumulado em cultura de sorgo.

Não houve interação estatisticamente significativa entre incubação e fontes de fósforo para nenhuma das variáveis estudadas.

A interação calagem x incubação foi estatisticamente significativa para as produções de matéria seca da parte aérea, planta inteira e teor de fósforo da parte aérea.

A Figura 1 ilustra o desdobramento da interação dupla, calagem e incubação, na produção de matéria seca da soja perene. Na produção de matéria seca da parte aérea - houve efeito significativo e negativo da incubação (teste F a 1%), na presença de calcário e efeito não significativo da in

Tabela 4. Níveis de significâncias para as causas de variação afetando a produção de matéria seca (M.S.), a nodulação, o teor e quantidade de N total.

Causas de variação	Produção de M.S. a 65°C g/vaso		% N		N total (mg/vaso)		Nodulação		
	parte aérea	raiz	parte aérea	raiz	parte aérea	raiz	planta inteira	nº (a)	peso mg/vaso
Fontes de fósforo	**	**	*	*	**	**	**	**	**
Calagem	**P	**P	**P	**P	**P	**P	**P	**n	**n
Incubação									
Cal.xincub.	*	*							
Cal. x fósforo	**	*	**	*	**	*	**	**	**
Incub. x fósforo									

(a) Dados originais transformados em V x

(*) e (**) significâncias do teste F dos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

p e n - efeitos positivos e negativos, respectivamente.

Tabela 5. Níveis de significância para as causas de variação, afetando os teores e extração dos elementos minerais da parte aérea e raiz.

Causas de variação	Teores dos elementos				Extração dos elementos			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
	p.a. raiz	p.a. raiz	p.a. raiz	p.a. raiz	p.a. raiz	p.a. raiz	p.a. raiz	p.a. raiz
Fontes de fósforo	**	**	**	**	**	**	**	**
Calagem	*n	**n	**p	**p	*n	**p	**p	**p
Incubação	*n		**n		*n			
Cal. x incubação	**							
Cal. x fósforo	**	**	**	*	**	**	**	**
Incub. x fósforo		**	**	**	*	**	**	**

(*) e (**) - significâncias do teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

p e n - efeitos positivos e negativos, respectivamente.

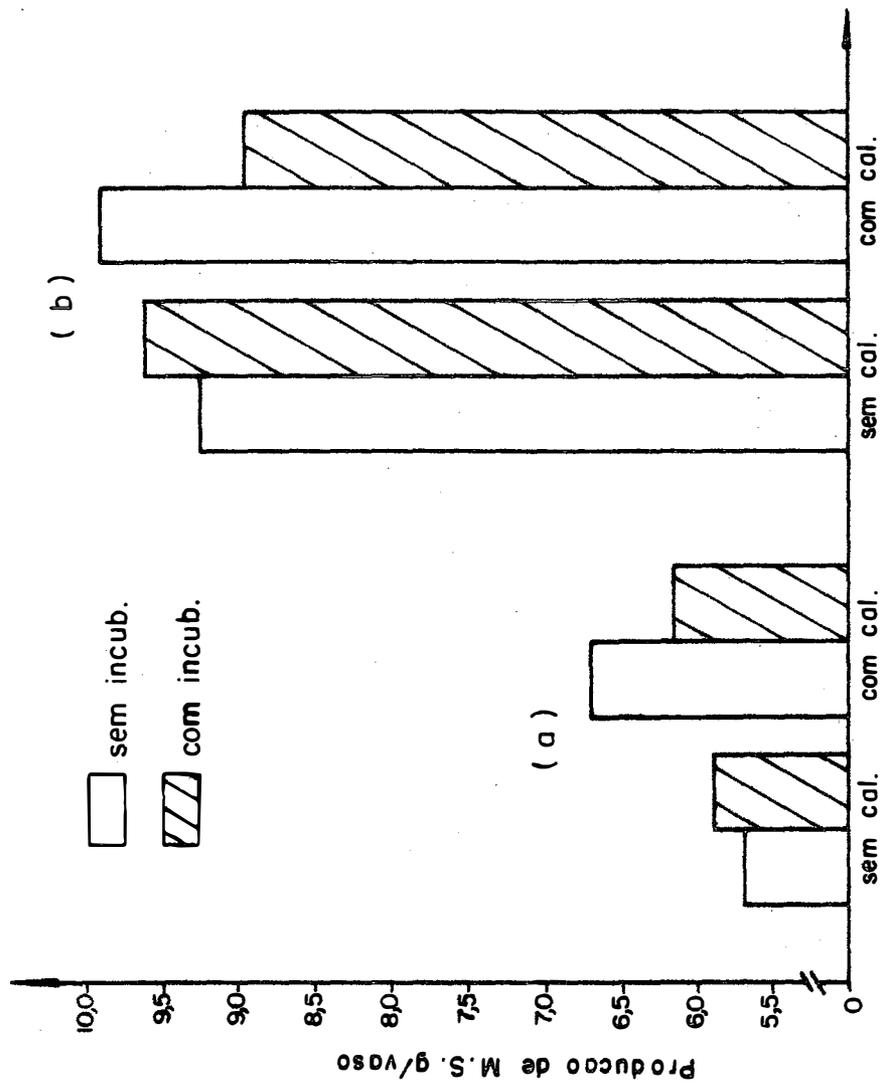


Fig.1— Produção média em g/vaso de M.S. na soja perene, em função da calagem e incubação com as fontes de fósforos, sendo (a) parte aérea e (b) planta inteira respectivamente.

cubação na ausência de calagem; efeito positivo para a calagem na ausência da incubação e efeito não significativo da calagem na presença de incubação com as fontes de fósforo. A produção de matéria seca da planta inteira diminuiu significativamente (teste F a 5%) com a incubação na presença de calcário.

Pelos resultados obtidos, houve efeito negativo da incubação das fontes de fósforo na produção da soja perene quando na presença da calagem, prejudicando a resposta da leguminosa à calagem.

Pela Figura 2 observa-se que na ausência da calagem houve um efeito negativo da incubação nos teores de P, o mesmo não acontecendo na presença da calagem.

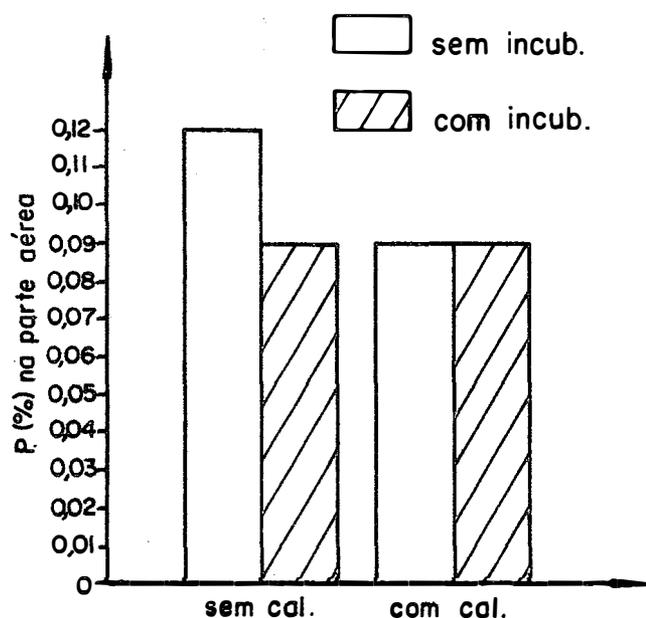


Fig. 2— Teor médio de fósforo na parte aérea da soja perene, em função da calagem e incubação com as fontes de fósforo.

4.3. Efeitos das fontes de fósforo na soja perene

Na Tabela 6 estão os dados que comparam as fontes de fósforo na produção de matéria seca, porcentagem de nitrogênio total, quantidade de nitrogênio em mg/vaso na parte aérea, planta inteira e raiz e no número e peso dos nódulos. Para a produção de matéria seca da parte aérea e planta inteira o hiperfosfato foi significativamente superior aos demais adubos fosfatados; a seguir o superfosfato triplo foi superior ao fosfato de Araxá e o fosfato de Patos de Minas inferior a todas as fontes.

Para a produção de matéria seca da raiz o hiperfosfato e superfosfato triplo apresentaram efeito superior aos outros dois fosfatos naturais e estes não diferiram entre si. Os resultados diferem daqueles de ANDREW (1973) que obteve melhor resposta de fontes solúveis de fósforo em comparação com o hiperfosfato, na produção do siratro. CATANI e NASCIMENTO (1954) afirmam que a solubilidade dos fosfatos naturais são mais influenciados pela natureza dos adubos fosfatados do que o grau de finura; pelos resultados de produção da parte aérea e planta inteira, há concordância com os autores, pois os fosfatos de rocha tiveram comportamentos diferentes; embora tivessem a mesma granulometria.

A porcentagem de nitrogênio da parte aérea (Tabela 6), mostra que houve uma concentração de nitrogênio nas plantas dos tratamentos em que houve menor produção da leguminosa não havendo diferenças entre o fosfato de Patos de Minas

Tabela 6. Efeitos médios das fontes de fósforo na produção de matéria seca e nitrogênio total da parte aérea, raiz e planta inteira e no teor de nitrogênio da parte aérea e raiz e na nodulação. Médias de 12 repetições.

Tratamentos	Produção de M.S. a 650C - g/vaso			N %		N total (mg/vaso)			Nodulação	
	parte aérea	raiz	planta inteira	parte aérea	raiz	parte aérea	raiz	planta inteira	Nº (a)	peso mg/vaso
Super triplo	7,5	3,9	11,4	1,87	1,86	140	73	213	12,5	187
Hiperfosfato	8,8	4,5	13,2	1,86	1,92	165	86	248	13,6	215
Fosf. de Araxá	4,8	2,7	7,5	1,92	1,89	90	52	139	7,7	77
Fosf. de Pa- tos de Minas	3,5	2,1	5,6	2,36	2,00	79	42	120	4,3	17
d.m.s. (5%)	0,8	0,7	1,2	0,46	0,19	27	14	34	2	46
C.V. (%)	11	20	11	21	9	21	20	17	20	33

(a) Dados originais transformados em \sqrt{x} .

e o fosfato de Araxá.

Para a quantidade de nitrogênio da parte aérea e raiz destacam-se o hiperfosfato e o superfosfato triplo; para a planta inteira o hiperfosfato produziu mais que o superfosfato triplo e este, foi superior ao Patos de Minas e Araxá. Os resultados mostram que a quantidade de nitrogênio foi mais em função da produção da planta, que do teor de nitrogênio, em si. Por outro lado, houve uma tendência das fontes de fósforo que produziram uma maior nodulação, proporcionarem uma maior quantidade de nitrogênio.

Os dados da Tabela 6, mostram que, tanto para o número como peso de nódulos, há diferenças significativas e positivas para as fontes hiperfosfato e superfosfato triplo em relação ao fosfato de Araxá e ao fosfato de Patos de Minas e esta última sendo inferior ao fosfato de Araxá.

Trabalhos de MEARS e BARKUS (1970), SOUTO E D^o BEREINER (1968) demonstram que quando há uma maior nodulação na leguminosa há uma maior produção de nitrogênio pela planta.

Os dados da Tabela 7, mostram os efeitos dos adubos fosfatados nos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea e raiz da soja perene.

Para o teor de fósforo não houve diferenças significativas entre as fontes estudadas. Para o teor de potássio na parte aérea houve uma maior concentração deste elemento para o fosfato de Patos de Minas em relação ao fosfato de Araxá e este em relação ao superfosfato triplo e hiperfos-

Tabela 7. Efeitos médios das fontes de fósforo nos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio da parte aérea e raiz. Médias de 12 repetições.

Tratamentos	P		K		Ca		Mg	
	parte aérea	raiz	parte aérea	raiz	parte aérea	raiz	parte aérea	raiz
Super triplo	0,102	0,118	1,84	1,12	0,76	0,40	0,345	0,266
Hiperfosfato	0,108	0,124	1,67	1,03	0,78	0,43	0,338	0,300
Fosf.de Araxá	0,096	0,118	2,32	1,46	0,89	0,41	0,376	0,204
Fosf.de Patos de Minas	0,093	0,113	2,60	1,60	0,88	0,41	0,362	0,197
d.m.s. (5%)	0,016	0,013	0,21	0,28	0,11	0,05	0,041	0,050
C.V. (%)	14	9	9	19	12	11	10	19

fato; esses dados mostram que, provavelmente há uma maior concentração deste elemento onde existe menor produção de matéria seca na leguminosa, desde que haja suprimento normal de potássio. Para o potássio nas raízes, houve uma tendência semelhante ao ocorrido na parte aérea, isto é, os tratamentos com as duas fontes de fosfato de rocha que proporcionaram menor crescimento na leguminosa tiveram teores maiores de potássio que o hiperfosfato e superfosfato triplo.

O teor de cálcio na parte aérea foi significativamente menor para o tratamento com a fonte solúvel de fósforo em relação aos fosfatos de Araxá e Patos de Minas e estes últimos não diferiram do hiperfosfato.

Para o teor de magnésio houve efeito apenas para a concentração do elemento na raiz da leguminosa, tendo-se teores menores do elemento nos tratamentos com as fontes de fósforo que propiciaram menor desenvolvimento às plantas (fosfato de Patos de Minas e fosfato de Araxá) em relação aos outros dois fosfatos.

Na Tabela 8 estão os dados das extrações de elguns elementos, em função das fontes de fósforo estudadas, calculados com base nos teores e produção de matéria seca da planta.

Para a extração de fósforo, cálcio e magnésio da parte aérea houve efeito significativo e positivo do hiperfosfato em relação ao superfosfato triplo e este foi superior aos fosfatos de Araxá e Patos de Minas. Para a extração de po

Tabela 8. Efeitos médios das fontes de fósforo na extração de fósforo, potássio, cálcio e magnésio da parte aérea e raiz, em mg/vaso. Médias de 12 repetições.

Tratamentos	P		K		Ca		Mg	
	parte aérea	raiz						
Super triplo	7,5	4,7	138,0	44,0	57,0	15,8	25,4	10,3
Hiperfosfato	9,6	5,4	146,0	46,0	68,0	19,2	29,8	13,4
Fosf.de Araxá	4,3	3,3	111,0	40,0	42,0	11,2	18,2	5,5
Fosf. de Patos de Minas	3,1	2,3	90,0	34,0	30,0	8,7	12,5	4,2
d.m.s. (5%)	1,4	0,8	16	8	7,5	3,2	4,1	2,5
C.V. (%)	20	19	12	19	14	22	18	27

tássio, cálcio e magnésio da parte aérea o fosfato de Patos de Minas foi inferior a todas as fontes, tendo-se igualado ao fosfato de Araxá apenas para o fósforo.

As diferenças existentes na extração dos elementos, entre fontes estão mais em função da produção da leguminosa, uma vez que os teores minerais tiveram uma tendência inversa em relação à extração.

Há uma ordem decrescente de extração dos elementos cálcio e magnésio conforme os tratamentos com hiperfosfato, superfosfato triplo, fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas (tendo-se estas duas últimas igualado entre si); para o potássio o fosfato de Patos de Minas foi igual ao fosfato de Araxá e inferior às outras duas fontes e finalmente, para o fósforo houve igualdade de extração deste elemento para os tratamentos com hiperfosfato e super triplo e estes sendo superiores ao fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas; sendo este último inferior a todas outras fontes.

4.4. Efeitos da calagem na soja perene adubada com várias fontes de fósforo

Na Tabela 9 estão os dados de produção e nodulação da soja perene, bem como as significâncias estatísticas do efeito da calagem frente às diversas fontes de fósforo.

A produção de matéria seca da parte aérea e planta inteira foi aumentada significativamente com a calagem na presença do superfosfato triplo e hiperfosfato. Por

Tabela 9. Produção de matéria seca a 65°C em g/vaso da parte aérea, raiz, planta inteira e nódulos (número e peso) em função das fontes de fósforo na ausência e presença de calagem e em função da calagem na presença das fontes de fósforo. Médias de 6 repetições. Significância do teste F para o efeito da calagem dentro das fontes de fósforo.

Causas de variação	M.S. a 65°C - g/vaso						Nódulos					
	parte aérea		raiz		pl. inteira		número (a)		peso em mg/vaso			
	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.
Super triplo	6,5a	8,4b	3,9ab	4,0a	10,5ab	12,4b	12,0a	13,0a	212a	162a		
Hiperfosfato	7,3a	10,2a	4,6a	4,3a	11,9a	14,5a	13,0a	14,0a	229a	201a		
Fosf.de Araxá	5,4b	4,1c	3,4bc	2,1b	8,9b	6,2c	10,0a	5,0b	138b	16b		
Fosf.de Patos de Minas	3,8c	3,1c	2,6c	1,6b	6,5c	4,7c	4,0b	4,0b	28c	7b		
Cal. dentro super triplo		**P				**P				**n		
Cal. dentro hiperfosfato		**P				**P						
Cal.dentro fosf. de Araxá		**n		**n		**n		**n		**n		
Cal.dentro fosf. Patos de Minas		**n		**n		**n						
C.V. %	11		20		11		20		33			

(*) e (**)-significâncias do teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente
 p e n - efeitos positivos e negativos, respectivamente
 (a) - dados originais transformados em \sqrt{x}

OBS. - médias da mesma coluna com letras idênticas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

outro lado houve uma diminuição da produção devido à aplicação de calagem, na presença dos fosfatos de Araxá (planta inteira, raiz e parte aérea) e Patos de Minas (raiz e planta inteira). MONTEIRO (1980); MUNNS e FOX (1977), encontraram grandes respostas à calagem pela soja perene adubada com fontes solúveis de fósforo (NaH_2PO_4) e superfosfato triplo respectivamente.

A Tabela 3 mostra que, com a calagem a disponibilidade, no solo, do fósforo aplicado como fosfatos de Araxá, Patos de Minas e Hiperfosfato foi menor do que sem calagem, o que pode explicar a menor produção da leguminosa para os dois primeiros fosfatos naturais, mas não para o hiperfosfato.

A nodulação nas raízes da planta do tratamento com o fosfato de Araxá (mostrado na Tabela 9) foi mais baixa com a calagem do que sem esta, tanto para peso como para o número de nódulos, o que pode ser decorrente da menor disponibilidade de fósforo no solo.

Na presença do superfosfato houve também efeito negativo da calagem, o que vem a discordar da maioria dos trabalhos envolvendo calagem, em presença de fontes solúveis de fósforo (MUNNS e FOX (1977); MONTEIRO (1980), etc).

Na Tabela 10 estão os dados do teor e conteúdo de nitrogênio da soja perene. Não houve efeito significativo de calagem sobre os teores de nitrogênio da parte aérea da soja perene, das fontes de fósforo estudadas. Para o teor

Tabela 10. Teor de nitrogênio na M.S. a 65°C da parte aérea, raiz e nitrogênio total em mg/vaso da parte aérea, raiz e planta inteira em função das fontes de fósforo na ausência e presença de calagem e em função da calagem na presença das fontes de fósforo. Médias de 6 repetições. Significância do teste F para o efeito da calagem dentro das fontes de fósforo.

Causas de variação	% N na M.S. a 65°C				N total na M.S. a 65°C - mg/vaso					
	parte aérea		raiz		parte aérea		raiz		planta inteira	
	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	
Super triplo	1,78a	1,96b	1,67ab	2,04a	115a	165a	65ab	81a	180ab	246a
Hiperfosfato	1,76a	1,96b	1,80a	2,05a	129a	200a	78a	88a	208a	288a
Fosf.de Araxá	1,67a	2,18ab	1,53b	2,25a	92ab	88b	52b	46b	144bc	134b
Fosf.de Patos de Minas	1,86a	2,86a	1,82a	2,18a	72b	87b	48b	35b	120c	121b
Cal. dentro super triplo			**P		**P		*P		**P	
Cal. dentro hiperfosfato			*P		**P				**P	
Cal.dentro fosf. de Araxá			**P						**n	
Cal.dentro fosf. Patos de Minas			**P							
C.V. (%)	20	9	21	20	17					

(*) e (**) - significâncias do teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente
 p e n - efeitos positivos e negativos, respectivamente
 OBS. - médias na mesma coluna com letras idênticas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

de nitrogênio das raízes houve efeito positivo da calagem em presença de tôdas as fontes de fósforo. Na presença dos fosfatos de Araxá e Patos de Minas pode ter havido um efeito de concentração de nitrogênio nas raízes, uma vez que, com a calagem houve menor produção de matéria seca em relação ao tratamento sem calagem.

Para a quantidade de nitrogênio a calagem resultou em efeito positivo na presença do superfosfato triplo (parte aérea, raiz e planta inteira) e hiperfosfato (parte aérea e planta inteira). Esses resultados, para a parte aérea, estão mais em função da produção da leguminosa do que do teor de nitrogênio, uma vez que eles foram semelhantes. Na presença do fosfato de Araxá, a calagem prejudicou a quantidade de nitrogênio da planta, reflexo provável da menor nodulação provocada pela calagem (Tabela 9).

As Tabelas 11 e 12 mostram um aumento nos teores respectivamente de cálcio e magnésio da parte aérea da leguminosa, devido à calagem na presença de todas as fontes de fósforo, com exceção do hiperfosfato (parte aérea). Este fato era esperado, uma vez que o calcário utilizado é fonte desses nutrientes para a planta. FRANÇA et alii (1973) obtiveram também, aumentos nos teores de Ca e Mg da soja perene com o uso de calagem.

O teor de potássio (Tabela 12) da parte aérea diminuiu com a calagem, na presença do superfosfato triplo e hiperfosfato. Isto pode ter sido consequência do efeito de

Tabela 11. Teores de fósforo e cálcio na M.S. a 65°C da parte aérea e raiz (médias de repetições) em função das fontes de fósforo na ausência e presença de calagem e em função da calagem na presença das fontes de fósforo. Significância do teste F para o efeito da calagem dentro das fontes de fósforo.

Causas de variação	P				Ca			
	parte aérea		raiz		parte aérea		raiz	
	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.
Super triplo	0,11a	0,09a	0,11a	0,12a	0,70a	0,83b	0,31ab	0,50a
Hiperfosfato	0,11a	0,10a	0,12a	0,13a	0,76a	0,79b	0,34a	0,52a
Fosf. de Araxá	0,10a	0,09a	0,11a	0,13a	0,74a	1,04a	0,29b	0,52a
Fosf. de Patos de Minas	0,09a	0,09a	0,12a	0,11a	0,69a	1,07a	0,31ab	0,53a
Cal. dentro super triplo								*P
Cal. dentro hiperfosfato								**P
Cal. dentro fosf. de Araxá								**P
Cal. dentro fosf. Patos de Minas								**P
C.V. (%)	14		9		12		11	

(* e (**)) - significâncias do teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

P - efeitos positivos

OBS.- médias na mesma coluna com letras idênticas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 12. Teores de potássio e magnésio na M.S. a 65°C da parte aérea e raiz (médias de 6 repetições) em função das fontes de fósforo na ausência e presença de calagem e em função da calagem na presença das fontes de fósforo. Significância do teste F para o efeito da calagem dentro das fontes de fósforo.

Causas de variação	K				Mg			
	parte aérea		raiz		parte aérea		raiz	
	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.	sem cal.	com cal.
Super triplo	2,01bc	1,67b	1,29b	0,95b	0,28a	0,41ab	0,21a	0,32a
Hiperfosfato	1,83c	1,51b	1,23b	0,84b	0,28a	0,39b	0,22a	0,38a
Fosf. de Araxá	2,22ab	2,41a	1,40ab	1,51a	0,28a	0,47a	0,19a	0,22b
Fosf. de Patos de Minas	2,50a	2,70a	1,78a	1,42a	0,27a	0,46a	0,19a	0,20b
Cal. dentro super triplo	**n				**P		**P	
Cal. dentro hiperfosfato	**n				**P		**P	
Cal. dentro fosf. de Araxá					**P			
Cal. dentro fosf. de Patos de Minas					**P			
C.V. (%)	9		19		10		19	

(**) - significância do teste F aos níveis de 1% de probabilidade.

p e n - efeitos positivos e negativos, respectivamente.

OBS. - médias na mesma coluna com letras idênticas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

diluição pela maior produção de matéria seca da parte aérea obtida com estas fontes (Tabela 9).

Nas Tabelas 13 e 14 estão os dados de extração de fósforo, cálcio, potássio e magnésio da parte aérea e raiz da soja perene.

Na extração do fósforo pela planta houve efeito negativo da calagem na presença dos fosfatos de Araxá (parte aérea e raiz) e Patos de Minas (raiz). Os dados vem confirmar que, para esses dois fosfatos naturais, há uma menor disponibilidade deste elemento em condições menos ácidas, refletindo na produção da planta (Tabela 9) e extração do elemento (Tabela 13). Na presença do hiperfosfato a calagem comportou-se diferentemente, aumentando, na parte aérea, a quantidade de fósforo absorvida pela soja perene.

Para as extrações de cálcio (Tabela 13) e magnésio (Tabela 14) houve resposta a calagem apenas na presença do superfosfato triplo e hiperfosfato.

4.5. Efeitos das fontes de fósforo na soja perene, na presença e ausência de calcário.

A Tabela 9 mostra os dados de produção de matéria seca e nodulação da soja perene e as diferenças estatísticas para os tratamentos com as fontes de fósforo na ausência e presença da calagem.

Para a produção de matéria seca (parte aérea, raiz e planta inteira) o hiperfosfato e o superfosfato tri -

Tabela 13. Extração de fósforo e cálcio em mg/vaso da parte aérea e raiz (médias de 6 repetições) em função das fontes de fósforo na ausência e presença de calagem e em função da calagem na presença das fontes de fósforo. Significância do teste F para o efeito da calagem dentro das fontes de fósforo.

Causas de variação	P.						Ca					
	parte aérea			raiz			parte aérea			raiz		
	sem cal.	com cal.		sem cal.	com cal.		sem cal.	com cal.		sem cal.	com cal.	
Super triplo	7, lab	8,0b		4,5b	4,8a		45,5ab	69,3b		10,3b	19,8a	
Hiperfosfato	8,1a	10,6a		5,7a	5,5a		56,0a	80,2a		15,7a	22,3a	
Fosf. de Araxá	5,7b	3,6c		3,7bc	2,7b		40,0bc	43,0c		10,0b	10,8b	
Fosf. de Patos de Minas	3,6c	2,8c		3,1c	1,8b		27,0c	33,0c		7,7b	8,5b	
Cal. dentro super triplo									**P		**P	
Cal. dentro hiperfosfato			**P						**P		**P	
Cal. dentro fosf. de Araxá		**n			*n							
Cal. dentro fosf. de Patos de Minas			**n		**n							
C.V. (%)		20		19			14			22		

(*) e (**) - significâncias do teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

p e n - efeitos positivos e negativos, respectivamente.

OBS. - médias na mesma coluna com letras idênticas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 14. Extração de potássio e magnésio em mg/vaso da parte aérea e raiz (médias de 6 repetições) em função das fontes de fósforo na ausência e presença de calagem e em função da calagem na presença das fontes de fósforo. Significância do teste F para o efeito da calagem dentro das fontes de fósforo.

	K						Mg					
	parte aérea			raiz			parte aérea			raiz		
	sem cal.	com cal.		sem cal.	com cal.		sem cal.	com cal.		sem cal.	com cal.	
Super triplo	131,0a	141,0a	50,7a	37,6a	18,3a	34,4b	8,3ab	12,7b				
Hiperfosfato	133,0a	154,4a	54,2a	36,1a	20,4a	40,4a	10,1a	16,3a				
Fosf. de Araxá	123,4a	98,7b	47,0a	30,5ab	15,4ab	19,3c	6,4b	4,6c				
Fosf. de Patos de Minas	95,8b	83,0b	46,3a	22,6b	10,3b	14,0c	5,1b	3,2c				
Cal. dentro super triplo							**P	**P				
Cal. dentro hiperfosfato							**P	**P				
Cal. dentro fosf. de Araxá							**n					
Cal. dentro fosf. de Patos de Minas												
C.V. (%)	12	19	14	27								

(* e (**)) - significância do teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

p e n - efeitos positivos e negativos, respectivamente.

OBS. - médias na mesma coluna com letras idênticas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

plo, na ausência de calagem, foram iguais estatisticamente e mais eficientes que o fosfato de Patos de Minas. Enquanto - que o fosfato de Araxá igualou-se ao superfosfato triplo na produção de matéria seca das raízes e planta inteira e foi superior, estatisticamente, ao fosfato de Patos de Minas na produção de matéria seca da parte aérea e planta inteira. Na presença da calagem, o fosfato de Araxá e o fosfato de Patos de Minas foram iguais estatisticamente e inferiores ao superfosfato triplo e ao hiperfosfato. Este último foi superior - estatisticamente ao superfosfato triplo na produção de matéria seca (parte aérea e planta inteira). ASHER (1978) obteve em um estudo com gramíneas forrageiras, em parcelas, melhores respostas de produção, com os fosfatos naturais, em solos mais ácidos.

Os dados de produção de matéria seca (raízes e planta inteira) mostram que há uma alternativa do uso do fosfato de Araxá como fonte de fósforo (na ausência de calagem) para este solo.

Pelos dados de nodulação (número e peso) Tabela 9 houve semelhança do superfosfato triplo com o hiperfosfato e essas duas fontes foram superiores estatisticamente - ao fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas na presença de calagem. Na ausência da calagem o superfosfato, o hiperfosfato e o fosfato de Araxá foram iguais estatisticamente para o número de nódulos e superiores ao fosfato de Patos de Minas, enquanto para o peso de nódulos os fosfatos de Araxá

e Patos de Minas foram inferiores às outras duas fontes de fósforo. SOUTO e DÖBEREINER (1969) encontraram com a soja perene, maior peso de nódulos com aplicação de fósforo na forma de superfosfato.

Na Tabela 10 estão os dados dos teores de nitrogênio (parte aérea e raízes) e quantidade de nitrogênio (parte aérea, raízes e planta inteira) da soja perene em função das fontes de fósforo, na ausência e presença da calagem.

Para os teores de nitrogênio da parte aérea na ausência da calagem e, das raízes, na presença da calagem, não houve diferenças entre as fontes. Também nas raízes o fosfato de Araxá e o superfosfato simples (na ausência da calagem) não diferiram entre si, mas este fosfato de rocha foi inferior ao fosfato de Patos de Minas e ao hiperfosfato para esta variável estudada.

O teor de nitrogênio na parte aérea (Tabela 10), na presença da calagem, mostrou que as fontes que proporcionaram uma maior produção de matéria seca (hiperfosfato e superfosfato triplo, Tabela 9) contiveram um menor teor de nitrogênio em relação às plantas que receberam adubação com o fosfato de Patos de Minas (Tabela 10). O fosfato de Araxá não diferiu do fosfato de Patos de Minas.

Para a quantidade de nitrogênio da parte aérea, das raízes e planta inteira (Tabela 10), na presença da calagem, há igualdade das fontes superfosfato simples e hiperfosfato e estas são superiores aos fosfatos de Araxá e Patos de Minas. Na ausência da calagem, o hiperfosfato foi su-

perior estatisticamente ao fosfato de Araxá (raiz e planta inteira) e fosfato de Patos de Minas (raiz, parte aérea e planta inteira) e igual ao superfosfato triplo mas este não diferiu do fosfato de Araxá (parte aérea, raiz e planta inteira). Por outro lado o fosfato de Patos de Minas foi semelhante ao fosfato de Araxá (parte aérea, raiz e planta inteira) e não diferiu do superfosfato triplo para a quantidade de nitrogênio da raiz.

Pelos dados observados, mais uma vez, o fosfato de Araxá confirma que, na ausência da calagem, não diferiu do superfosfato triplo nesta variável estudada (quantidade de nitrogênio).

Na Tabela 11 estão os dados dos teores de fósforo e cálcio encontrados na soja perene, em função das fontes estudadas (superfosfato triplo, hiperfosfato, fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas), na ausência e presença da calagem.

Não houve diferenças estatísticas, entre as fontes de fósforo para o teor de fósforo na parte aérea e raízes da soja perene, tanto na presença como na ausência da calagem (Tabela 11).

Para os teores de cálcio na parte aérea da soja perene, não houve diferença entre as fontes estudadas, na ausência da calagem. Mas na presença da calagem os fosfatos de Araxá e Patos de Minas proporcionaram teores do elemento na planta, estatisticamente mais elevados que os apresentados

pelo uso do hiperfosfato e do superfosfato triplo. O que pode ser explicável por um efeito de concentração causado pela menor produção de matéria seca da leguminosa com o uso das fontes (Tabela 9).

Nas raízes, o teor de cálcio não mostrou diferenças estatísticas entre as fontes na presença da calagem, mas na ausência desta, houve maior teor do elemento nas plantas que receberam hiperfosfato em relação ao fosfato de Araxá e as outras duas fontes (superfosfato triplo e fosfato de Patos de Minas) não diferiram do fosfato de Araxá.

Na Tabela 12 estão os dados dos teores de potássio e magnésio, dos tratamentos com as fontes dos adubos fosfatados, na presença e ausência da calagem.

O teor de potássio (parte aérea e raízes) dos tratamentos com os fosfatos de Patos de Minas e Araxá, na presença da calagem, foram iguais e superiores nos tratamentos com superfosfato triplo e hiperfosfato. Por outro lado, pela Tabela 9 verifica-se que para a produção de matéria seca da parte aérea e raízes houve menor produção com os fosfatos de Araxá e Patos de Minas (na presença da calagem) o que pode vir a explicar um efeito da concentração do potássio pelo menor crescimento da leguminosa. Também, ausência da calagem houve uma tendência das fontes que causaram menor produção de matéria seca (Tabela 9) também proporcionarem uma maior concentração do potássio na soja perene (Tabela 12).

A Tabela 12 mostra que na ausência da calagem,

o teor de magnésio na parte aérea e raízes da soja perene não apresentou variação em função das fontes de fósforo usadas. Na presença da calagem o teor de magnésio da parte aérea da leguminosa não mostrou diferença estatística entre os fosfatos de Patos de Minas e Araxá e o superfosfato triplo, mas as plantas que receberam o hiperfosfato tiveram uma menor concentração deste elemento em relação às que receberam os outros dois fosfatos naturais. Para o teor de magnésio nas raízes, na presença da calagem, as fontes superfosfato triplo e hiperfosfato proporcionaram teores estatisticamente mais elevados que com os fosfatos de Patos de Minas e de Araxá.

Na Tabela 13 estão os dados de extração do fósforo e do cálcio pela soja perene e as diferenças estatísticas entre as fontes de fósforo, na ausência e presença da calagem.

Na ausência da calagem destaca-se que as fontes que proporcionaram menor crescimento da leguminosa (Tabela 9) apresentaram também, uma menor quantidade de fósforo (Tabela 13), na parte aérea, tendo os fosfatos de Araxá e Patos de Minas extraído menos fósforo que o hiperfosfato. O superfosfato triplo foi semelhante ao hiperfosfato e ao fosfato de Araxá, mas proporcionou mais extração de fósforo pela soja que o fosfato de Patos de Minas.

Para a quantidade total de fósforo, nas raízes (na ausência da calagem), Tabela 13, houve maior eficiência do hiperfosfato em relação ao superfosfato triplo e este em relação ao fosfato de Patos de Minas, mas não em relação ao

fosfato de Araxá. Pelos dados observados pode-se observar que a quantidade de fósforo presente nas raízes da leguminosa (Tabela 13) está mais em função da produção de matéria seca (Tabela 9) do que do teor de fósforo nos tecidos da planta.

Na presença da calagem, houve maior acúmulo de fósforo pela leguminosa adubada com o hiperfosfato e superfosfato triplo (parte aérea e raízes) do que com os fosfatos de Araxá e Patos de Minas. Para a presença de fósforo na parte aérea o hiperfosfato foi superior ao superfosfato triplo.

A Tabela 13 mostra os dados da extração de cálcio pela leguminosa. Na presença da calagem destaca-se que o acúmulo de cálcio na parte aérea e raízes segue as mesmas tendências de produção de matéria seca da parte aérea e raízes (Tabela 9), isto é, as plantas adubadas com hiperfosfato acumularam mais cálcio (na parte aérea) que as adubadas com superfosfato triplo, que por sua vez acumularam mais fósforo que as fertilizadas com os fosfatos de Patos de Minas e Araxá. Por outro lado as plantas que receberam hiperfosfato e superfosfato triplo foram estatisticamente iguais quanto ao cálcio acumulado nas raízes e superiores as plantas adubadas com os fosfatos de Patos de Minas e Araxá.

Na ausência da calagem, o hiperfosfato foi mais eficiente, do que os fosfatos de Araxá e Patos de Minas e semelhante ao superfosfato triplo, quanto ao acúmulo de cálcio na parte aérea da soja perene. Por outro lado o fosfato de Araxá não diferiu do superfosfato triplo. Para o acúmulo de

cálcio nas raízes da leguminosa, o hiperfosfato foi superior ao superfosfato triplo, ao fosfato de Araxá e ao fosfato de Patos de Minas e estas três fontes foram semelhantes entre si.

Na Tabela 14 estão os dados da quantidade de potássio e de magnésio presentes na soja perene em função das fontes de fósforo, na presença e ausência da calagem.

Na ausência da calagem o tratamento com fosfato de Patos de Minas apresenta menos potássio (na parte aérea da leguminosa) que os tratamentos com superfosfato triplo, hiperfosfato e fosfato de Araxá; enquanto que nas raízes não existiram diferenças entre as fontes de fósforo.

Na presença de calagem o hiperfosfato e o superfosfato triplo tiveram o mesmo efeito quanto à quantidade de potássio na parte aérea das plantas, sendo superiores estatisticamente aos fosfatos de Araxá e Patos de Minas. Entretanto, para a quantidade do potássio nas raízes o fosfato de Araxá foi igual ao superfosfato triplo, ao hiperfosfato e ao fosfato de Patos de Minas, mas este último foi inferior ao hiperfosfato e ao superfosfato triplo.

A Tabela 14 mostra que na presença da calagem houve um maior acúmulo de magnésio nas plantas que receberam as fontes de adubos fosfatados, mais eficientes na produção de matéria seca (Tabela 9), ou seja, para a parte aérea e raízes, o tratamento com hiperfosfato apresentou maior acúmulo de magnésio que o tratamento com superfosfato triplo e os

fosfatos de Araxá e Patos de Minas foram iguais entre si e inferiores àquelas duas fontes de adubos fosfatados.

Na ausência da calagem o fosfato de Araxá proporcionou acúmulo de magnésio na parte aérea da soja perene - na mesma proporção que os outros adubos fosfatados. Entretanto o superfosfato triplo e o hiperfosfato foram superiores ao fosfato de Patos de Minas. O acúmulo de magnésio nas raízes - da soja perene não variou estatisticamente, para os fosfatos de Patos de Minas, Araxá e superfosfato triplo. Entretanto o hiperfosfato foi superior aos fosfatos de Patos de Minas e Araxá, mas não diferiu do superfosfato triplo.

5. CONCLUSÕES

1. A calagem, tanto na ausência como na presença da incubação das fontes de fósforo, proporcionou tendência de redução dos teores de fósforo do solo adubado com os fosfatos de Araxá, Patos de Minas e hiperfosfato e tendência de aumento com o superfosfato triplo.

2. Houve pouco efeito da incubação das fontes de fósforo na variação do fósforo no solo.

3. A incubação das fontes de fósforo teve efeito negativo na produção da soja perene quando, na presença de calagem e tendência de efeito positivo na ausência de calagem.

4. A incubação das fontes de fósforo proporcionou redução nos teores de fósforo e magnésio e na quanti

dade de fósforo encontrados na parte aérea da soja perene.

5. A comparação entre as fontes de fósforo, independente de calagem e incubação indicou em ordem decrescente de resposta para a produção de matéria seca (parte aérea e planta inteira) e extração de cálcio e magnésio: hiperfosfato, superfosfato triplo, fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas.

6. Não houve variação no teor de fósforo na planta adubada com as diversas fontes de fósforo.

7. A calagem na presença do superfosfato triplo e do hiperfosfato aumentou a produção de matéria seca - (parte aérea e planta inteira), a quantidade de nitrogênio total (parte aérea e planta inteira) e a extração de cálcio e magnésio (parte aérea e raiz).

8. A calagem, na presença do fosfato de Araxá, diminuiu a produção de matéria seca (parte aérea, raiz e planta inteira), a nodulação (número e peso), a quantidade de nitrogênio (planta inteira) e fósforo (raiz).

9. A calagem na presença do fosfato de Patos de Minas, diminuiu a produção de matéria seca (raiz e planta inteira) e extração do fósforo da raiz.

10. Na presença da calagem o hiperfosfato foi superior ao superfosfato triplo na produção de matéria seca (parte aérea e planta inteira), extração de fósforo (parte aérea), extração de cálcio (parte aérea) e extração de magné

sio (parte aérea e raiz); entretanto na ausência da calagem essas duas fontes não diferiram entre si.

11. Na presença da calagem o superfosfato triplo e o hiperfosfato foram superiores aos fosfatos de Araxá e Patos de Minas na produção de matéria seca (parte aérea , raiz e planta inteira); peso e número de nódulos, quantidade de nitrogênio, teor de magnésio na raiz e extração de fósforo, cálcio, potássio e magnésio (parte aérea e raízes).

12. Na presença da calagem o fosfato de Araxá e o fosfato de Patos de Minas foram iguais em todas as variáveis analisadas.

13. Na ausência da calagem o fosfato de Araxá igualou-se ao superfosfato triplo na produção de matéria seca (raiz e planta inteira), número de nódulos, porcentagem de nitrogênio (parte aérea e raiz), quantidade de nitrogênio (parte aérea, raiz e planta inteira) e nos teores e extrações dos elementos minerais analisados (parte aérea e raízes).

14. Na ausência da calagem o hiperfosfato foi semelhante ao superfosfato triplo e, ambos superiores ao fosfato de Patos de Minas na produção de matéria seca, número e peso de nódulos, quantidade de nitrogênio (raiz e planta inteira), extrações de cálcio, potássio e magnésio na parte aérea e extração de fósforo na parte aérea e raízes.

15. Na ausência da calagem o fosfato de Araxá foi superior ao fosfato de Patos de Minas na produção de ma-

téria seca (parte aérea e planta inteira), número e peso de nódulos, teor de nitrogênio (raiz), extração de fósforo (parte aérea) e extração de potássio (parte aérea).

6. LITERATURA CITADA

- ANDREW, C.S., 1973. Eficiência de um fosfato de rocha Norte-Africano (Marrocos) no suprimento de fosfato para *Phaseolus atropurpureus* e *Latononis bainesii*. B. Indústr. anim., São Paulo, 30(1):51-58.
- ANDREW, C.S., 1976. Effect of calcium, pH and nitrogen on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. I. Nodulation and growth. Aust. J. agric. Res., Melbourne, 27:611-623.
- ANDREW, C.S., 1978. Legumes and acid soils. In: DÖBEREINER, J., Ed. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York, Plenum Press. v. 10, p. 135-160.

- ASHER, C.J., 1978. Comparison of different forms of phosphate fertilizers. Part II: Grassland Oxford. J. Soil Sci., Oxford, 29(2):277-285.
- BLANCO, H.G., W.R. VENTURINI e H. GARGANTINI., 1965. Comportamento de fertilizantes fosfatados em diferentes condições de acidez do solo, para o trigo, em estudo de efeito residual para a soja. Bragantia, Campinas, 24(22):261-290.
- BRAGA, J.M., 1970. Resultados experimentais com o uso de fosfato de Araxá e outras fontes de fósforo (Rev. de literatura). B. Univ. Fed. Viçosa, Viçosa, Sér. téc., 21, p. 61.
- BRAGA, J.M. e F.A.L. AMARAL, 1971. Efeito de fontes de fósforo na variação do pH e disponibilidade de fósforo, cálcio e magnésio. R. Ceres, Viçosa, 18(98):326-335.
- CARDOSO FILHO, F.P., 1981. Situação de adubo fosfatado no Brasil. 28 f. mimeo. Trabalho apresentado no 8th Phosphate Sulphur Symposium, Innisbrook.
- CARVALHO, M.M., G.E. FRANÇA, A.F.C. BAHIA FILHO e O.L. MOZZER, 1971. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um latossolo vermelho escuro, fase mata. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 6:285-290.
- CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. Avaliação de fertilidade do solo - métodos de análise. Piracicaba, Livrocere, 61p.

- DASHRATH, S., N.D. MANNIKAK e N.C. SRIVAS, 1976. Fertilizer value of indigenous rock phosphates compared with single superphosphate: laboratory incubation studies with farmyard manure. J. Indian Soc. Soil Sci., New Delhi, 24(1): 78-80.
- FEITOSA, C.T., B. van RAIJ, A.R. DECHEN e J.C. ALCARDE, 1978. Determinação preliminar da deficiência relativa de fosfatos, para trigo, em casa-de-vegetação. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2(3):193-195.
- FENSTER, W.E. e L.A. LEON, 1978. Management of phosphorus fertilizers in establishing and maintaining improved pastures on acid, infertile soils of tropical latin America. Colombia, CIAT, 15p.
- FRANÇA, G.E. e M.M. CARVALHO, 1970. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado, Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 4:89-95.
- FRANÇA, G.E.; A.F.C. BAHIA FILHO e M.M. CARVALHO, 1973. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja perene var. Tinaroo (*Glycine wightii*) em solo de cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 8:197-202.
- GARGANTINI, H., F.A.S. COLEHO, F. VERLENCIA e E. SOARES, 1970. Levantamento de Fertilidade dos Solos do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 32p.

- GARGANTINI, H., C.T. FEITOSA e T. IGUE, 1972. Efeito de diferentes fertilizantes fosfatados em diversas condições do solo, na produção do trigo em vasos. Bragantia, Campinas, 31:107-117.
- GOEPFERT, C.F. 1974. Fosfato natural uma alternativa para redução no custo da adubação. IPAGRO, Porto Alegre, 10: 8-9, out.
- JACKSON, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Englewood - Cliffs, Prentice-Hall. 498p.
- JONES, M.B. e L.M. FREITAS, 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo vermelho-amarelo de campo cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:91-99.
- KORNELIUS, E. e J.G. STAMMEL, 1973. Respostas de duas leguminosas tropicais a fósforo e calcário em um solo ácido do Rio Grande do Sul. In: Anais da X Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia e I Congresso Brasileiro de Forrageiras, Porto Alegre, p. 421-422.
- LOVADINI, L.A.C. e E.A. BULISANI, 1971. Nutrição mineral da soja perene (*Glycine wightii*, Verdc.). I. Ensaio de adubação em solo de cerrado. Bragantia, Campinas, 30(13):125-133.
- LOVADINI, L.A.C., 1972. Comportamento da soja perene (*Glycine wightii*, Verdc.) em solos ácidos, em função das variações de pH, Al trocável e do fósforo aplicado como fosfa-

- to solúvel. Piracicaba, ESALQ/USP, 94p. (Tese de Doutora-
mento).
- LOVADINI, L.A.C., E.A. BULISANI e H.A.A. MASCARENHAS, 1977.
Efeito de níveis de calagem, fósforo e potássio na produ-
ção de matéria seca de soja perene (*Glycine wightii*, Verdc)
em solos de cerrado. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 1:
31-34.
- McCLUNG, A.C., L.M.M. FREITAS de, J.R. GALLO, L.R. QUINN e
G.O. MOTT, 1958. Alguns estudos preliminares sobre possí-
veis problemas de fertilidade em solos de diferentes cam-
pos cerrados de São Paulo e Goiás. Bragantia, Campinas,
17(3):29-44.
- MALAVOLTA, E., 1968. Adubação fosfatada. Chac. Quint. Agric.
Pec., São Paulo, 59(702):8-13.
- MEARS, P.T. e B. MARKUS, 1970. Response of *Glycine wightii*
to molybdenized superphosphate on a Krasnozem. Aust. J.
exp. Agric. Anim. Husb., Melbourne, 10(45):415-425.
- MELLO, F.A.F., 1968. Capacidade de fixação de fosfato de
alguns solos do município de Piracicaba (Nota prévia).
R. agric., Piracicaba, 43:23-28.
- MONTEIRO, F.A., 1980. Efeitos da aplicação de micronutrien-
tes e de níveis de calagem em quatro leguminosas forragei-
ras tropicais. Piracicaba, ESALQ/USP, 146p. (Tese de Mes-
trado).

- MUNNS, D.N. e R.L. FOX, 1977. Comparative lime requirements of tropical and temperate legumes. Plant and Soil, The Hague, 46(3):533-548.
- NEME, A.N., 1965. Adubos fosfatados e calcário na produção de forragem de soja perene (*Glycine javanica*) em terra roxa misturada. In: Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, São Paulo, Departamento de Produção Animal, 1:677-681.
- NEME, N.A. e J.P. NERY, 1965. Influência dos adubos minerais e calcários na produção e composição química de leguminosas forrageiras. In: Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, São Paulo, Departamento de Produção Animal, 1:665-670.
- NEME, N.A. e L.A.C. LOVADINI, 1967. Efeito de adubos fosfatados e calcário na produção de forragem de soja perene (*Glycine javanica* L.) em "terra-de-cerrado". Bragantia, Campinas, 26:365-371.
- NEPTUNE, A.M.L., 1975. Aplicação de calcário em culturas forrageiras. In: Anais do 2º Simpósio sobre Manejo de Pastagens, Piracicaba, ESALQ/USP, p. 49-86.
- NOVAIS, R.F., J.M. BRAGA e C.A.S. MARTINS FILHO, 1980. Efeito do tempo de incubação do fosfato-de-araxá em solos sobre o fósforo disponível. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 4(3):153-155.

- OLIVEIRA, M.L.C., E.S. LOPES, M.T.R. SILVA e V. NAGAI, 1977. Influência da oxidação microbiológica do enxofre na solubilização da apatita de Araxá. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 1(1):24-27.
- PIMENTEL GOMES, F., 1970. Curso de estatística experimental. 4a. ed., Piracicaba, Livraria Nobel, 430p.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 56p.
- SOUTO, S.M. e J. DÖBEREINER, 1969. Fixação de nitrogênio e estabelecimento de duas variedades de soja perene (*Glycine javanica* L.) com três níveis de fósforo e de cálcio em solo com toxidez de manganês. Pesq. agropec. bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 4:59-66.
- TOSI, H., J. NAKAGAWA, A. PASQUAL e L.A. LIMA de, 1973. Efeito da adubação fosfatada na produção de soja perene (*Glycine wightii* L.) e siratro (*Phaseolus atropurpureus* D.C.). R. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, 2(1):93-107.
- TRIGOSO, R. e H.W. FASSBENDER, 1973. Effect of applications of Ca + Mg, P, Mo e B on yield and N fixation of four tropical legumes. Turrialba, 23(2):172-180.
- VAN RAIJ, B., 1975. Interpretação da análise de terra. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 8p.
- WERNER, J.C., E.B. KALIL, F. PIMENTEL GOMES, J.V.S. PEDREIRA, G.L. da ROCHA e H.J. SARTINI, 1968. Competição de adubos fosfatados. B. Indústr. anim., São Paulo, 25:139-149.

WERNER, J.C., 1973. Normas para adubação de pastagens no Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Zootecnia, 10p. (Boletim técnico nº 5).

WERNER, J.C., 1977. Adubação de pastagens. In: ASSISTÊNCIA NESTLÉ AOS PRODUTORES DE LEITE. 1º Encontro de Atualização de Pastagens. São Paulo, Nestlé, p.43-63.