

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITO DO FÓSFORO RESIDUAL, SOB SOLO DE CERRADO, EM SISTEMA
DE PLANTIO DIRETO, NA CULTURA DA SOJA**

ANGELO FERNANDES DE OLIVEIRA

REGINA MARIA QUINTÃO LANA
(Orientadora)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia-MG
Julho - 2004

**EFEITO DO FÓSFORO RESIDUAL, SOB SOLO DE CERRADO, EM SISTEMA
DE PLANTIO DIRETO, NA SOJA**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 25/06/2004

Prof. Dr. Regina Maria Quintão Lana
(Orientadora)

Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hanawaki
(Membro da Banca)

Prof. Dr. Paulo César de Melo
(Membro da Banca)

Uberlândia-MG
Julho - 2004

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS que sempre foi a luz no meu caminho e sempre me abriu as portas, mesmo que as vezes não fosse aquela esperada, mas ele sempre sabe o que faz. Também agradeço muito a meus pais que sempre lutaram por mim e puderam me dar o que tenho hoje, me ensinaram a tentar sempre ser uma pessoa melhor sem utilizar outras pessoas como escudo ou escada, sendo o mais honesto e verdadeiro possível . Também agradeço a meus irmãos que brigando ou não, sempre se preocuparam comigo, a final ser o mais novo tem dessas coisas. Agradeço também a meus avôs que sempre estiveram comigo, principalmente a meu avô Abadio que foi um dos melhores exemplos que qualquer pessoa poderia ter. Aos tios, colegas, amigos, professores, técnicos, e todos aqueles que de alguma forma me ajudaram e me acompanharam na caminhada, meu muito obrigado.

“ Não é o fim, e sim, um novo começo”.

Muito obrigado a todos.

Ângelo Fernandes de Oliveira

ÍNDICE

	Pagina
RESUMO _____	4
1 – INTRODUÇÃO _____	5
2 – REVISÃO DE LITERATURA _____	7
3 – MATERIAL E MÉTODOS _____	10
3.1 – Tratamentos _____	10
3.2 – Características avaliadas _____	11
3.2.1- Teor de P residual (TFR) _____	11
3.2.2- Teor de P foliar (TFF) _____	12
3.2.3- Produção de grãos (PGR) e Peso de 100 sementes (PCS) _____	12
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	13
4.1 – Teor de fósforo foliar _____	13
4.2 - Peso de 100 sementes _____	15
4.3 -- Fósforo residual _____	16
4.4 – Produção _____	18
5 – CONCLUSÕES _____	22
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	23

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta da soja a aplicação de multifosfato magnésiano em diferentes doses de fósforo em solo de cerrado, aplicados em pré-semeadura e a lanço, bem como seu efeito residual nos cinco anos consecutivos. Empregou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro tratamentos, que consistiram de quatro doses de fósforo (0,60,90,120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), utilizando como fonte o fosmag 530 E6, em três repetições. Juntamente com a adubação fosfatada, aplicou-se o potássio na dose de 100 kg.ha⁻¹ de K₂O, utilizando o cloreto de potássio. As sementes de soja, cv. MG/BR-46 Conquista, foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, para obtenção de 600.000 células por semente. Os componentes de produção avaliados foram: produtividade, peso de 100 sementes, teor de fósforo foliar e fósforo residual. Nas condições desse trabalho, conclui-se que a aplicação do Fosmag 530 E6, que tem como fonte de P o multifosfato magnésiano, a lanço em pré-semeadura, resulta em respostas significativas sobre a cultura da soja nos cinco anos consecutivos. A soja responde linearmente até a dose de 120 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ sobre a produtividade, teor de P foliar, peso de 100 sementes e teor de P residual no solo. A aplicação do Fosmag 530 E6, com os cultivos sucessivos aumentou o teor de P residual.

1 – INTRODUÇÃO

A soja é a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo intensivo, produzindo mais proteína por hectare que qualquer outra planta de lavoura. E as qualidades como fonte de calorias fazem desta leguminosa o alimento básico potencial na luta contra o espectro da fome, que já vislumbra em certas áreas densamente populosas e menos desenvolvidas.

A região dos cerrados assume importância estratégica para o desenvolvimento da cultura da soja no Brasil, juntamente com o advento do plantio direto, e ainda com a necessidade de intensificação de novas técnicas visando a sustentabilidade dos solos de cerrado.

Desde então, a necessidade de expor menos o solo a intempéries e propiciar-lhe maior cobertura e proteção tem levado à utilização de técnicas conservacionistas, como o cultivo mínimo e o plantio direto. Dessa forma, desperta-se a necessidade de se adubar o sistema de forma geral, diminuindo assim a necessidade de incorporação de nutrientes, viabilizando a prática de adubação de pré-semeadura, tendo como fonte um adubo fosfatado de liberação gradual, ou seja, uma fonte totalmente disponível em citrato neutro de amônio (CNA) mais

água, cuja forma química, reduza a fixação do P no solo. Por isso a utilização de fósforo de liberação gradual.

Vários são os problemas enfrentados pelo agricultor na hora da sementeira, desde problemas mecânicos até climáticos. Dentre eles podemos citar a sistematização do terreno, regulagem e profundidade de sementeira, troca de engrenagens e de discos, abastecimento de sementes e adubo, umidade do solo e clima. Tais problemas e paradas, atrasam a sementeira e uma forma de minimizar tais problemas é a aplicação do adubo em pré-sementeira. Adotando este sistema pode-se dirigir toda a atenção de forma específica, possibilitando, uma sementeira de qualidade e no tempo certo. Esta prática é geralmente feita à lanço utilizando-se uma esparramadeira de calcário.

Como a aplicação do fósforo é feita antes do estabelecimento da cultura a utilização de adubos que possuam o fósforo solúvel, porém sob forma de menor fixação pelo solo, também virá contribuir para a adoção da adubação de pré-sementeira. A utilização da prática de pré-sementeira tem como um dos princípios básicos, contribuir para maior homogeneidade da sementeira, objetivando um plantio adequado na época ideal, podendo aproveitar a umidade ótima do solo, com conseqüente aumento da produtividade agrícola.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da soja, a aplicação de Fosmag 530 E6 que tem como fonte de P o multifosfato magnésiano, em diferentes doses de fósforo, em solo de cerrado aplicados em pré-sementeira e a lanço, bem como, seu efeito residual nos anos consecutivos.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

Um fator limitante à produção é a baixa disponibilidade do P e a alta capacidade de retenção nos solos de cerrado, dada a elevada quantidade de sesquióxidos de Fe e Al. Por isso, a prática da adubação fosfatada é indispensável para a obtenção de altas produtividades. Sousa (1984), obteve incrementos na produção de soja nos cerrados utilizando doses de até 300 kg/ha^{-1} de P_2O_5 .

Lins et al (1989) mostraram, em solos de cerrado com teor de argila de 270 g/kg e $3,6 \text{ mg/dm}^3$ de fósforo (muito baixo), através de um modelo matemático para otimizar a adubação fosfatada em cultivos de soja, que seriam necessários até 200 kg/ha^{-1} de P_2O_5 para atingir um retorno econômico. Esses dados são concordantes com a recomendação de Sousa et al (1987), para as mesmas condições de solo, que recomenda a dose de 180 kg/ha^{-1} de P_2O_5 . A dose de fósforo recomendada varia em função do modo de aplicação do fertilizante. Assim, doses inferiores a 100 kg/ha^{-1} de P_2O_5 , no entanto, devem ser aplicadas no sulco de semeadura, à semelhança da adubação corretiva gradual, Moschler et al (1957).

O fósforo quando aplicado como fosfato solúvel e misturado com todo o volume de solo, grande parte é retida pela fase sólida, devido à maior superfície de contato com o solo

(Barber, 1974). Como a proporção de fósforo adicionado que é adsorvido pelo solo decresce com a quantidade aplicada, dispõe-se de duas opções para aumentar a concentração de fósforo na solução do solo: aumentar a dose para o mesmo volume ou reduzir o volume de solo fertilizado para a mesma quantidade adicionada. Aumenta-se a eficiência do fósforo, misturando-se com frações de solo, de maneira que sua absorção seja otimizada. A fração a ser adubada varia com a dose aplicada, solo e nutriente, que, normalmente situa-se entre aplicações a lanço (100%) e linha (3 a 5%), porém mais próximo da segunda para as doses menores (Barber, 1984).

O multifosfato magnésiano possui em sua composição o fósforo, cálcio, enxofre e magnésio, estando o cálcio na forma de sulfato, apresentando, por isso, o cálcio grande mobilidade no solo. O multifosfato magnésiano cujo efeito de fixação no solo é retardado, pode ser explicado quando comparado com o fosfato monocálcico, no qual o fosfato monocálcico é mais fixado devido sua ação de reação no solo, mais precisamente ao raio de ação do grânulo de fósforo. O fósforo totalmente disponível e solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, de fixação no solo reduzida, devido a sua fórmula química específica, permitindo diminuir a saturação do alumínio das camadas mais profundas, uma vez que o sulfato existente no fertilizante poderá arrastar para camadas abaixo de 40 cm. O MFM não neutraliza a acidez do solo, mas possui características químicas que reduzem a fixação de P nos solos, diminuindo a saturação do Al em camadas mais profundas (sub-solo), fornece Ca, Mg e S na sub-superfície, mantém melhor equilíbrio do P em solução, conseqüentemente maior suprimento de P as culturas.

O efeito residual da adubação fosfatada pode ser entendido como a quantidade do fósforo total aplicado que, depois de decorrido um espaço de tempo após a aplicação, ainda

permanece no solo uma forma disponível (Moschler et al., 1957). A queda dos teores de fósforo no solo ocorrem pela conversão de formas mais solúveis em formas menos solúveis. Essa diminuição é influenciada pela dose, pelo método de aplicação, pela fonte de fósforo, pelo manejo e pelo pH do solo (Yos et al., 1981, e Goedert; Lobato, 1981).

A solubilidade mais lenta do fósforo natural provoca um efeito residual mais longo, embora o índice de recuperação seja inferior ao obtido com fontes solúveis (Goedert, 1985).

O P-Solução, temporariamente aumentado pelas fontes minerais (fertilizantes químicos) ou orgânicas (resíduos orgânicos ou matéria orgânica do solo-MO), ocasionará um desequilíbrio, em relação ao anterior, aumentando a adsorção, o que significa aumento do compartimento P-lábil, ou, por outro lado, aumentando a difusão de P, serão maiores com o aumento do P-solução. No entanto, a adsorção é um mecanismo bem mais rápido de depleção do P-solução do que a difusão, particularmente nos solos com caráter-dreno maior que o caráter-fonte. Compreende-se, então, por que uma fonte de P com alta reatividade, aplicada em um solo dreno, pode não ser tão conveniente como outra de reatividade menor, embora não tão menor a ponto de restringir a difusão, o que em última análise, pode significar maior crescimento da planta. Por outro lado, quando o P-solução vai sendo exaurido pela absorção (ou pela retrogradação, pela imobilização ou pelas perdas), o estoque de “P-trocável” (P-lábil) irá recompor o P-solução, pelo menos parcialmente, num novo equilíbrio para um sistema-solo menos rico em P do que anterior. O aumento de P-solução, implica aumento de P-lábil, e vice-versa. Todavia, os solos diferem quanto à sensibilidade ao P-lábil a alterações do P-solução (Novais ; Smyth, 1999).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na fazenda Água Limpa, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia-MG, sendo cultivada por cinco anos.

O solo da área utilizada possui 17% de teor de argila, baixa acidez, baixo teor de fósforo e saturação por bases de 49% (Tabela 1).

TABELA 1: Análise química de solo da área experimental, Fazenda Água Limpa pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia-MG, referente ao ano de 1998.

Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	H	SB	T	V	m	MO
cm	água 1:2,5	--mg.dm ⁻³ --				-----cmol@dm ⁻³ -----				-----%----		g.Kg ⁻¹
0-20	5,9	1,1	18,9	1	0,3	1,4	0	1,4	2,75	49	0	12

*Observações: P, K = (HCL 0,05 N + H2SO4 N); Al, Ca, Mg = (KCL 1N); M.O. = (Walkley – Black); SB = soma de bases/ t = CTC efetiva/T = CTC a pH 7,0/V = Sat. Por bases/m = Sat. Por alumínio.

3.1 – Tratamentos

O solo foi arado a 20 cm de profundidade, para semeadura de milho como cultura de inverno para a formação de palhada, pré-requisito para implantação do sistema de plantio direto. A área demarcada compreende doze parcelas de 2,7m de largura por 5,0m de

comprimento cada uma, compreendendo 13,5m² parcela. As áreas não receberam calagem porque a saturação por bases para soja, em solo de cerrado é de aproximadamente 50%.

As parcelas foram divididas em 4 tratamentos, doses de 0, 60, 90 e 120 kg/ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se o multifosfato magnésiano em três repetições, sendo as parcelas constituídas de seis linhas de soja espaçadas 0,45m entre linhas, considerando-se como parcela útil as quatro linhas centrais com 0,5m de bordadura em cada extremidade, ou seja 7,2m². Para a adubação será usado o multifosfato magnésiano (Fosmag 530 E6).

A adubação das parcelas foram feitas em pré-semeadura, sessenta dias antes do plantio, e não foi aplicada adubação nitrogenada. A semeadura foi feita no início de dezembro, cultivando-se a variedade Conquista, depois da dessecação do milho com Glyphosato. As sementes foram tratadas com fungicidas e inoculadas no dia da semeadura. Após atingir o terceiro trifólio, as parcelas receberam uma aplicação de herbicidas, graminicidas e latifolicidas, ambos seletivos a soja.

Foi feita uma adubação básica na semeadura com KCl na dosagem de 100 kg/ha⁻¹ de K₂O, aplicada no sulco de plantio.

3. 2 – Características avaliadas

3.2.1- Teor de P residual (TFR)

As avaliações se iniciaram com a coleta da amostra de solo para análise até a profundidade de 20 cm, antes do primeiro cultivo, depois , nos anos de 2001, 2002 e 2003, após a colheita, foram retiradas amostras de solo e encaminhadas ao Laboratório de análises do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram feitas as análises de fósforo residual utilizando o método resina.

3.2.2- Teor de P foliar (TFF)

Em cada ano foram retiradas amostras de folhas, sendo extraídas folhas do terceiro trifólio, contadas de cima para baixo. As amostras foram colocadas em sacos de papel perfurados e etiquetados, levados a estufa de circulação forçada à temperatura de 65°C por 72 horas, posteriormente as amostras foram moídas e encaminhadas ao Laboratório de análises do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia para análise química completa, identificando o teor de fósforo foliar, das plantas submetidas a diferentes doses de fósforo nos seus respectivos anos.

3.2.3- Produção de grãos (PGR) e Peso de 100 sementes (PCS)

Na avaliação da produção foram retiradas as plantas localizadas nas quatro linhas centrais, totalizando 16 metros linear, após isso as plantas foram trilhadas e pesado os grãos, possibilitando desta forma estimar a produtividade por hectare e avaliar a diferença de peso de 100 sementes de soja.

A análise estatística foi realizada pelo programa SANEST. Os dados foram submetidos à análise de regressão linear.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Teor de fósforo foliar

Em relação ao P-foliar a cultura da soja também respondeu positivamente ao aumento crescente das doses de P_2O_5 do Fosmag 530 E6 (Tabela 2). O aumento dos teores de P-foliar só foram representativos nos anos de 1999/2000, 2001/2002 e 2002/2003

Não foi possível avaliar o efeito residual ao longo dos anos pois as variáveis são muito pequenas e não seriam representativas para a realização do teste de Tukey.

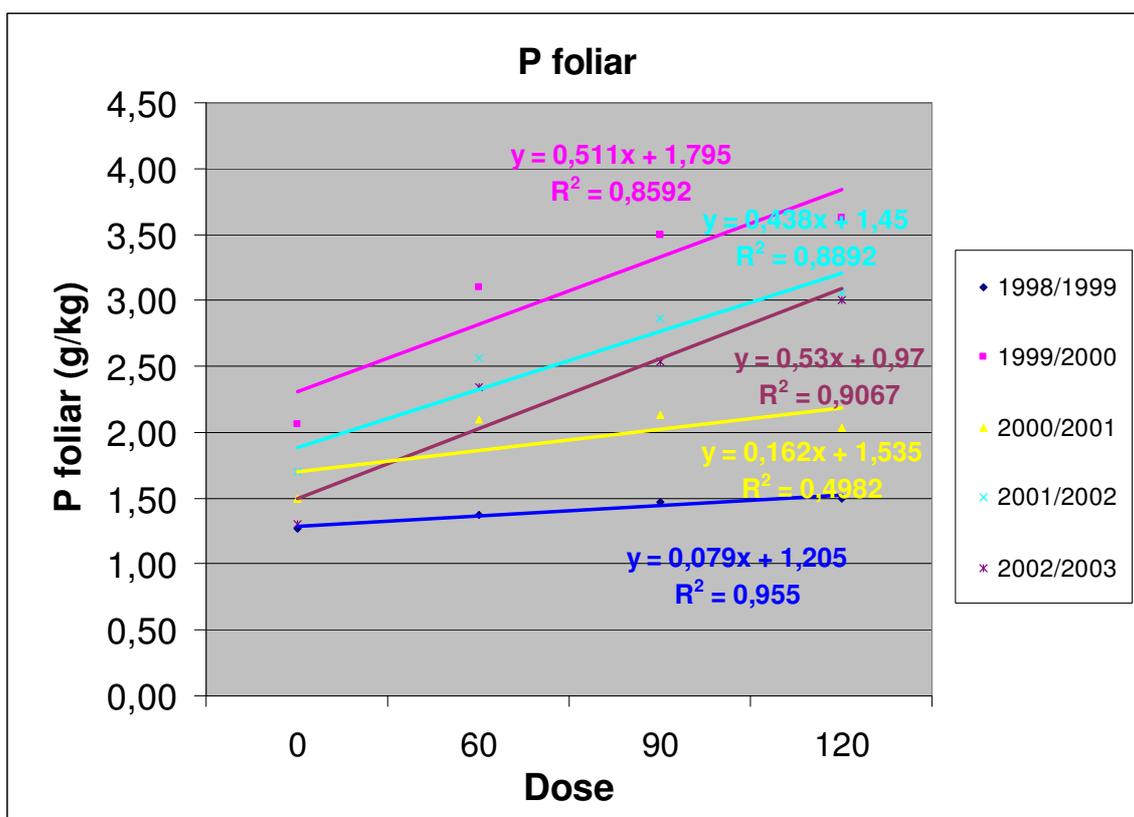
TABELA 2- Médias observadas em relação ao Teor de fósforo foliar, nas diferentes doses de Fosmag 530 E6, Uberlândia-MG.

Médias Observadas g/Kg					
DOSES	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003
0	1,27	2,06	1,50	1,70	1,30
60	1,37	3,10	2,10	2,56	2,34
90	1,47	3,50	2,13	2,86	2,54
120	1,50	3,63	2,03	3,06	3,00
C.V	11,48	9,65	16,10	8,08	7,48
Valor F	1,29	17,14*	2,71	25,64*	52,52*

* Significativo a 5% de probabilidade
C.V. = coeficiente de variação

Notou-se um pequeno aumento na concentração de P nas folhas, proporcionalmente as crescentes doses de P no solo, (Figura 1).

FIGURA 1-Teor de P foliar em g/kg, representada pelas doses equivalentes de P₂O₅ (Fosmag 530 E6) em kg/ha⁻¹ ao longo de 5 safras. Uberlândia MG.



Para uma produtividade adequada de soja, a quantidade total de fósforo acumulado em sua biomassa – grãos e parte vegetativa – fica em torno de 20 kg/ha⁻¹. Essa quantidade de P deverá ser suprida pelo solo, com ou sem a ajuda de fertilizantes, como no caso de solos pobres, com a ajuda de fertilizantes, para que mais P-disponível entre em contato com a planta por fluxo difusivo (Novais & Smyth, 1999).

4.2 – Peso de 100 sementes

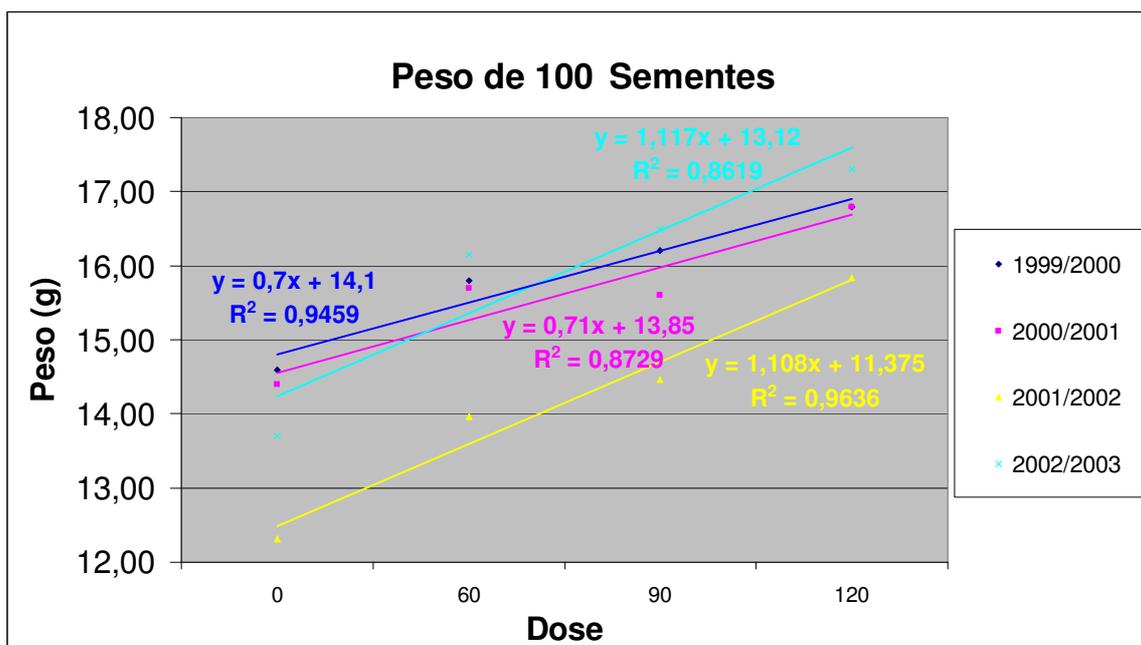
Com relação ao peso de 100 sementes, observou-se respostas significativas ao aumento crescente de doses de P₂O₅ (Tabela 3), sendo que houve uma resposta mais acentuada no ano de 2002/2003, (Figura 2).

TABELA 3- Medias observadas em relação ao peso de 100 sementes, nas diferentes doses de Fosmag 530 E6, Uberlândia-MG.

Medias Observadas g					
DOSES	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003
0	-----	14,60	14,40	12,31	13,70
60	-----	15,80	15,70	13,97	16,15
90	-----	16,20	16,80	14,46	16,49
120	-----	16,80	15,60	15,84	17,31
C.V	-----	5,36	4,76	4,07	4,03
Valor F	-----	3,71*	5,18*	19,15*	50,61*

* Significativo a 5% de probabilidade
C.V. = coeficiente de variação

FIGURA 2- Peso de 100 sementes em g, representada pelas doses equivalentes de P₂O₅ (Fosmag 530 E6) em kg/ha⁻¹ ao longo de 4 safras. Uberlândia MG.



Para a avaliação do efeito residual ao longo dos anos foi realizado o teste de Tukey, e verificou-se que apesar do teste ter sido significativo não apresentou grandes diferenças entre o peso de 100 sementes durante os anos, sendo que apenas o ano de 2001/2002 diferiu dos outros anos, (TABELA 4).

TABELA 4 - Teste de Tukey a 5% para médias observadas ao peso de 100 sementes nas 4 safras consecutivas

Tratamento	Ano	Peso médio de 100 sementes (g)	5%
5	2002/2003	15,78	a
4	2001/2002	14,13	b
3	2000/2001	15,67	a
2	1999/2000	15,67	a
1	1998/1999	-----	-----

Coeficiente de variação = 8,002%

d.m.s. 5% = 1,37965

*Médias na coluna com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

* Essa característica não foi avaliada no ano de 1998/1999

4.3 – Fósforo residual

Com relação ao P residual, os resultados dos ensaios mostram que, de acordo que se aumentam as doses de P₂O₅, também aumentam seus teores no solo (Tabela 5 e Figura 3).

TABELA 5- Medias observadas em relação ao P residual, nas diferentes doses de Fosmag 530 E6, Uberlândia-MG.

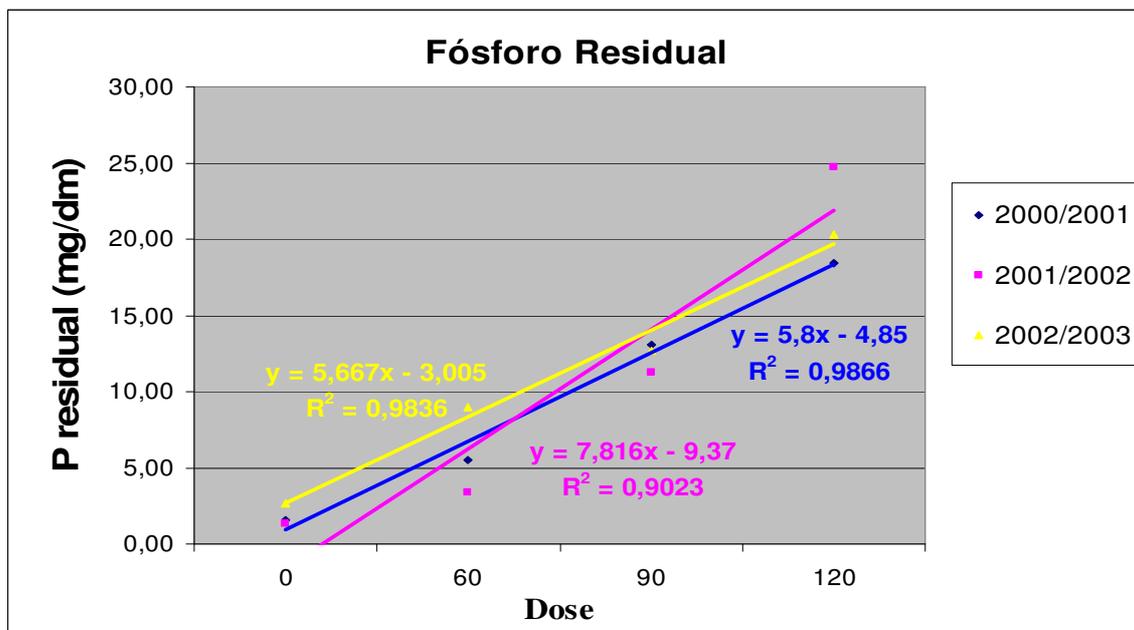
Medias Observadas mg/dm ³					
DOSES	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003
0	-----	-----	1,60	1,33	2,66
60	-----	-----	5,50	3,36	9,00
90	-----	-----	13,10	11,23	12,66
120	-----	-----	18,40	24,76	20,33
C.V	-----	-----	33,37	49,95	51,03
Valor F	-----	-----	16,27*	13,10*	5,02*

* Significativo a 5% de probabilidade

C.V. = coeficiente de variação

Essa característica não foi avaliada nos anos 1998/1999 e 1999/2000

FIGURA 3-Peso de 100 sementes em g, representada pelas doses equivalentes de P₂O₅ (Fosmag 530 E6) em kg/ha⁻¹ ao longo de 3 safras. Uberlândia MG.



A tabela 6 apesar de não apresentar diferenças significativas, mostra que com o passar dos anos os teores de P no solo tem a tendência de aumentar, caracterizando um efeito residual.

TABELA 6 - Teste de Tukey a 5% para médias observadas ao teor de P residual nas 3 safras consecutivas

Tratamento	Ano	Fósforo residual Médio mg/dm ³	5%
5	2002/2003	11,16	a
4	2001/2002	10,17	a
3	2000/2001	9,70	a
2	1999/2000	-----	-----
1	1998/1999	-----	-----

Coeficiente de variação = 106,532

d.m.s. 5% = 11,42377

*Médias na coluna com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Essa característica não foi avaliada nos anos 1998/1999, 1999/2000 e 2000/2001

Pelos dados apresentados anteriormente ficou evidente que o fósforo tem reflexos positivos para a produção das culturas subseqüentes, por isso é interessante saber quantificar esse efeito residual. Sua quantificação não é simples, resulta na interação de fatores como tipo de solo, fonte, dose e método de aplicação, e preparo do solo. Para solos de cerrado, Kohchann et al., 1982, citado por Goedert, 1985, previu que os índices para região seriam similares ao do sul do país, ou seja, primeiro ano 100%, segundo ano 50%, terceiro ano 30%, quarto ano 20%. Esses índices mostram que a aplicação de 100 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ no primeiro ano teria um efeito residual no segundo ano equivalente à uma nova aplicação de 50 kg/ha⁻¹ de P₂O₅.

4.4 – Produção (kg/ha⁻¹)

A aplicação de Fosmag 530 E6 que é uma fonte de multifosfato magnésiano, resultou em respostas significativas sobre a cultura da soja nos cinco anos consecutivos, respondendo positivamente ao aumento das doses do fertilizante fosfatado.

Observou-se aumento gradual significativo sobre a produtividade, teor de fósforo foliar, peso de cem sementes e fósforo residual.

*É importante ressaltar que nas safras 2000/2001 e 2001/2002 houve problemas climáticos e a semeadura foi tardia, obtendo valores de produtividade, teor de fósforo foliar, peso de cem sementes e fósforo residual, menores que o esperado.

Observa-se que a equação de produção para a soja respondeu linearmente a aplicação do Fosmag 530 E6 até a dose de 120 kg/ha⁻¹ de P₂O₅, (Figura 4).

Este resultado mostra que a soja em solo de cerrado responde a doses mais elevadas de fósforo, que as comumente recomendadas no boletim de recomendação de adubação para o estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999).

O solo de cerrado possui ótimas características físicas, condições topográficas adequadas para mecanização e condições climáticas favoráveis ao cultivo da soja. No entanto, o teor de P é muito baixo e a retenção de P é alta, devido a presença na sua maioria de sesquióxidos de Fe e Al, argilas não silicatadas, que em baixo pH apresentam um balanço de cargas positivas causando a fixação do P.

A resposta linear do P sobre as variáveis estudadas indica que pode haver um aumento significativo de produtividade caso se aumente a dosagem de fósforo.

O aumento da dosagem do fertilizante, elevou significativamente a produtividade da soja, nos anos 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, lembrando que nos anos de 2000/2001 e 2001/2002 a resposta foi menor que a esperada devido problemas de semeadura tardia e problemas climáticos. A produtividade apresentou relação direta com o aumento das doses de P, que resultou aumento linear na equação de regressão até 120 kg/ha⁻¹ de P₂O₅. No entanto, não apresentou ponto de Máximo, ou seja, não apresentou resposta quadrática, indicando que a cultura nestas condições responde a doses mais elevadas que as comumente recomendadas. É importante observar que no primeiro ano de cultivo e no tratamento testemunha, sem aplicação de P, a soja teve baixíssima produção, o que limita totalmente o plantio da soja no cerrado sem correção com adubação fosfatada.

No primeiro e segundo anos de cultivo (1998/1999 e 1999/2000) da área experimental, já se observa resultados estatisticamente diferentes, em relação a produtividade, quando houve aumento nas doses aplicadas ao solo, (Tabela 7). Como a

equação de regressão, se apresentou na forma linear, maiores teores de fósforo (> 120 kg/ha⁻¹ de P₂O₅), também, apresentariam respostas maiores sobre a produtividade.

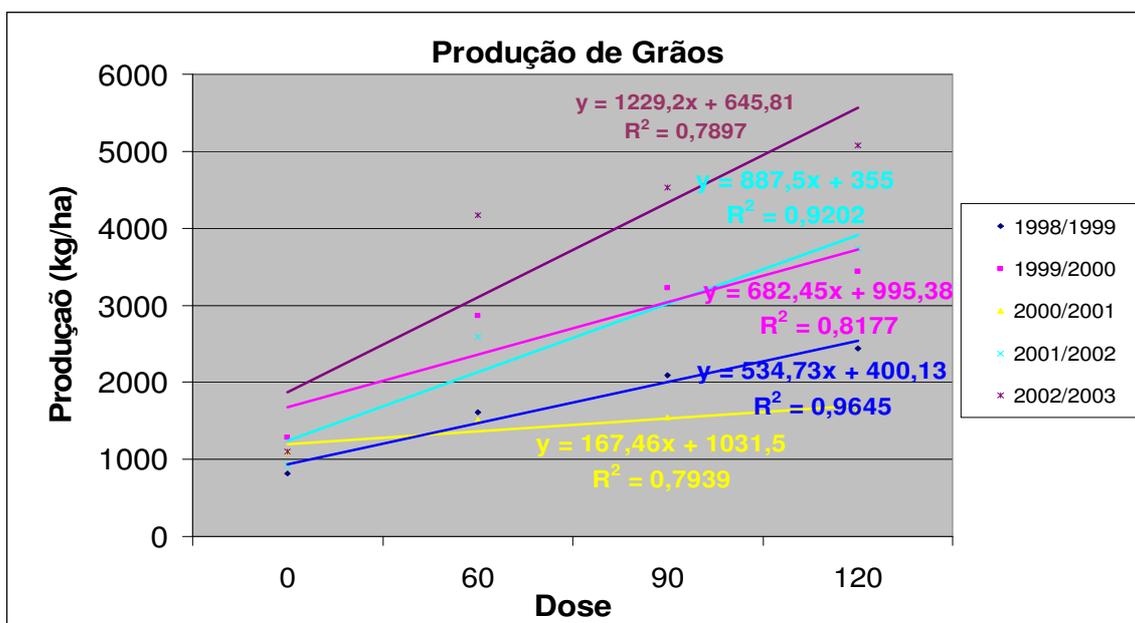
TABELA 7- Médias observadas em relação a produtividade, nas diferentes doses de Fosmag 530 E6, Uberlândia-MG

Média Observadas Kg.ha ⁻¹					
DOSES	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003
0	813,50	1284,73	1096,00	927,50	1099,51
60	1607,16	2858,80	1517,03	2592,50	4171,29
90	2093,26	3225,00	1541,40	3037,50	4525,46
120	2433,89	3437,50	1646,06	3737,50	5078,68
C.V	9,07	16,42	31,69	10,23	15,65
Valor F	59,67*	14,46*	0,83*	61,82*	28,24*

* Significativo a 5% de probabilidade
C.V. = coeficiente de variação

No decorrer dos anos notamos que há um aumento gradativo na produtividade, isso indica que ocorre um acúmulo de P no solo com os cultivos sucessivos, (Figura 4).

FIGURA 4- Produção em kg/ha⁻¹, representada pelas doses equivalentes de P₂O₅ (Fosmag 530 E6) em kg/ha⁻¹ ao longo de 5 safras. Uberlândia MG.



Para a avaliação do efeito residual ao longo dos anos foi realizado o teste de Tukey.

A Tabela 8 mostra as medias de produtividade em relação aos anos, verificando o efeito residual do P.

TABELA 8- Teste de Tukey a 5% para médias observadas a produção nas 5 safras consecutivas

Tratamentos.	Ano	Produtividade Media kg/ha ⁻¹	5%
5	2002/2003	3745,40	a
4	2001/2002	2632,04	b*
3	2000/2001	1494,30	c*
2	1999/2000	2701,50	b
1	1998/1999	1736,95	c

d.m.s. 5% = 436,17725

Coeficiente de variação = 14,926%

* Os anos de 2000/2001 e 2001/2002 apresentaram valores menores que o esperado, devido problemas climáticos e de semeadura tardia respectivamente.

*Médias na coluna com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Há uma relação direta entre fertilidade do solo e produtividade da planta, sendo mantidos os demais fatores de produção em níveis não limitantes. A planta tem seu crescimento diretamente dependente da concentração de P na solução do solo, ou do fator intensidade (I), e, indiretamente, do fator quantidade (Q), e do fator capacidade de P do solo (Q/I), que governam o valor de I. Os modelos de P no solo, dada a imobilidade desse elemento no solo, são altamente dependentes da difusão, decorrente do suprimento desse elemento, da disponibilidade de água, compactação do solo, adição de P e outros (Novais & Smyth, 1999).

5 – CONCLUSÕES

A aplicação do Fosmag 530 E6, que tem como fonte de P o multifosfato magnésiano, a lanço em pré-semeadura, resulta em respostas significativas sobre a cultura da soja nos cinco anos consecutivos.

A soja responde linearmente até a dose de 120 kg/ha^{-1} de P_2O_5 sobre a produtividade, teor de P foliar, peso de 100 sementes e teor de P residual no solo.

A aplicação do Fosmag 530 E6, com os cultivos sucessivos aumentou o teor de P residual no solo.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBER, S. A. A program for increasing the efficiency of fertilizers. **Fert. Sol.**, Peoria, v.18, p. 24-25, 1974.

BARBER, S. A. A. **Soil nutrient bioavailability**; mechanistic approach. New York.: Wiley-Interscience, 1984. 398p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Quinta aproximação.**

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja-CNPSo, Londrina. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1993-1994.** Londrina, 1993. 120p (Documentos, 64).

GOEDERT, W.J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo.** Brasília. EMBRAPA/CPAC,1985, P. 129-163.

KUO, S. & LOTSE, E. G. Kinetics of phosphate adsorption and desorption by like sediments. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 38:50-54, 1974.

LINS, I. D. G., COX., F. R. SOUSA, D. M. G. de Teste de um modelo matemático para otimizar a adubação fosfatada na cultura da soja em solos de cerrado com diferentes teores e tipos de argila. **R. Bras. CI. Solo**, Campinas, v.13, n.1, p.65-73, 1989.

NOVAIS, RF. de; SMYTH, T.J. ; **Fósforo em solo e plantas em condições tropicais**. Viçosa-MG: UFV DPS, 1999, 399p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Potafos, p. 343, 1991.

SOUSA, D. M. G. de **Calagem e adubação para a cultura da soja nos cerrados**. Planaltina, 1984. 10p. (comunicado técnico, 38)

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de, LOBATO, E. **Interpretação de análises de terra e recomendação de adubos fosfatados para culturas anuais nos cerrados**. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 1987. 7p. (comunicado técnico, 51).

MOSCHLER, W. W., KREBS, R. D., OBENSHAIN, S. S. Availability of residual phosphorus from long-time rock phosphate and superphosphate applications to Groseclore Sit. **Loam. Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, Madison, 21:293-295, 1957.

YOST, R. S.; KAMPRATH, E. J.; NADERMAN, G. C., LOBATO, E. Residual effects of central. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v.45, p.540-543, 1981.

BARROW, N. J. & SHAW, T. C. The slow reactions between soil and anions: 2. **Effect of time and temperature on the decrease in phosphate concentration in the soil solution**. *Soil. Sci.*, 119:167-177, 1975.