

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

**DOSES DE FÓSFORO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO, EM SOLO DE  
CERRADO, NA SOJA**

**REGINALDO BATISTA NEVES**

**REGINA MARIA QUINTÃO LANA**  
(Orientadora)

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

Uberlândia – MG  
Junho - 2004

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar até o momento de minha vida e creio eu que continuará me acompanhando até o fim, por ser muito grato nas minhas realizações, porque não depende somente de Deus, nós precisamos desempenhar o nosso papel como ser humano.

Aos meus pais, pela vida, educação e dedicação acima de tudo. A mãe exemplar que tem de inúmeras qualidades. Ao pai fenomenal que tive, que não teve condições para seguir seus estudos, um dos seus maiores sonhos. Mas dedicou metade de sua vida a educação e a formação dos seus filhos em período integral, e agora está realizando parte desse sonho, que é formar um filho em nível superior de ensino, entregando-o ao mundo, com dignidade e honra. Muito obrigado!

A orientadora Regina Maria Quintão Lana, fica os meus agradecimentos pela dedicação e paciência para comigo.

Aos funcionários e professores da Faculdade de Agronomia que contribuíram para a realização do presente trabalho, em especial aos funcionários da fazenda Capim Branco e aos técnicos do laboratório de análise de solo.

Aos amigos e colegas que ajudaram durante a realização do trabalho e principalmente pela companhia durante o decorrer do curso.

## ÍNDICE

<b>1. RESUMO.....</b>	<b>04</b>
<b>2. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>05</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>08</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
4.1 Local do experimento e características químicas do solo.....	14
4.2 Tratamentos estudados e condições do solo.....	15
4.3 Colheita e avaliação do solo.....	16
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
5.1 Teor de fósforo foliar.....	18
5.2 Peso de 100 grãos.....	21
5.3 Altura de inserção da primeira vagem.....	23
5.4 Fósforo residual.....	26
5.5 Produtividade.....	28
5.6 Análise econômica.....	31
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>36</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>
<b>8. APÊNDICE.....</b>	<b>39</b>

## RESUMO

A cultura da soja vem crescendo tanto em extensão como em importância econômica, mudando o cenário da agricultura brasileira e conquistando a cada vez mais o cerrado. Sabendo-se a importância da soja e do potencial produtivo dos solos de cerrado, desenvolveu-se um trabalho que teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes doses de fósforo, em solo de cerrado aplicado à lavoura, na cultura da soja, cultivar MG/BR 46 (Conquista), em três safras sucessivas (1999/2000, 2000/2001, e 2001/2002). O experimento foi conduzido na fazenda experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia-MG. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Avaliou-se, além da testemunha sem adubo (dose zero), os tratamentos (doses): 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo a fonte do fósforo o multifosfato magnésiano (Fosmag 509 M6). As avaliações foram realizadas a partir da época de florescimento da soja, sendo avaliadas as seguintes variáveis: teor de fósforo foliar, altura de inserção da primeira vagem, peso de 100 sementes, produtividade e fósforo residual no solo, bem como o seu efeito ao longo de várias safras. Observou-se que com o aumento gradativo das doses de fósforo, ocorreram incrementos em teores de fósforo na folha, no peso de 100 grãos e nos níveis de fósforo residual no solo, que por sua vez, tiveram relação direta com o aumento de produtividade, sendo as maiores médias com a dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no ano de 2001/2002. Conclui-se que, o aumento das doses de fósforo influenciou o rendimento de grãos obtendo-se a maior produtividade, na safra de 2001/2002, influenciada pelo alto teor de P residual acumulado no solo no final do período. Obteve-se a máxima eficiência econômica com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## **2 - INTRODUÇÃO**

A Agricultura Brasileira vem alcançando na economia do país a posição de liderança, sendo, responsável pelos “superávits” da balança comercial na exportação de produtos agropecuários, tais como a soja.

A cultura da soja destaca-se pelo alto valor comercial e baixo custo de produção em relação a outras culturas como milho, feijão, batata e tomate, além de expressiva representatividade na ocupação das áreas produtivas, abrindo fronteiras agrícolas, em solos, nunca antes cultivados.

A região dos cerrados assume importância estratégica para o desenvolvimento da cultura da soja no Brasil, juntamente com o advento do plantio direto, e com a necessidade da intensificação de novas técnicas visando à produtividade aliada a sustentabilidade destes solos. A cultura da soja responde positivamente a aplicação de fósforo, entretanto, o principal problema que os solos de cerrado apresentam, quanto a sua fertilidade, refere-se à elevada acidez e aos baixos valores de fósforo, bem como, a taxa elevada de fixação desse

nutriente, pelo tipo de argila presente no solo, que é do tipo não silicatada (óxidos de Ferro e Alumínio), que o torna limitante da produtividade da soja nos solos de cerrado.

O fósforo apresenta reações típicas de adsorção e precipitação, com minerais da fração argila do solo (adsorção), com íons Fe, Al e Ca na solução do solo (precipitação), e formas minerais como óxidos que levam à sua adsorção, imobilização e conseqüentemente ao seu característico efeito residual.

O manejo adequado do fertilizante fosfatado varia com características específicas do solo, da cultura etc, não podendo adotar práticas de manejo generalizadas, ignorando as particularidades do solo de diferentes locais. É preciso identificar a característica química, física e biológica de cada solo e incorporar novas técnicas, visando à minimização de alguns problemas enfrentados pelo produtor durante a implantação da cultura.

Considerando todas as características do elemento mineral fósforo, com a finalidade de se obter condições ideais para o cultivo da soja, seria necessário um manejo no qual, se corrija o solo com fósforo e que esse mineral, esteja disponível nas fases em que a planta precisar, não sendo adsorvido, e que a fonte seja economicamente viável e contendo outros elementos que contribuem na nutrição mineral.

Buscando solucionar o problema, e ao mesmo tempo se adequando as técnicas do plantio direto, aduba-se o sistema de forma geral, ou seja, a área onde se busca implantar a cultura, diminuindo assim a necessidade de incorporação dos nutrientes, viabilizando a prática de adubação de pré-semeadura. Geralmente, tal prática tem sido feita a lanço, com distribuidor tipo cocho, previamente ao estabelecimento de culturas de espaçamento estreito, como soja e arroz. Nessa época são aplicados todo o fósforo e parte do potássio, além do enxofre, magnésio e micronutrientes, todos sobre a palhada dessecada. O restante do nitrogênio e/ou potássio é aplicado em cobertura.

Para difusão desta tecnologia, há necessidade de um adubo fosfatado de liberação gradual, ou seja, uma fonte totalmente disponível em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, cuja fórmula química, reduza a fixação de P no solo. A adoção desta prática contribuirá para a adubação de pré-semeadura, objetivando uma semeadura em época adequada, aproveitando a umidade ótima do solo, minimizando problemas na semeadura, o que poderá resultar em aumento da produtividade.

### **3 - REVISÃO DE LITERATURA**

A região sob vegetação de cerrado ocupa no Brasil, uma área de aproximadamente 180 milhões de hectares, estendendo-se, principalmente pela região Centro Oeste e atingindo ainda parte da região Norte, Nordeste e Sudeste, (Goedert et al, 1980).

A geração de tecnologias contribuiu para que o Brasil aumentasse sua produção de soja, passando a ocupar o segundo lugar entre os maiores produtores de soja do mundo. Em 1975 a produção brasileira não passava de 10 milhões de toneladas ao ano, em 2004, o País já produz cerca de 50,2 milhões de toneladas em 21,2 milhões de hectares cultivados, sendo a região central do Brasil, principalmente nas áreas de cerrado, a responsável por 50% dessa produção., segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

Roessing e Guedes (1993), estudaram os aspectos econômicos do complexo soja e sua evolução na região do Brasil Central. Os autores concluíram que a soja participa, em alguns estados da região Centro-Oeste com até 66% do PIB agrícola. As vantagens de se produzir soja na região dos cerrados, segundo os autores, relaciona-se com a regularidade dos fatores exógenos. Não existem dúvidas de que, havendo incentivos governamentais e demanda suficiente, tanto interna quanto externa, a região dos cerrados poderá se transformar na maior região produtora de soja do mundo, com emprego de alta tecnologia e alto rendimento por unidade de área.



Borges Filho e Fernandes Filho (1998), analisaram a evolução recente e as perspectivas para o avanço do uso da técnica do plantio direto na agricultura dos cerrados. Colocaram que um dos principais determinantes do avanço da técnica foi o processo de globalização. Mostraram que o uso da técnica pelos produtores tem como objetivo manter e, ou expandir a sua participação nesse mercado globalizado. Isto porque ajuda a reduzir custos de produção e evitar barreiras ao comércio exterior, por alegação de que o processo de produção tenha causado danos ambientais.

Um fator limitante à produção é a baixa disponibilidade do P e a alta capacidade de retenção nos solos de cerrado, dado a elevada quantidade de sesquióxidos de Fe e Al. Por isso, a prática da adubação fosfatada é indispensável para obtenção de altas produtividades. Sousa (1984), obteve incrementos na produção de soja nos cerrados utilizando doses de até 300 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Lins et al. (1989) mostraram, em solos do cerrado com teor de argila de 270 g.kg<sup>-1</sup> e 3.6 mg.dm<sup>-3</sup> de fósforo (muito baixo), através de um modelo matemático para otimizar a adubação fosfatada em cultivos com soja, que seriam necessários 200 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

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 do 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 FOSMAG 509 M6 tem como fonte de fósforo o multifosfato magnésiano, além de possui em sua composição o 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 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. Quando os fosfatos solúveis em água como o fosfato monocálcico são aplicados em grânulos, ocorrem diversos processos, para um grânulo de fosfato no solo. Inicialmente a água penetra no grânulo e produz uma solução muito concentrada, cuja elevada pressão osmótica provoca o movimento de solução concentrada de fosfato para fora do grânulo. Essa solução, de pH muito baixo, dissolve compostos de ferro, alumínio e manganês. Além disso, ocorre precipitação do fosfato bicálcico. Posteriormente, formam-se fosfatos insolúveis com ferro, alumínio e manganês e outros cátions e, na região mais distante do grânulo, há adsorção de P nas partículas coloidais do solo (Raij, 1991). O fósforo totalmente disponível e solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, de fixação no solo reduzida, devido à sua forma química específica, permite além disso, o cálcio estando associado com sulfato, diminuir a saturação de alumínio das camadas mais profundas, uma vez que o sulfato existente no fertilizante poderá arrastar para camadas mais profundas. Desse modo, criam-se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundar no solo, explorar melhor a disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, minimizar o efeito de veranicos, obtendo-se enfim, melhores índices de produtividade (Barber,

1984). O MFM não neutraliza a acidez do solo, mas possui características químicas que reduzem a fixação do 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 às 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 numa forma disponível (Moschler et al., 1957). A queda dos teores de fósforo no solo ocorre 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 (Yost et al., 1981, e Goedert; Lobato, 1984).

A planta, como dreno, tem o solo como sua fonte principal de nutrientes minerais. Enquanto a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico se mantém razoavelmente constante, a concentração de nutrientes no solo pode ser extremamente variável, em amplitude que vai desde valores que impedem o crescimento de uma planta pela falta até de valores que o podem impedir pelo excesso. No caso mais freqüente da deficiência de nutrientes, a produtividade de uma planta é viabilizada pela fertilização do solo, isto é, aumento da fonte de nutrientes para satisfazer o dreno-planta, para dada produtividade. Há, portanto, na manutenção da produtividade de uma cultura (de seu dreno), necessidade de manutenção do suprimento (de sua fonte) de nutrientes em níveis adequados para a planta (Novais; Smyth, 1999).

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 aumentado 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 do 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 do P-lábil, e vice-versa. Todavia, os solos diferem quanto à sensibilidade do P-lábil a alterações do P-solução (Novais; Smyth, 1999).

A expectativa, ao aplicar uma fonte solúvel de P num solo, é que esse material permaneça em solução, por considerável período de tempo, à disposição da planta.

Resultados de pesquisa têm mostrado que, na verdade, o tempo necessário para que a adsorção ocorra é bem curto (Singh et al. 1983b).

A adsorção de P pelos solos efetua-se em dois estádios (Kuo; Lotse, 1974a, b, e Barrow; Show, 1975). As reações do primeiro estágio ocorrem em horas ou minutos, ao passo que as do segundo estágio são bem mais lentas. A rápida reação de adsorção inicial é um fenômeno de superfície, enquanto formas ativas de Al e de Fe em solos ácidos e de Ca em solos neutros ou calcários levam, também, a uma rápida precipitação de P solúvel.

Sabe-se que o fósforo e o potássio são os elementos que promovem uma maior produtividade para a soja, pois segundo dados de pesquisa para uma produção de grãos de 3400 kg ha<sup>-1</sup> a cultura extrai em média 330 kg de N ha<sup>-1</sup>, 64 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 141 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, observando assim que se trata de uma cultura altamente exigente em nutrientes. (Sediyama et al, 1993).

Rosolem et al. (1979) observaram que a aplicação de KCl, em sulco, provocou produções menores que quando aplicado em área total. Mascarenhas et al. (1978) relatam que dependendo da concentração de potássio no complexo de troca do solo pode ocorrer até a morte das plantas de soja.

Cordeiro et al. (1979), testaram doses de até 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aplicado a lanço e ao lado das sementes. Estes autores não encontraram respostas significativas ao potássio no primeiro ano de cultivo, mas a adubação com KCl a lanço, proporcionou maiores rendimentos do que o mesmo adubo aplicado no sulco de semeadura.

Com relação ao K aplicado no SPD, este tende a acumular nos primeiros centímetros do solo, principalmente na camada de 0 – 5 cm (Muzilli, 1983), devido à maior capacidade de troca de cátions (CTC) nessa camada originada pelo acúmulo de matéria orgânica com o não revolvimento do solo. A maior redistribuição do elemento no perfil do solo é atribuída à maior infiltração de água (Sidiras; Vieira, 1984).

Assim, no SPD, deixa de existir a camada arável para surgir uma camada enriquecida de resíduos orgânicos, alterando a dinâmica da matéria orgânica e a liberação de nutrientes no solo (Sá, 1993).

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 - Local do experimento e características químicas do solo.

O experimento foi conduzido na safra 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, Eutrófico, textura argilosa, relevo suave, anteriormente usado com pastagens, em três cultivos sucessivos, localizado na fazenda experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia - MG.

A análise química e física na camada de 0-20 cm se encontra nas Tabelas 1 e 2.

**TABELA 1:** Análise química do solo da área experimental, Fazenda Capim Branco – UFU, Uberlândia-MG. 1999

Prof. cm	pH água (1:2,5)	P mg.dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al -----mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	Al	SB	T	V ---%---	m	mat.org. g.kg <sup>-1</sup>
0-20	5,9	0,9	65,1	30,0	24,0	23,0	0,0	5,6	7,89	60	0,0	28

Observações: P, K = (HCl 0,05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N); Al, Ca, Mg = (KCl 1 N); 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.

**TABELA 2:** Análise física do solo da área experimental, Fazenda Capim Branco – UFU, Uberlândia-MG. 1999

Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
----- g . Kg <sup>-1</sup> -----			
230	170	70	530

#### 4.2 - Tratamentos estudados e condições do ensaio

O solo foi arado a 20 cm de profundidade, e logo após foram demarcadas as parcelas, no primeiro ano. Nos anos seguintes do ensaio foram feitas dessecações com herbicidas de largo espectro, adotando assim, o sistema de semeadura direta.

De acordo com a análise de solo não houve necessidade de fazer correção do solo.

Os tratamentos constaram de quatro doses de P (0, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e em se tratando de adubação de pré-plantio, foi utilizado uma fonte de fósforo de menor fixação pelo solo, o FOSMAG 530 E6 (multifosfato magnésiano), na formulação N-P-K de 00-24-00 mais micronutrientes, com quatro nutrientes: fósforo, cálcio, enxofre e magnésio, sendo o cálcio móvel (sulfato) e o fósforo disponível e solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, mas de fixação no solo lenta devido a sua forma química específica. Foram feitas as adubações com KCl na dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para todas as parcelas, durante as quatro safras.

O experimento foi realizado em DBC (delineamento de blocos ao acaso), com cinco repetições, totalizando 20 parcelas, com arranjo fatorial 4 x 5, sendo quatro tratamentos e cinco repetições, em parcelas de 5 x 2,7 m (13,5 m<sup>2</sup>), com seis linhas de soja espaçadas de 0,45 m entre linhas e cinco metros de comprimento, sendo considerada a parcela útil as duas linhas centrais com 0,5 m de bordadura em cada extremidade.

As adubações de todas as parcelas, das respectivas doses, foram realizadas 60 dias com antecedência ao plantio, em setembro, caracterizando dessa forma a prática da adubação de pré-plantio. Não foram realizadas nenhuma adubação com nitrogênio, devido a recomendação da EMBRAPA para cultivo de verão.

A semeadura da soja, variedade MG/BR-46 Conquista, foi realizada em novembro no sistema de plantio direto, com a dessecação, utilizando Glifosate, na dosagem de 2,0 L.ha<sup>-1</sup>, do produto comercial Roundup, nos primeiros três anos agrícolas e Paraquat, na dosagem de 1,0 L.ha<sup>-1</sup>, do produto comercial Gramoxone. As sementes foram tratadas com Carboxim + Thiram na dose de 250 mL.100 Kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na dose de 200g .50 Kg<sup>-1</sup> de semente. Seguem-se os tratos culturais normais como controle químico de plantas daninhas e pulverizações com inseticidas para controle de pragas, tais como lagartas e percevejos.

#### **4.3 Colheita e avaliações na planta**

Para avaliar o estado nutricional das plantas, foi realizada uma amostragem de tecido vegetal no florescimento pleno da soja, estágio R2 (Fehr et al., 1977), tomando-se 35 folhas por parcela, da terceira folha trifoliolada, contadas do topo para baixo, que são as consideradas maduras e fisiologicamente ativas conforme Bataglia et al. (1985). Estas folhas foram secas em estufa de ventilação forçada, a 65<sup>0</sup> C, por 72 horas, até peso constante. As análises de tecido vegetal foram realizadas no laboratório de análises do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia. O fósforo foliar foi determinado pelo método espectrofotométrico. Tais avaliações foram feitas para cada ano agrícola do decorrente trabalho.



Antes da colheita foi realizado a medição da altura de inserção da primeira vargem, quando a soja atingiu a maturidade fisiológica, fazendo-se a média da altura da primeira inserção de cinco plantas por parcela útil, visando avaliar as alterações dos teores de fósforo na altura da primeira vargem e as perdas na colheita devido a altura da plataforma de corte da máquina.

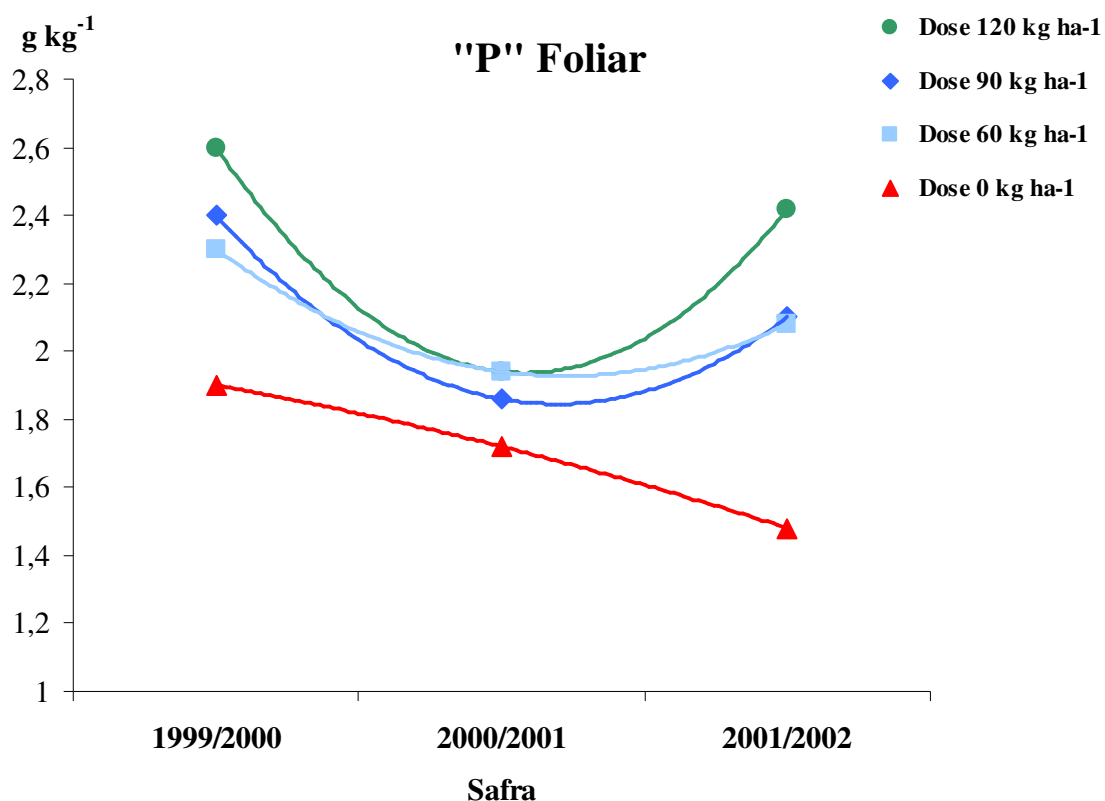
A colheita e avaliação de produtividade foram realizadas pela retirada das plantas de duas linhas centrais, com dois metros de extensão em todas as parcelas, estimando posteriormente a produtividade proporcionalmente por hectare. Avaliou-se também, o peso de 100 sementes e o teor de fósforo residual no solo nos três últimos anos.

## **5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A planta de soja respondeu significativamente à aplicação do multifosfato magnésiano, FOSMAG 509 M6, onde com o aumento das doses do fertilizante fosfatado, houve um aumento gradual com relação ao teor de fósforo foliar, peso de 100 grãos, fósforo residual no solo e rendimento de grãos.

### **5.1 – Teor de fósforo foliar**

O comportamento da cultura teve aumento significativo das crescentes doses de FOSMAG 509 M6, nos três anos de cultivo. Para a testemunha (dose 0 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) os níveis decresceram. Em decorrência de fatores não conhecidos, possivelmente climáticos (dados de precipitação em anexo) a safra de 2000/2001 os valores fogem a tendência das demais safras, com valores próximos e indiferentes para os tratamentos com adubação fosfatada (Figura 1).



**FIGURA 1.** Absorção foliar de fósforo em  $\text{g kg}^{-1}$ , representadas pelas doses equivalentes, em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ao longo das três safras.

Com relação à resposta da cultura a adubação, houve diferença estatística entre os anos referentes à dose aplicada, ou seja, o fator ano interferiu nos resultados de P-foliar, sendo que, no ano de 1999/2000 teve o maior concentração de fósforo foliar, diferindo estatisticamente dos anos de 2001/2002 e 2000/2001, sendo o ano agrícola 2000/2001 o que apresentou os menores níveis (Tabela 3).

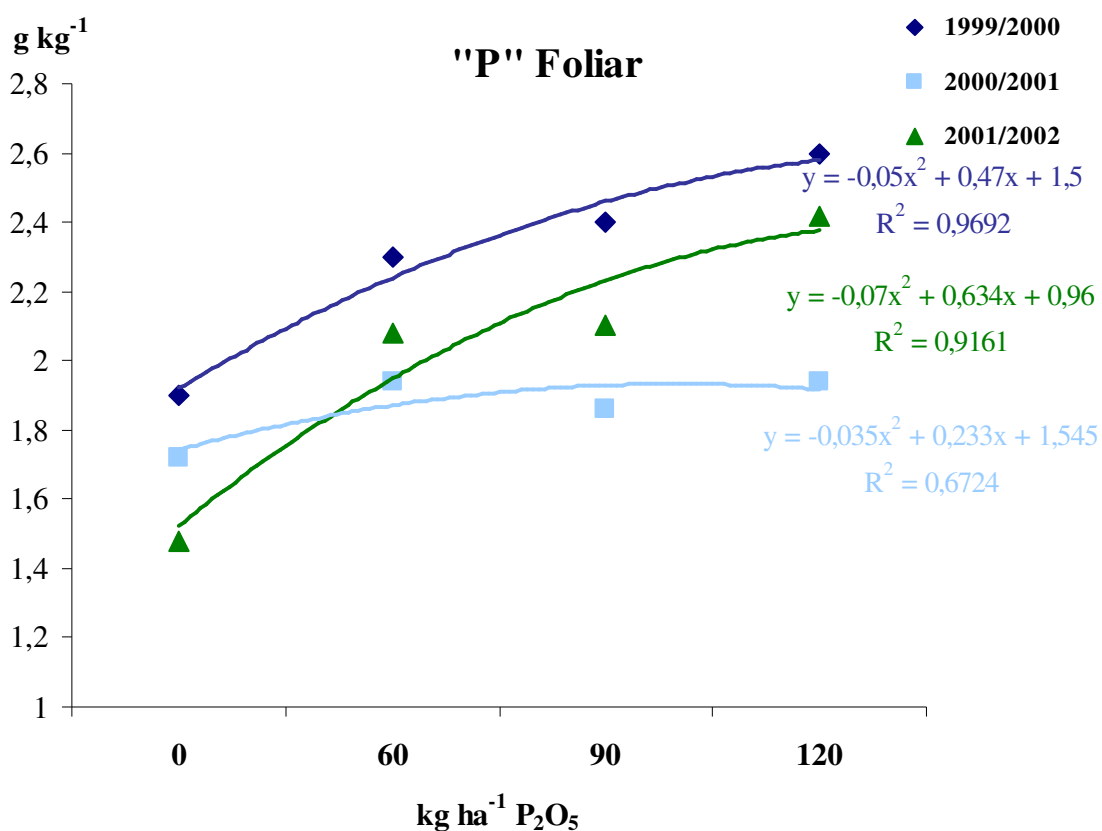
**TABELA 3.** Médias do teor de fósforo foliar em três safras sucessivas, em Uberlândia-MG.

Safra	Médias ( $\text{g kg}^{-1}$ )
1999/2000	2,2950 a
2001/2002	2,0200 b
2000/2001	1,8600 b

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

O nível de fósforo na folha adequados de maneira a suprir as necessidades da soja é acima de  $2,9 \text{ g kg}^{-1}$ , segundo a Embrapa Soja (CNPSO, 2002).

Notou-se um pequeno incremento sobre os teores de fósforo foliar, ou seja, houve aumento gradativo com as doses crescentes de fósforo. O ano de 2000/2001 não apresentou resultados representativos, sendo apenas 67% dos valores representativos. Para as demais safras o teor de fósforo na folha aumentou gradativamente com as doses aplicada (Figura 2).



**FIGURA 2.** Absorção foliar de fósforo em  $\text{g kg}^{-1}$ , em cada uma das três safras em função das doses equivalentes, em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

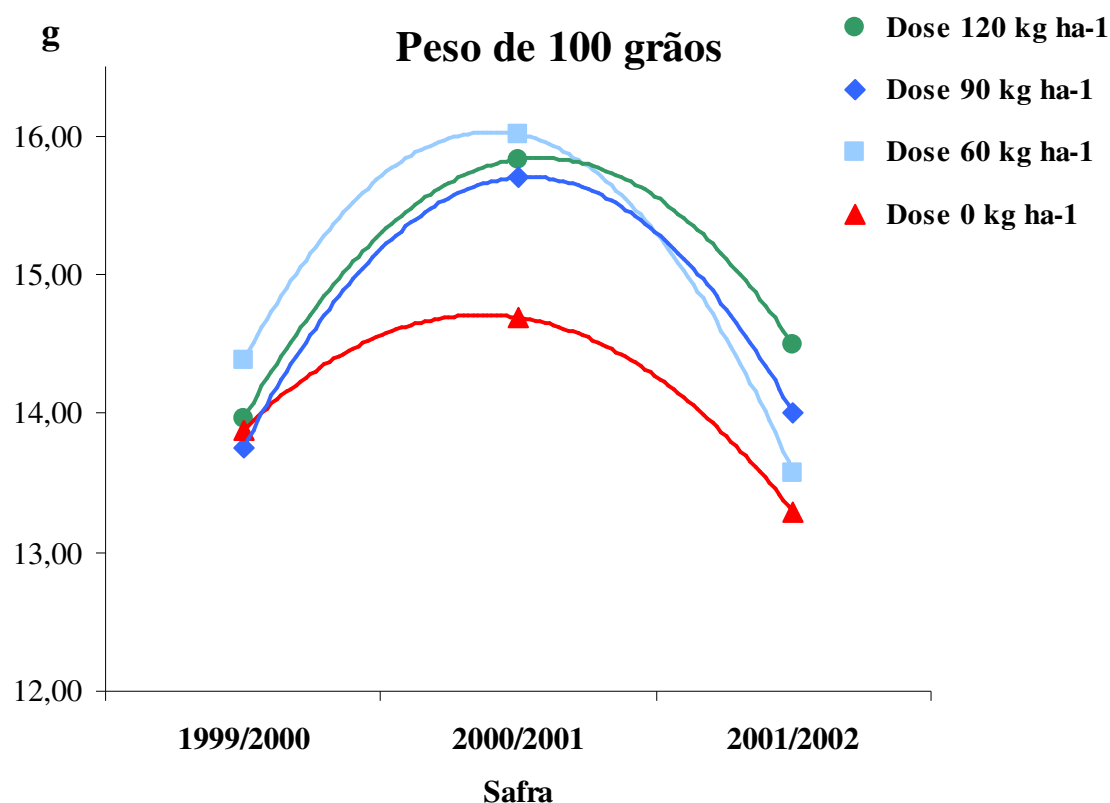
Comparando os resultados de absorção de fósforo foliar e a produtividade, observamos a existência de uma relação diretamente proporcional entre dose de fósforo aplicada, teor de fósforo na folha e produtividade, todavia maiores doses resultam em maiores níveis de fósforo na folha e conseqüentemente maiores produtividades.

Para uma produtividade adequada de soja, a quantidade total de fósforo acumulado em sua biomassa (grãos e parte vegetativa) fica em torno de  $20 \text{ kg t}^{-1}$ , segundo a Embrapa Soja (CNPQ, 2002). 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 pôr fluxo difusivo (Novais & Smyth, 1999). Neste caso, a eficiência do multifosfato magnesiano, se deve em restrição ao que ocorre com o fosfato monocálcico, no qual, este com seu grânulo aplicado ao solo sofre uma penetração de água, liberando solução saturada de fósforo ácida, movendo-se para fora do grânulo e dissolvendo compostos de ferro, alumínio e manganês, onde mais distante do grânulo, esses compostos precipitam (Raij, 1991).

## **5.2 - Peso de 100 grãos**

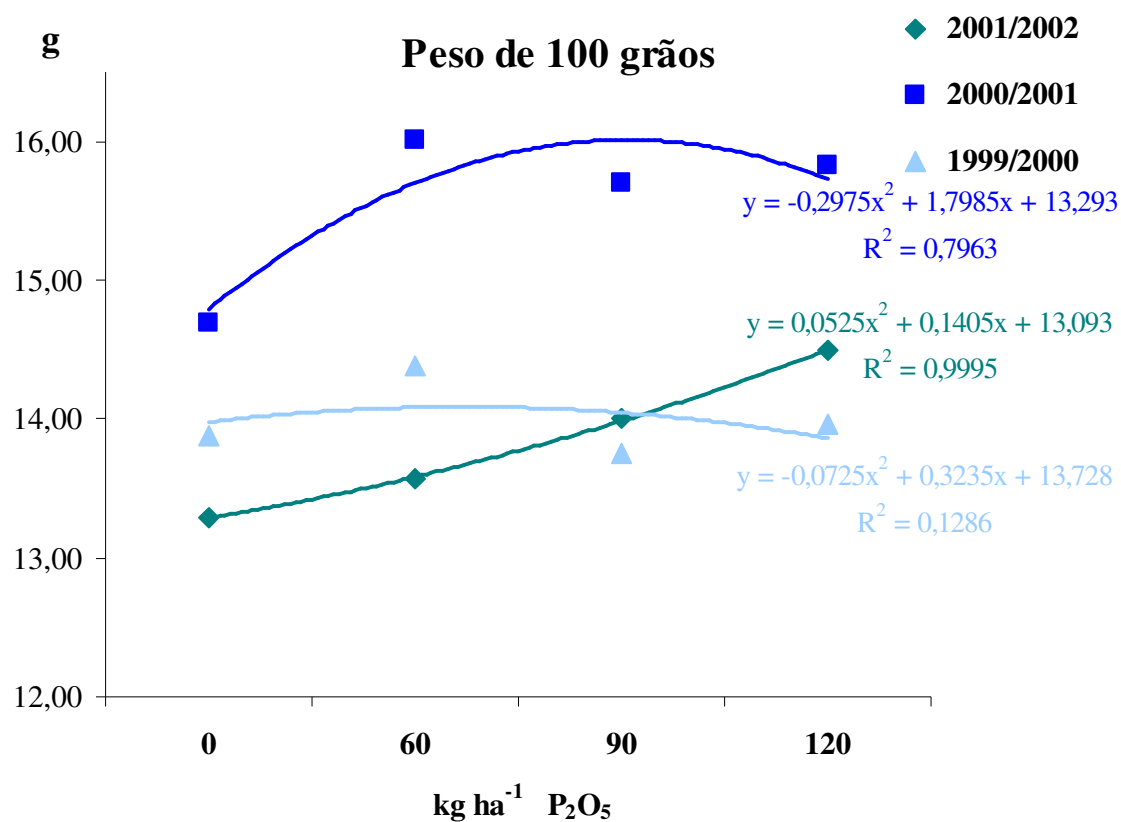
A soja obteve maior peso dos grãos com o aumento gradativo das doses de fósforo. Mas, por problemas de adoção de um referencial de medida, não adotando o mesmo critério de casas decimais após a virgula durante a coleta dos dados, de maneira que, não foi possível diferenciar o comportamento de peso de 100 grãos em função das doses, com relação aos diferentes anos agrícolas, somente podemos realizar as avaliações em regressão para cada safra.

Os resultados mostraram-se distintos com relação ao diferencial ano agrícola, mas não apresentaram uma seqüência lógica, apenas para as doses de 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que tiveram comportamento semelhante (Figura 3).



**FIGURA 3:** Peso de 100 sementes em gramas, representadas pelas doses equivalentes, em kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ao longo das três safras.

Os resultados de peso de 100 grãos foram representativos somente na safra de 2001/2002. À medida que se aumentou a dose de fósforo aplicado observou-se um incremento de peso nos grãos, com 99% de representatividade. Para as demais safras os valores de peso não se mostraram de maneira ordenada, todavia os dados do ano de 1999/2000 foram os menos expressivos (Figura 4).



**FIGURA 4.** Peso de 100 sementes em gramas, em cada uma das três safras em função das doses equivalentes, em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

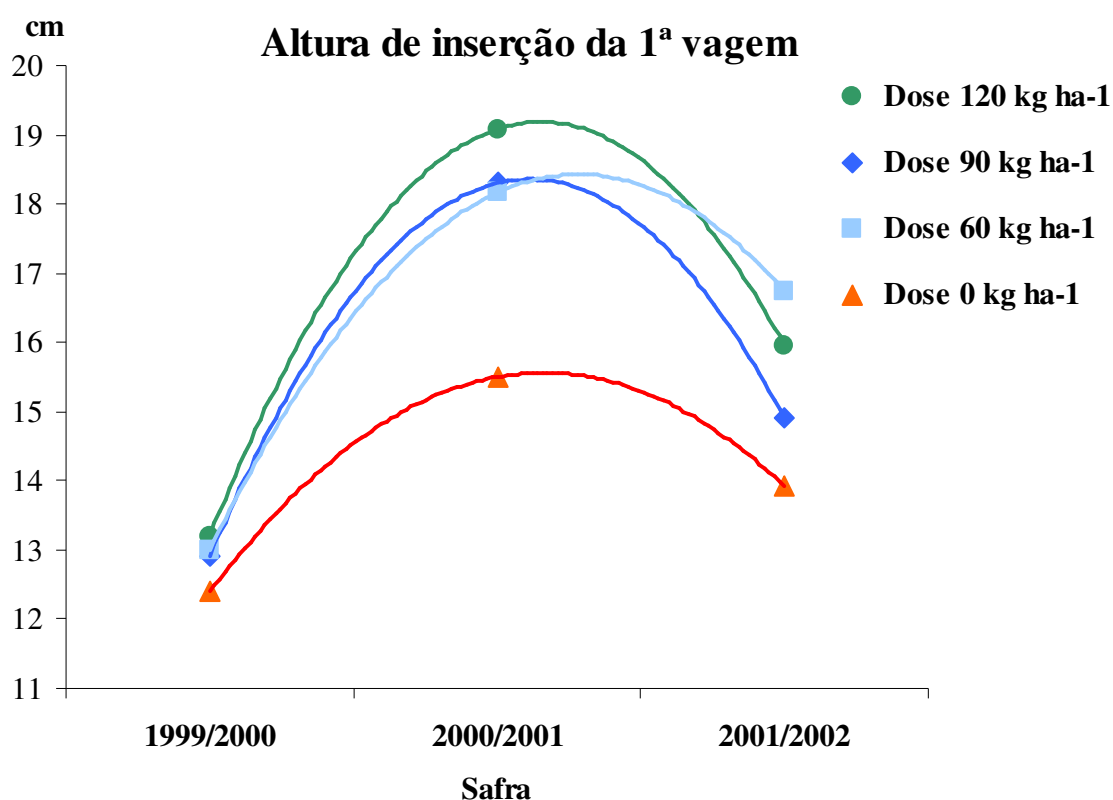
### 5.3 - Altura de inserção da primeira vagem

A variável altura de inserção de primeira vagem foi avaliada, mas não tem relação ou interação com a fertilidade do solo. Esta variável tem maior interação com o ciclo da cultivar (ciclo precoce, médio e tardio) e principalmente com o fotoperíodo e as condições climáticas a qual foi submetida.

Por problemas de adoção de um referencial de medida, também não adotando o mesmo critério de casas decimais após a virgula durante as avaliações, portanto não foi possível diferenciar o comportamento altura de inserção da primeira vagem em função das doses, com

relação aos diferentes anos agrícolas, somente podemos realizar as avaliações em regressão para cada safra.

O comportamento dessa variável não nos permitiu constatar uma relação entre a fertilidade do solo e os anos agrícolas (Figura 5).

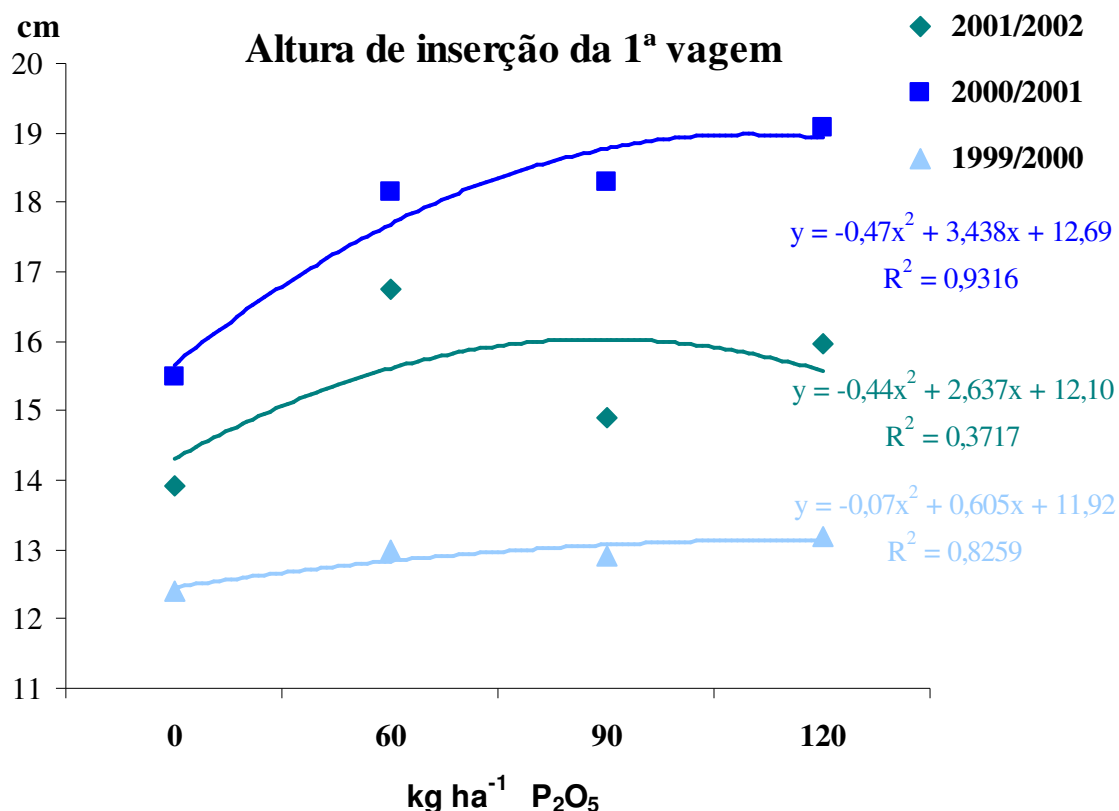


**FIGURA 5.** Altura de inserção da 1ª vagem em cm, pelas doses equivalentes, em kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ao longo das três safras.

A variável não foi representativa em dois dos três anos do trabalho, mostrando somente que no ano de 2000/2001, estes dados tiveram maior significância. O aumento gradativo das adubações com fósforo influenciaram naquele ano (2000/2001) o aumento da altura de inserção da primeira vagem de forma também gradativa. Ao relacionar os anos que se mostraram com as maiores médias dessa variável e as médias de produtividade em cada ano,



chegamos a discussão de que, o ano com as maiores médias de altura de inserção da primeira vagem foi justamente o ano em que observou-se as menores médias de produtividade (Figura 6).

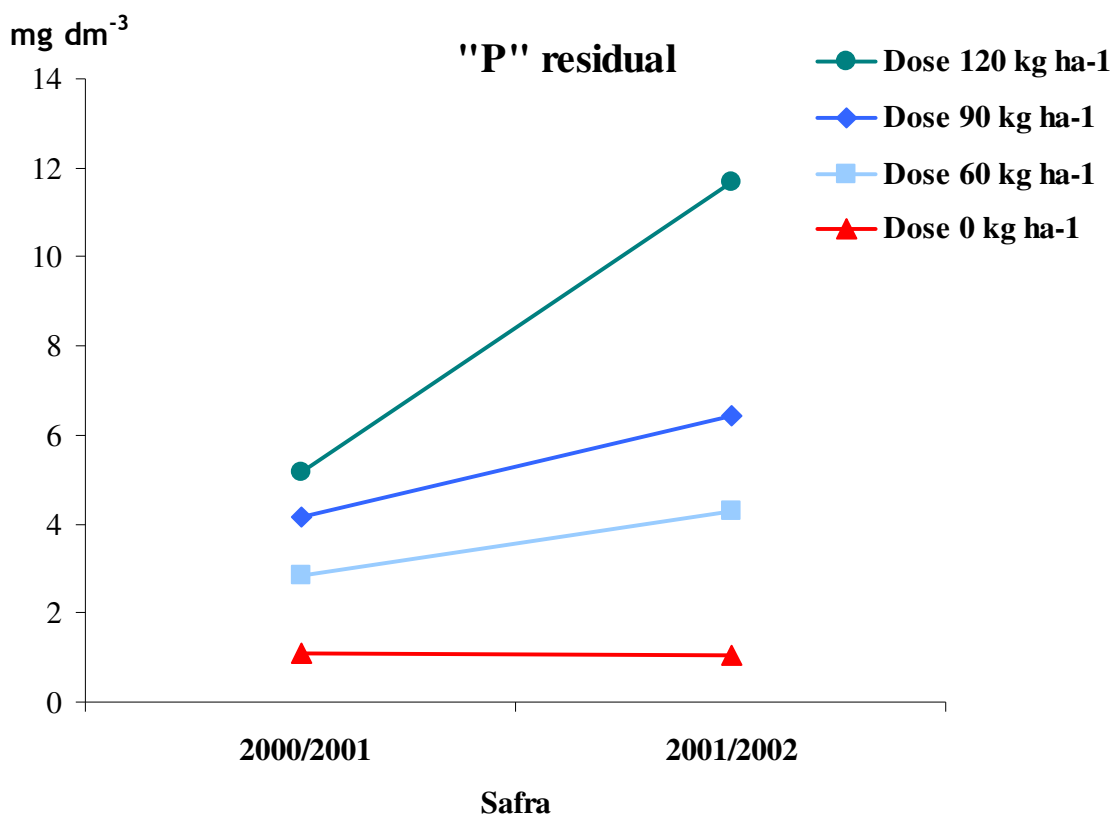


**FIGURA 6.** Altura de inserção da 1ª vagem em cm, em cada uma das três safras em função das doses equivalentes, em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

A maior ou menor competição entre planta e solo pelo fósforo aplicado como fertilizante faz com que a planta se ajuste para utilizar o teor de P que lhe é colocado à disposição (Novais & Smyth, 1999). Dessa forma a planta busca de todos os recursos para que em seu período juvenil, seu desenvolvimento vegetativo não seja comprometido, não havendo, então, em maioria, diferenças na altura de inserção da primeira vagem.

#### 5.4 - Fósforo residual

O efeito residual da adubação fosfatada teve comportamento crescente à dose de fertilizante aplicado, sendo avaliado após a colheita do experimento e somente nos dois últimos anos agrícolas. Observou-se que no último ano, o de 2001/2002 os níveis de fósforo no solo atingiram os níveis adequados para a cultura da soja com a dose de 120 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 7), segundo a classe granulométrica do solo, todavia, o teor ideal ou satisfatório para o solo ao qual foi trabalhado é de 10 mg dm<sup>-3</sup>, segundo a recomendação da Embrapa Soja (CNPSO, 2002).



**FIGURA 7.** Teor de fósforo residual no solo em mg dm<sup>-3</sup>, pelas doses equivalentes, em kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ao longo das duas safras.

As safras se destacaram em termos de residual de fósforo, mostrando haver diferença estatística, sendo que a safra de 2001/2002 apresentou as maiores médias (Tabela 4).

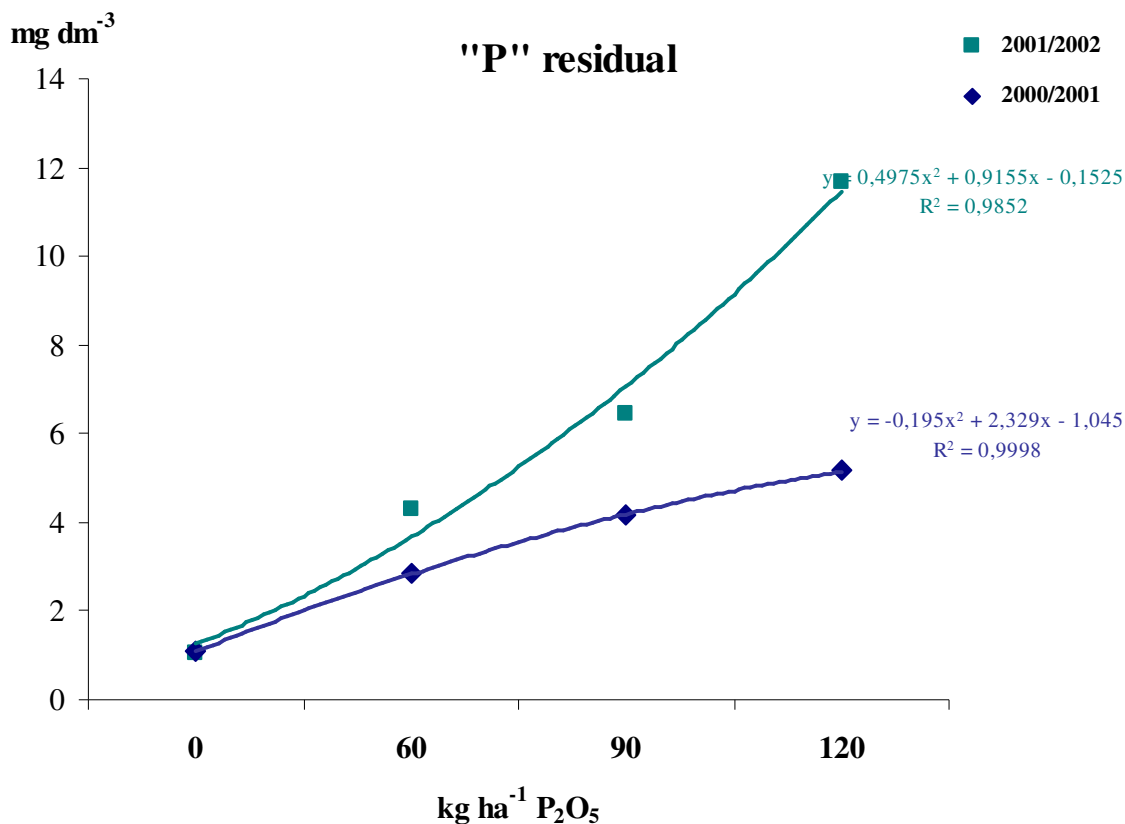
**TABELA 4.** Médias do teor de fósforo residual no solo em duas safras sucessivas, em Uberlândia-MG.

Safra	Médias (mg dm <sup>-3</sup> )
2001/2002	5,86 a
2000/2001	3,31 b

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

A expectativa ao aplicar uma fonte solúvel de fósforo num solo, é que esse material permaneça em solução, por considerável período de tempo, à disposição da planta. Resultados de pesquisa têm mostrado que, na verdade, o tempo necessário para que a adsorção ocorra é bem curto (Novais, 1977; Singh et al., 1983b; Reis et al., 1995).

A safra de 2001/2002 mostrou um crescimento acentuado, comparado com a safra de 2000/2001 que manifestou crescimento, mas de forma linear gradativa, mostrando que a medida que se aumenta a dose aplicada aumenta-se o residual de fósforo no solo (Figura 8), conseqüentemente aumenta-se a produtividade, ao relacionarmos, incremento de produtividade com os teores de fósforo residual, evidenciando a participação do fósforo no rendimento de grãos de maneira que a planta tem fontes de absorção do fertilizantes aplicado em decorrer da semeadura e da fonte já presente no solo devido ao acúmulo do que restos das safras anteriores.



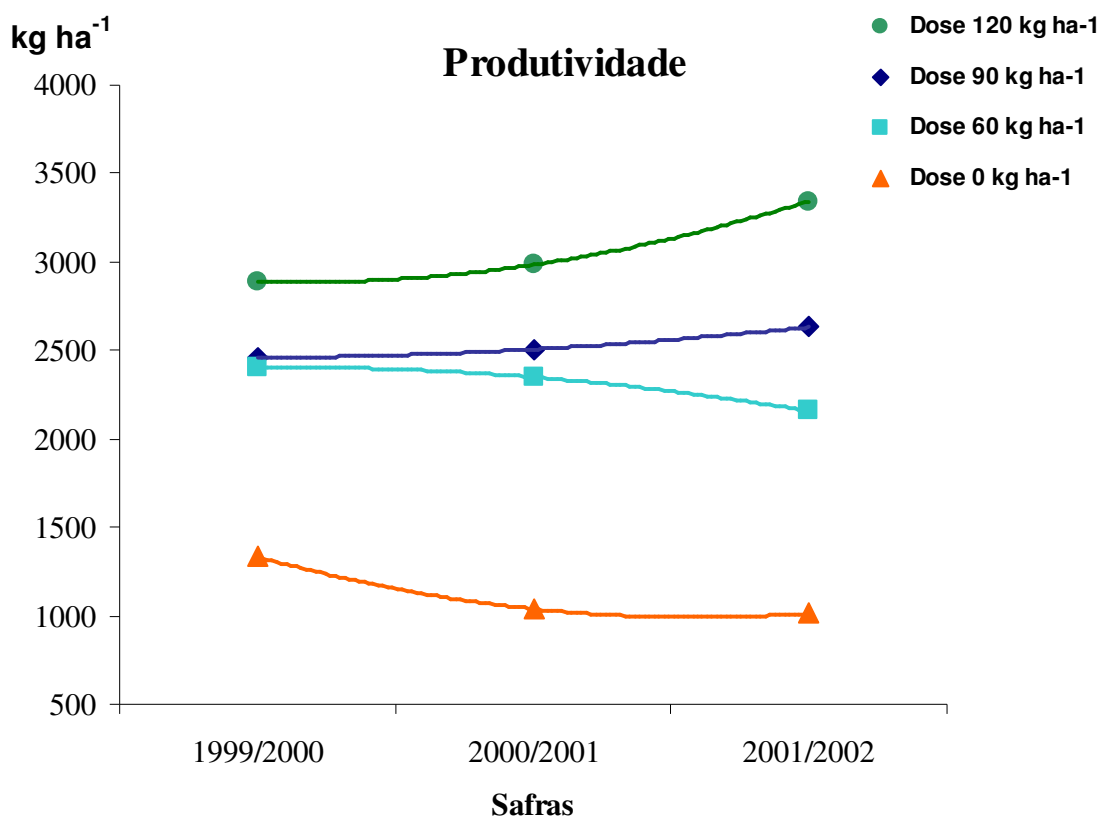
**FIGURA 8.** Teor de fósforo residual no solo em  $\text{mg dm}^{-3}$ , em cada uma das duas safras em função das doses equivalentes, em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

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 numa forma disponível (Moschler et al., 1957). Fosfatos adicionados ao solo como fertilizantes dissolvem-se, passando para a solução do solo. Devido à baixa solubilidade dos compostos de fósforo formados no solo e à forte tendência de adsorção pelo solo, a maior parte do elemento passa para a fase sólida, onde fica como fosfato lábil, passando gradativamente a fosfato não-lábil. O fosfato lábil pode redissolver-se, caso haja abaixamento do teor em solução, para manutenção do equilíbrio (Raij, 1991).

## 5.5 - Produtividade

O aumento da dosagem do fertilizante elevou significadamente e gradualmente a produtividade da soja nos três anos estudados, sendo o ano de 2001/2002 o que teve maior rendimento de grãos com a dose de 120 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A produtividade apresentou relação direta com o aumento linear das doses aplicadas, as quais, foram crescentes.

A resposta da soja à aplicação de fertilizantes fosfatado teve maior representabilidade, a partir da dose de 90 e 120 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo que o comportamento da testemunha (dose 0 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) teve decréscimo no rendimento ao longo dos anos, assim como para a dose de 60 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mas de maneira menos acentuada no decorrer do período (Figura 1).



**FIGURA 9.** Produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, pelas doses equivalentes, em kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ao longo das três safras.

Em relação à resposta da cultura a adubação, não houve diferença estatística entre os anos referentes à dose aplicada, ou seja, o fator ano não interferiu nos resultados de produtividade, sendo que em média, a maior de produtividade foi no ano de 2001/2002 (Tabela 4).

**TALELA 5.** Médias de produtividade em três safras sucessivas, em Uberlândia-MG.

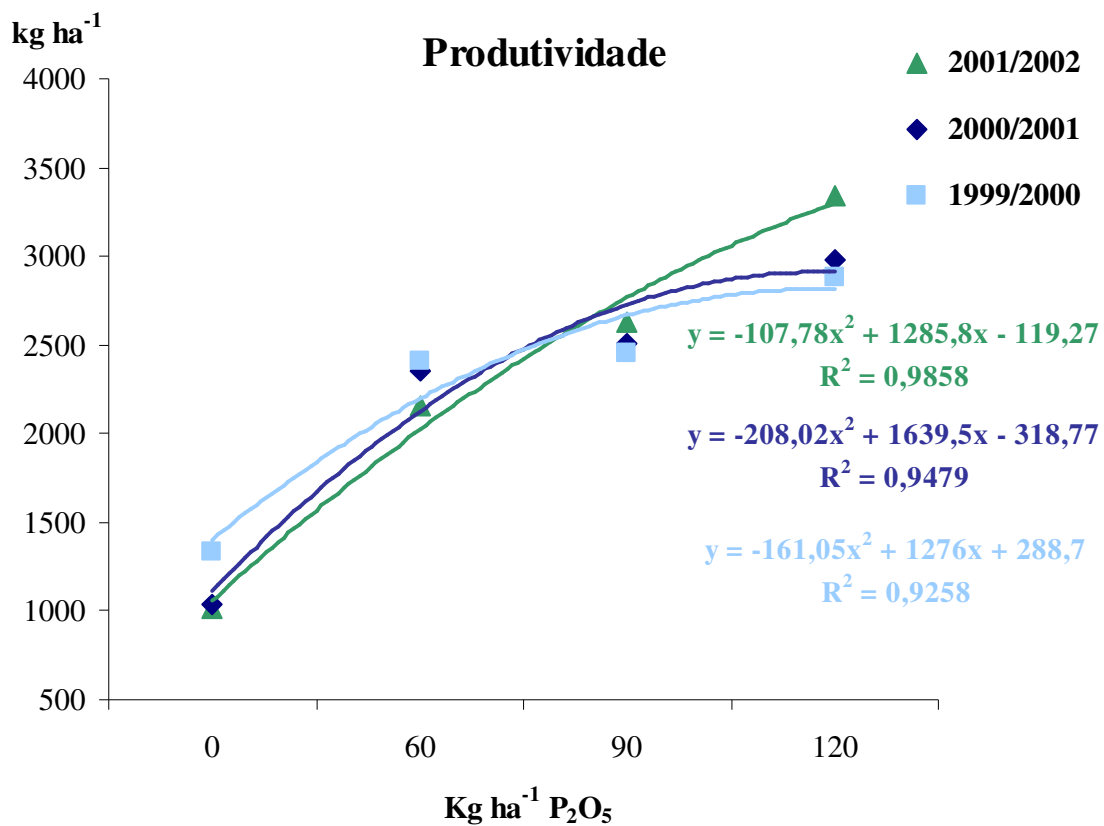
Safra	Médias (kg ha <sup>-1</sup> )
2001/2002	2286,8850 a
1999/2000	2270,9499 b
2000/2001	2106,7200 b

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

Nos tratamentos testemunha (dose 0 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), a cultura da soja teve rendimentos, que inviabilizam e limitam totalmente o cultivo no cerrado sem a correções e adubações fosfatadas.

Existe uma relação direta entre fertilidade e a produtividade da planta, sendo mantidos os demais fatores de produção em níveis não-limitantes. A planta tem seu crescimento diretamente dependente da concentração de fósforo na solução do solo, ou do fator intensidade (I), e, indiretamente, do fator quantidade (Q) e do fator capacidade de fósforo no solo, são altamente dependentes da difusão, decorrentes do suprimento deste elemento, da disponibilidade de água compactação do solo, adição de fósforo e outros (Novais; Smyth, 1999).

O comportamento do rendimento de grãos em relação a dose de 90 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mostrou-se inicialmente inferior a resposta a dose de 60 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mas o efeito da repetição do ensaio durante três safras, evidenciou uma maior produtividade ao final (Figura 10).



**FIGURA 10.** Produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, em cada uma das três safras em função das doses equivalentes, em kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Este resultado mostra que a cultura da soja em solo de cerrado responde a doses elevadas de fósforo, segundo a recomendação da Embrapa Soja (CNPSO, 2002).

## 5.6 – Análise Econômica

Considerando a relação custo/benefício, observou-se através do cálculo da dose máxima econômica, que na dose de 120 Kg ha<sup>-1</sup>, obteve-se juntamente com a maior produtividade a máxima eficiência econômica (Tabela 5).

**TABELA 5:** Lucratividade em diferentes níveis de adubação.

Dose	Custo Adubação <sup>1</sup>	Produtividade	Receita Bruta <sup>2</sup>	Lucro	Ganho <sup>3</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>	Sacas ha <sup>-1</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>
0	0	18,8	902,4	902,4	0,0
60	177,5	38,4	1843,2	1665,7	763,3
90	266,3	42,2	2025,6	1759,4	857,0
120	355,0	51,2	2457,6	2102,6	1200,2

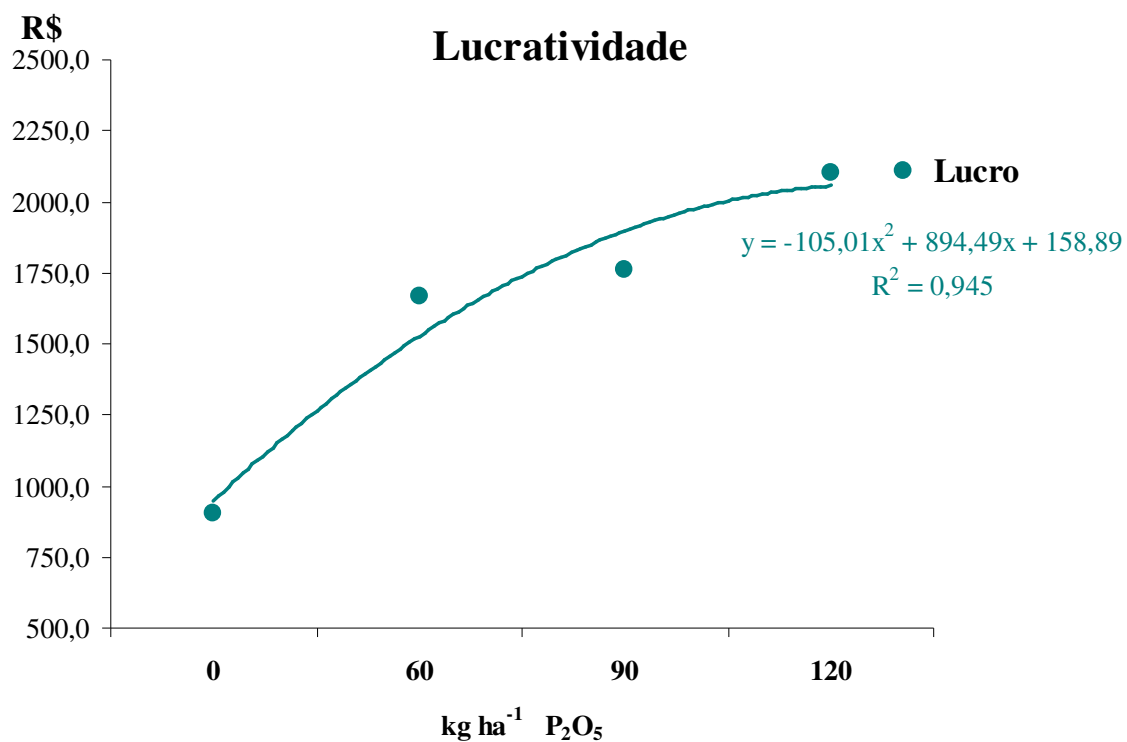
<sup>1</sup> Fertilizante Multifosfato Magnésiano: R\$ 710,00 t<sup>-1</sup>, fonte: MANAH, Uberlândia 28/04/2004.

<sup>2</sup> Soja saca de 60 Kg (MG): R\$ 48,00; fonte: Rural Business; acessado dia 28/04/2004.

<sup>3</sup> Ganho em função da Dose 0.

Em termos médios de produtividade, gerando um lucro na média dos três anos do trabalho, a rentabilidade é satisfatória a realização da prática de adubação fosfatada na cultura da soja em solo de cerrado. Entretanto, as doses que obtiveram incremento de produtividade foram as doses de 90 e 120 Kg ha<sup>-1</sup>. Ao relacionar lucratividade com dose obteve-se o resultado de que, acima da dose 120 Kg ha<sup>-1</sup> a tendência da curva gerada pelos dados é de se manter estável e/ou diminuir, ou seja, acima desta dose a lucratividade tende a diminuir (Figura 11).





**FIGURA 11:** Lucratividade da atividade em R\$ ha<sup>-1</sup>, dos diferentes níveis de adubação.

A lucratividade manifestou-se crescente com o aumento da dose de fósforo aplicado, de forma que a tendência da lucratividade é diminuir a partir da dose 120 Kg ha<sup>-1</sup> (Figura 11)

## 6 - CONCLUSÕES

O aumento das doses de fósforo na adubação de pré-semeadura à lanço, com o FOSMAG 509 M6, como fonte de multifosfato magnésiano, influenciou; o teor foliar de fósforo, o peso de 100 grãos, o teor de fósforo residual no solo e na produtividade da soja, obtendo-se a maior produtividade e a máxima eficiência econômica (MEE) com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no ano de 2001/2002. O aumento na altura de inserção da primeira vagem manifestou-se inversamente proporcional ao aumento de produtividade, todavia, a safra de maiores médias de altura foi a 2000/2001, justo a que teve as menores médias de produtividade. Conclui-se que, o aumento das doses de fósforo influenciou o rendimento de grãos obtendo-se a maior produtividade, na safra de 2001/2002, influenciada pelo alto teor de P residual acumulado no solo no final do período. Obteve-se a máxima eficiência econômica com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## 7 - REVISÃO DE LITERATURA

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

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

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.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1985. 48p. (Boletim Técnico, 78)

BORGES FILHO, E.L.; FERNANDES FILHO, J.F. Plantio direto na região dos cerrados: evolução recente e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1998. p. 1035.

CORDEIRO, D. S., SFREDO, G. J., BORKERT, C. M. & CAMPOS, R. J. Nutrição vegetal. In: **Resultados de pesquisa de soja**. 1978/1979. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de soja, Londrina, PR, 1979 p. 138-164.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja-CNPSo, Londrina. Tecnologia de produção de soja - região central do Brasil-2003. Londrina, 2002. 199 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T. & PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L) Merrill. **Crop Sci.** , Madison, 11(6):929-931,1977.

GOEDERT, W. J, LOBATO, E. & WAGNER, E., Potencial agrícola da região dos cerrados brasileiros. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, 15(3):311 - 380.1980

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 sob cerrado com diferentes teores e tipos de argila. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.13, n.1, p.65-73, 1989.

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

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

MUZILLI, O. Influencia do sistema de plantio direto, comparado com convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.95-102, jan./abr. 1983.

NOVAIS, R. F. de & SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e plantas em condições tropicais**. Viçosa – MG: UFV DPS, 1999. 1ª Edição, 399p.

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

ROESSING, A.C.; GUEDES, L.C.A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: ARANTES, N.E.; SOUSA, P.I. de M. de (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993. p.1-69.

ROSOLEM, C. A., NAKAGAWA, J., MACHADO, J. R. & YAMADA, T. Efeito de modos de aplicação, dose e fontes na produção de soja. *Revista de Agricultura de Piracicaba* v. 65, n.1/2, p. 13-19, 1979.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro, PR: Fundação ABC, 1993. 96p.

SEDIYAMA, T., PEREIRA, M. G., SEDIYAMA, C. S. & GOMES, J. L. L. **Cultura da soja**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 96 p. part. 1.

SIDIRAS, N.: VIEIRA, M.A. Influencia do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.3, p.249-254, set./dez. 1984.

SINGH, R.; MOLLER, M. R. F. & FERREIRA, W. A. **Cinética da absorção de fósforo em solos dos trópicos úmidos da Amazônia.** R. Bras. Ci. Solo, **7:227-231, 1983b.**

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)

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.

## **APENDICE**

**TABELA 1A.** Médias de teor de fósforo foliar, em  $\text{g kg}^{-1}$ , das diferentes doses aplicadas, nos respectivos anos agrícolas.

Médias observadas. ( $\text{g kg}^{-1}$ )				
Doses	1999/2000	2000/2001	2001/2002	Média
0	1,90	1,72	1,48	1,70
60	2,30	1,94	2,08	2,11
90	2,40	1,86	2,10	2,12
120	2,60	1,94	2,42	2,32
C. V.	14,5%	8,5%	14,7%	
Valor F.	2,6592*	2,1461*	8,7341*	

\*significativo

**TABELA 2A.** Médias do peso de 100 sementes, em gramas, das diferentes doses aplicadas, nos respectivos anos agrícolas.

Médias observadas. (g)				
Doses	1999/2000	2000/2001	2001/2002	Média
0	13,87	14,69	13,29	13,95
60	14,37	16,01	13,57	14,65
90	13,75	15,70	14,00	14,48
120	13,96	15,83	14,49	14,76
C. V.	4,3%	6,7%	6,8%	
Valor F.	1,0088	1,6639*	1,5259*	

\*significativo

**TABELA 3A.** Médias de altura de inserção da primeira vagem, em centímetros, das diferentes doses aplicadas, nos respectivos anos agrícolas.

Médias observadas. (cm)				
Doses	1999/2000	2000/2001	2001/2002	Média
0	12,4	15,5	13,9	13,9
60	13,0	18,1	16,7	15,9
90	12,9	18,3	14,9	15,4
120	13,2	19,1	15,9	16,1
C. V.	9,4%	9,2%	19,1%	
Valor F.	0,3983*	4,5884	1,0048*	

\*significativo



**TABELA 4A.** Médias do teor de fósforo residual no solo, em **mg dm<sup>-3</sup>**, das diferentes doses aplicadas, nos respectivos anos agrícolas.

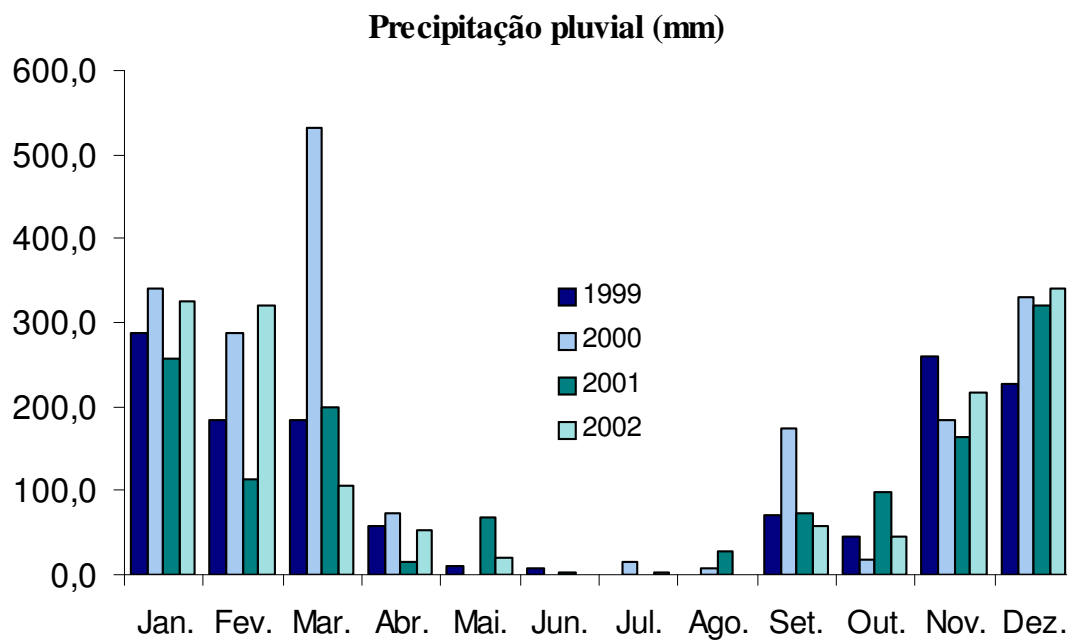
Doses	Médias observadas. ( mg dm <sup>-3</sup> )		
	2000/2001	2001/2002	Média
0	1,08	1,05	1,07
60	2,86	4,30	3,58
90	4,16	6,44	5,30
120	5,16	11,68	8,42
C. V.	28,8%	58,2%	
Valor F.	16,9444*	8,6067*	

\*significativo

**TABELA 5A.** Médias de produtividade, em **kg ha<sup>-1</sup>**, das diferentes doses aplicadas, nos respectivos anos agrícolas.

Doses	Médias observadas. ( kg ha <sup>-1</sup> )			
	1999/2000	2000/2001	2001/2002	Média
0	1334,0	1039,1	1013,5	1128,8
60	2405,7	2348,8	2156,9	2303,8
90	2458,4	2506,7	2632,4	2532,5
120	2885,8	2983,3	3344,7	3071,6
C. V.	21,8%	20,6%	16,1%	
Valor F.	8,8876*	16,6069*	33,2469*	

\*significativo



**FIGURA 1A..** Médias de precipitação pluvial, de janeiro de 1999 à dezembro de 2002, na fazenda experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG.