

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

**RESPOSTA A APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DO MULTIFOSFATO
MAGNESIANO À LANÇO E EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA.**

GUILHERME BOSSI BUCK

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

Uberlândia – MG
Maio – 2000

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

**RESPOSTA A APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DO MULTIFOSFATO
MAGNESIANO À LANÇO E EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA.**

GUILHERME BOSSI BUCK

Orientadora Prof^a Dra. REGINA MARIA QUINTÃO LANA

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

Uberlândia – MG
Maio – 2000

**RESPOSTA A APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DO MULTIFOSFATO
MAGNESIANO À LANÇO E EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA.**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 20 / 05 / 2000.

Prof^ª Dra. REGINA MARIA QUINTÃO LANA
Orientadora

Prof. Dr. GASPAR H. KORNDÖRFER
Conselheiro

Eng^º Agr^º MARCO ANTÔNIO G. de ARAÚJO
Conselheiro

Uberlândia – MG
Maio – 2000

AGRADECIMENTOS

Sempre agradecerei a Deus por ter me concedido o direito de viver e o dever de cumprir com minhas responsabilidades.

Agradeço especialmente aos meus pais Paulo Gianasi Buck, Sonia Aparecida Bossi Buck e familiares, pelo apoio, carinho e compreensão juntamente com esforço que sempre dedicaram para esta minha realização, concluindo o curso de Agronomia.

Agradeço a minha orientadora prof^a Regina Maria Quintão Lana, pela orientação, ensinamentos, dedicação e empenho na realização desse trabalho.

Agradeço aos meus conselheiros prof. Gaspar Henrique Korndörfer e o Eng^o Agr^o Marco Antônio Góes de Araújo, pelo auxílio prestado que muito me fez crescer e também ao prof. Gilberto Fernandes Corrêa e ao Eng^o Agr^o Marco Antônio Perrone .

À Carmem que com eficiência e dedicação sempre me auxiliou na realização dos trabalhos, aos demais funcionários do laboratório de análises do solos (Manoel, Marinho, Gilda e Eduardo), ao técnico Aires pela disposição e amizade que demonstraram ao longo do curso.

Aos funcionários da fazenda Água Limpa Célio e Antônio, também pela eficiência, dedicação e companheirismo na realização dos trabalhos.

Aos amigos: Leandro Gouveia, Marcílio Bortoletto, Wendel Duarte, Renato Belloti, Danilo Ortolan, Marcio Freitas, Adriano Bellodi, Jauster Okano, Luiz Renato, Marcus Leão e Alexandre Buiatti, pela ajuda, apoio e incentivo para elaboração e conclusão do trabalho.

Aos amigos companheiros das Repúblicas ouro fino, Bagaceira, Mistério da Meia Noite, João de Barro e Soñadora, pela tolerância e paciência com minha pessoa.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Local do experimento e características químicas do solo	15
3.2. Tratamentos estudados e condições do solo.....	16
3.3. Colheita e avaliações na planta	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes doses de fósforo utilizando o multifosfato magnésiano (MFM) como fonte de fósforo em solo de cerrado, aplicadas à lanço e em pré-plantio, ou seja, sessenta dias antes da semeadura, na cultura da soja, cultivar conquista. O experimento foi conduzido na fazenda. Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia – MG, no período de junho de 1999 a junho de 2000. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições e quatro tratamentos. Avaliou-se, além da testemunha sem adubo, os tratamentos (doses): 60, 90 e 120 Kg ha⁻¹ de P₂O₅, com relação ao teor de P foliar, altura de inserção da primeira vagem, peso de 100 sementes e produtividade. Conclui-se que, o aumento das doses de fósforo influenciou no rendimento de grãos e no acúmulo de P₂O₅ nas folhas de soja, obtendo-se na dose de 120 Kg ha⁻¹ de P₂O₅, a maior absorção foliar, maior produtividade e a máxima eficiência econômica (MEE).

1 - INTRODUÇÃO

A soja é a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo extensivo. A soja produz mais proteína por hectare que qualquer outra planta de lavoura. E as qualidades como fonte de calorías 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 da intensificação de novas técnicas visando a sustentabilidade dos solos de cerrado.

Desde então, a necessidade de dispor 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 do fósforo de liberação gradual.

Vários são os problemas enfrentados pelo agricultor na hora da semeadura. Dentre eles podemos citar a sistematização do terreno, regulagem da profundidade de semeadura, troca de engrenagens e de discos, abastecimento de sementes e de adubo, umidade do solo e clima. Tais problemas e paradas, retardam a semeadura e uma forma de minimizar tais problemas é a aplicação do adubo em pré-semeadura. Com isso estamos dirigindo as preocupações para momentos específicos, com o objetivo de se fazer uma semeadura perfeita, aproveitando para realizar a adubação antecipadamente.

Geralmente tal prática tem sido feita a lanço, com esparramadeira de calcário, previamente ao estabelecimento de culturas de espaçamento estreito, como soja e arroz. Nesta época são aplicados todo o fósforo e potássio – ou parte do potássio – além do enxofre, magnésio e micronutrientes.

Nesse contexto a utilização de adubos que possuam o fósforo solúvel, porém sob forma menos susceptível à fixação pelo solo, também virá contribuir para a adoção da adubação de pré-semeadura, tendo como um dos princípios básicos, o desenvolvimento da prática de pré-semeadura como uma forma a contribuir para maior homogeneidade da semeadura, objetivando um plantio perfeito, podendo aproveitar a umidade ótima do solo, tendo em mente o aumento da produtividade agrícola.

Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de fósforo em solos de cerrado, aplicadas em pré-semeadura, a lanço, sobre alguns caracteres agronômicos da soja como; análise foliar, altura de inserção da primeira vagem, peso de 100 sementes e produtividade.

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, 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⁻¹ de P₂O₅.

Lins et al (1989) mostraram, em solos do cerrado com teor de argila de 270 gKg⁻¹ e 3.6 mg dm³ de fósforo (muito baixo), através de um modelo matemático para otimizar a adubação fosfatada em cultivos com soja, que seriam necessários 200 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ 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 P₂O₅.

Segundo Moschler et al. (1957) doses inferiores a 100 Kg ha⁻¹ de P₂O₅, no entanto, devem ser aplicadas no sulco de semeadura, à semelhança da adubação corretiva gradual.

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 multifosfato magnésiano (MFM) 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 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 fórmula química específica,

permitindo diminuir a saturação de alumínio das camadas mais profundas, uma vez que o sulfato existente no fertilizante poderá arrastar para camadas abaixo de 40 cm. 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, 1994). 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 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 (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 CO² 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 aumento de cargas positivas nos solos mais intemperizados e argilosos é a causa básica do caráter-dreno-P do solo. A situação oposta, ou seja, aumento de cargas negativas em solos menos intemperizados e argilosos, com o conseqüente aumento da adsorção de cátions ($> CTC_{\text{efetiva}}$), como H^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , deveria fazer com que esses solos se comportassem como dreno, com relação a esses nutrientes. Todavia, isso não acontece, dada a manutenção do caráter trocável quando esses cátions são adsorvidos pelo solo, por causa da atração eletrostática envolvida. A ligação covalente (troca de ligantes) do P com o solo (Parfitt, 1978), dada sua grande estabilidade, faz com que não haja analogia entre P e K nas duas situações de intemperismo, maior ou menor. Portanto, quando se diz que a grandeza do dreno para K, por exemplo, aumenta com o intemperismo, isso significa que haverá maiores perdas de K por lixiviação com o decréscimo da CTC_{efetiva} do solo. Tanto para o P como para o K há perdas (o sistema aumenta seu caráter-dreno) com o intemperismo do solo: para o P, pela adsorção com limitada reversibilidade, e, para o K, pela lixiviação, facilitada por sua baixa energia de adsorção. A adsorção de K pelo complexo de troca de um solo, em qualquer condição de intemperismo, significa reserva ou fonte imediatamente disponível, o que, para o P, não é verdade, refletindo a magnitude do dreno-P (Novais & Smith, 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 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 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).

O P, escasso na maioria de nossos solos, apresenta mecanismos de conservação bastante efetivos, embasados na fixação (transformação de P-lábil em P não-lábil). Essa característica do P torna-se mais intrigante quando se considera que nos sistemas em que sua presença torna-se mais escassa, como em solos tropicais mais intemperizados (solos-drenos), os mecanismos de sua manutenção no sistema tornam-se também mais rígidos: a fixação é maior, a passagem para a forma não-lábil é mais rápida, consumindo grande percentual do que é aplicado em formas solúveis; a planta torna-se mais eficiente em utilizar o pouco P que lhe é liberado para a formação de biomassa, etc. O P retido inicialmente na forma lábil, ainda sujeito à desorção, é retido com mais energia com o passar do tempo. Ligações adicionais à primeira fazem com que essa forma se transforme

em não-lábil, com restrita reversibilidade, na maioria das condições do solo (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 tem 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 adsorção de P pelos solos efetua-se em dois estádios (Kuo & Lotse, 1974a, b, e Barrow & Shaw, 1975). As reações do primeiro estádio ocorrem em horas ou minutos, ao passo que as do segundo estádio 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 (Hsu, 1965).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local do experimento e características químicas do solo

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Universidade Federal de Uberlândia - MG. A área utilizada foi de um latossolo vermelho amarelo (LE) de textura argilosa com 53% de argila, baixa acidez, baixo fósforo, com saturação de bases de 60%, conforme Tabela 1.

Tabela 1.: Análise química do solo da área experimental, Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia.

Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	m	MO
cm	água	mg/dm ³				-----cmol _c /dm ³ -----				----%----		dag/Kg
	(1:2,5)											
0-20	5,9	0,9	65,1	3,0	2,4	2,3	0,0	5,6	7,89	60	0,0	2,8

Observações: P, K = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 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.

3.2 - Tratamentos estudados e condições do ensaio

O solo foi arado a 20 cm de profundidade, e logo após a aragem foram demarcadas as parcelas de 2,7 m de largura por 5,0 m de comprimento. De acordo com a análise (tabela 1) não houve necessidade de fazer correção do solo.

Os tratamentos constaram de quatro doses de P (0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅), e em se tratando de adubação de pré-plantio, foi utilizado uma fonte de fósforo de menor fixação pelo solo, o 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 retardada devido a sua forma química específica. Foi feita a adubação com KCl na dosagem de 100 kg ha⁻¹ de K₂O para todas as parcelas. O experimento foi realizado em DBC (delineamento de blocos ao acaso), com cinco repetições, totalizando 20 parcelas.

As adubações de todas as parcelas, das respectivas doses, foram realizadas 60 dias com antecedência ao plantio, no dia 19 de setembro, caracterizando dessa forma a prática da adubação de pré-plantio. Não houve nenhuma adubação com nitrogênio, devido a recomendação da Embrapa para cultivo de verão.

A semeadura da soja, variedade Conquista, foi realizada em dezembro. As sementes foram tratadas com fungicida e inoculadas, pouco tempo antes da semeadura. As parcelas foram constituídas de seis linhas com 5,0 m de comprimento, e com espaçamento entre linhas de 0,45 m, correspondendo a uma área total por parcela de 13,5 m².

Ao atingir o terceiro trifólio definitivo, foram realizadas aplicações de herbicidas, tanto gramínicida quanto latifolicida, ambos seletivo para a soja.

3.3 - Colheita e avaliações na planta

Para quantificação do P, nas folhas da soja, foram retiradas amostras de folhas, sendo extraídas as folhas do terceiro trifólio, contadas de cima para baixo. Acondicionou-se estes materiais em sacos de papel perfurados e etiquetados, levou-se à estufa de circulação forçada à temperatura de 65°C por 72 horas, então moeu-se estas folhas para análise química completa.

Antes da colheita, com a soja completamente seca, mediu-se a altura da inserção da primeira vagem, fazendo a média da altura da primeira inserção de cinco plantas por parcela útil, entre os diferentes tratamentos, com a medição por régua, para avaliar se o aumento do P altera a inserção da primeira vagem, reduzindo perdas na colheita.

A colheita e conseqüentemente a avaliação de produtividade, foi realizada pela retirada das plantas das duas linhas centrais, com extensão de dois metros de comprimento em todas as parcelas e desta forma estimando-se a produtividade para hectare. Após a colheita, avaliou-se também a diferença entre peso de 100 sementes entre todos os tratamentos.

As variáveis avaliadas nos experimentos foram: produtividade, altura da inserção da primeira vagem, teor de P nas folhas e peso de 100 sementes.

A análise estatística foi feita pelo programa Estat, os dados foram submetidos à análise de regressão linear, haja visto que os tratamentos utilizados e os dados obtidos, foram de ordem crescente.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soja respondeu positivamente à aplicação do multifosfato magnésiano (MFM), onde com o aumento das doses do fertilizante fosfatado, houve um aumento gradual com relação ao rendimento de grãos e ao teor de fósforo foliar.

O aumento nas doses de fósforo elevou significativamente a produtividade da soja (Figura 1). A produtividade apresentou relação direta e aumento linear com as doses aplicadas, as quais foram submetidas a doses crescentes, obtendo-se a maior produção com a dosagem equivalente a 120 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de produtividade em kg ha⁻¹, obtidas pela equação de regressão linear.

Níveis	Médias obs. (kg/ha)	Regressão Linear
0	1066,66	1125,45
60	1874,44	1721,84
90	1949,994	2020,02
120	2294,442	2318,22

Média geral = 1796,3840 C. V. = 22.01

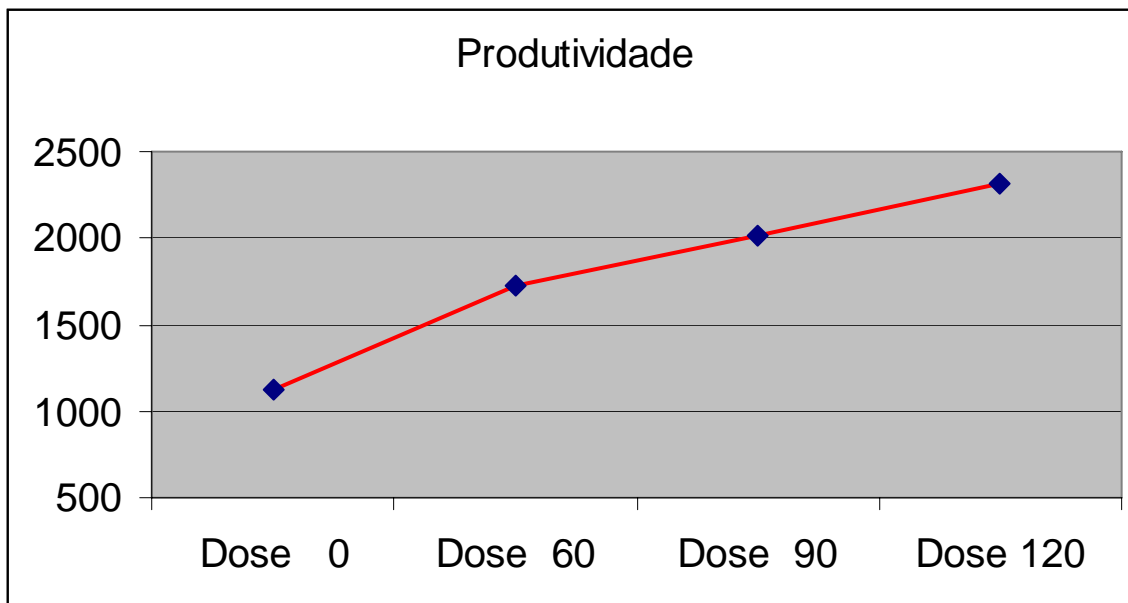


Figura 1: Efeito comparativo entre diferentes doses de P, obtidos pelas médias (kg/ha) da regressão linear.

Há uma relação direta entre fertilidade do solo 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 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 do solo, dada a imobilidade desse elemento no solo, são altamente dependentes da difusão, decorrente do suprimento deste elemento, da disponibilidade de água, compactação do solo, adição de P e outros (Novais & Smyth, 1999).

Diante das médias obtidas pela equação de regressão, houve diferença sobre o teor de P foliar da soja, em função das doses crescentes de P_2O_5 do MFM (Tabela 3). Embora a absorção foliar de P não tenha tido aumento nas mesmas proporções da produtividade,

notou-se um pequeno incremento sobre os teores de fósforo foliar (Figura 2), ou seja, houve aumento gradativo com as doses crescentes de fósforo.

Tabela 3. Médias de teor de P foliar, obtidas pela equação de regressão linear.

Doses de P ₂ O ₅	Medias obs. (g/Kg)	Regressão linear
0	1,96	1,98
60	2,32	2,26
90	2,36	2,40
120	2,54	2,54

Média geral = 2,295

C.V.= 14,5171

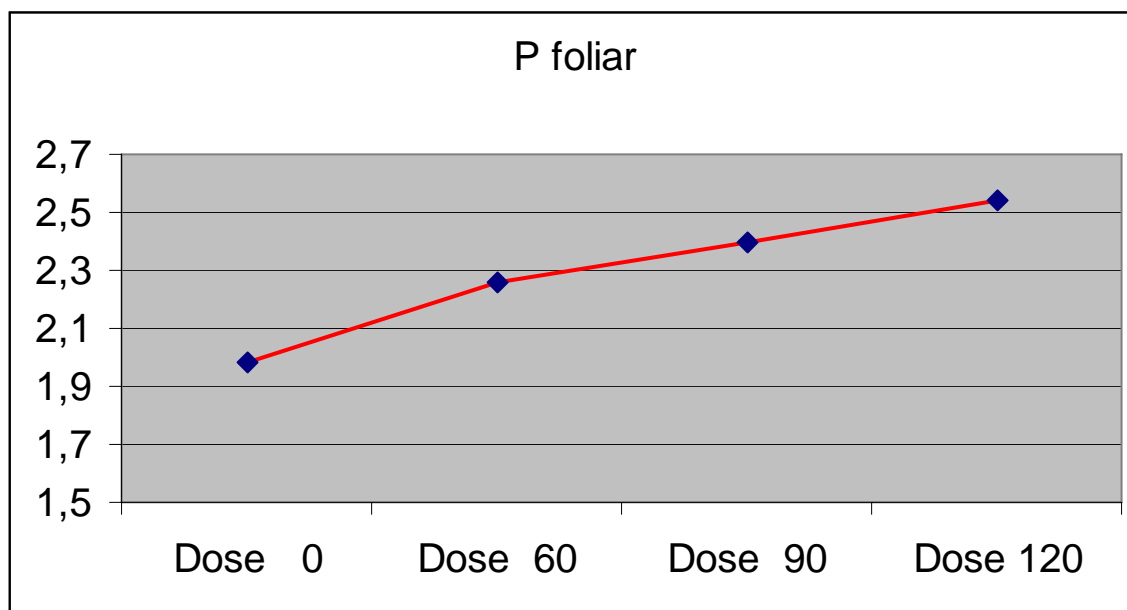


Figura 2. Efeito comparativo entre diferentes doses de P, obtidos pelas médias (g/kg) da regressão linear.

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 pobre, com a ajuda de fertilizantes, para que mais P-disponível entre em contato com a planta por fluxo difusivo (Novais & Smyth, 1999). Neste caso, a eficiência do multifosfato magnésiano, se deve em restrição ao que ocorre com o fosfato monocálcico, na 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).

Em relação ao peso de 100 sementes e avaliação da altura de inserção da primeira vagem, não se observou diferenças com o aumento das doses de P_2O_5 (Tabelas 4-5 e Figuras 3-4, respectivamente).

Tabela 4. Médias do peso de 100 sementes, obtidas pela equação de regressão linear.

Doses de P_2O_5	Médias obs. pelo peso de 100 sementes (g)	Regressão linear
0	13,88	14,01
60	14,38	13,99
90	13,75	13,98
120	13,96	13,98

Média geral = 13,992175 C.V.= 4,3285

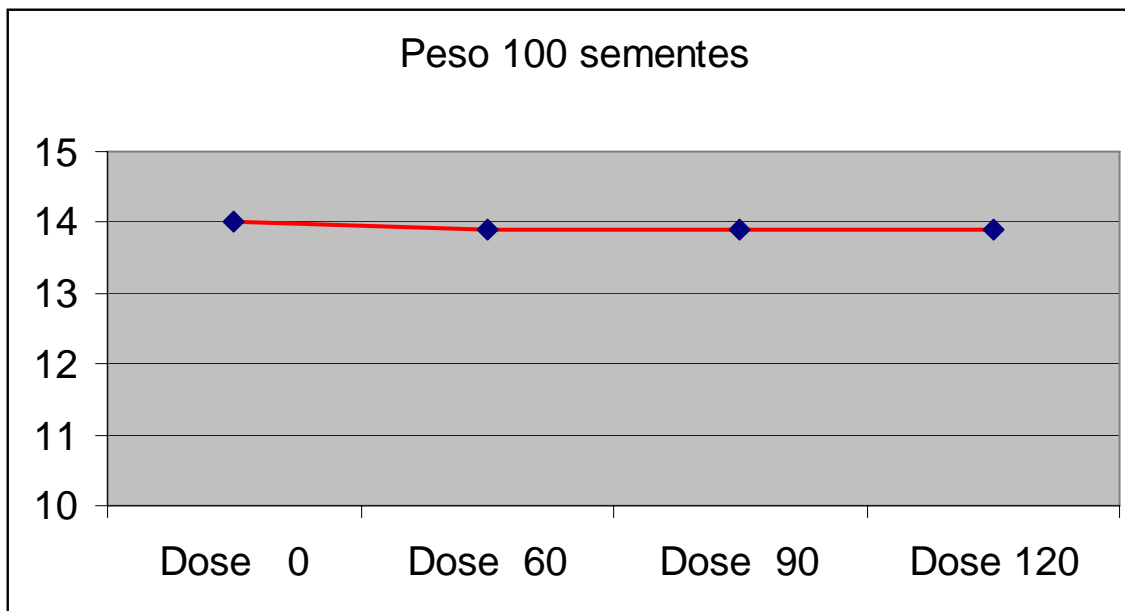


Figura 3. Efeito comparativo entre diferentes doses de P, obtidos pelas médias (g) da regressão linear.

Tabela 5. Médias da altura de inserção da primeira vagem, obtidas pela equação de regressão linear.

Doses de P ₂ O	Médias obs. pela altura de inserção da 1 ^o vagem	Regressão linear
0	12,4	12,4
60	13,0	12,8
90	12,9	13,0
120	13,2	13,2

Média geral = 12,875

C.V.= 9,3661

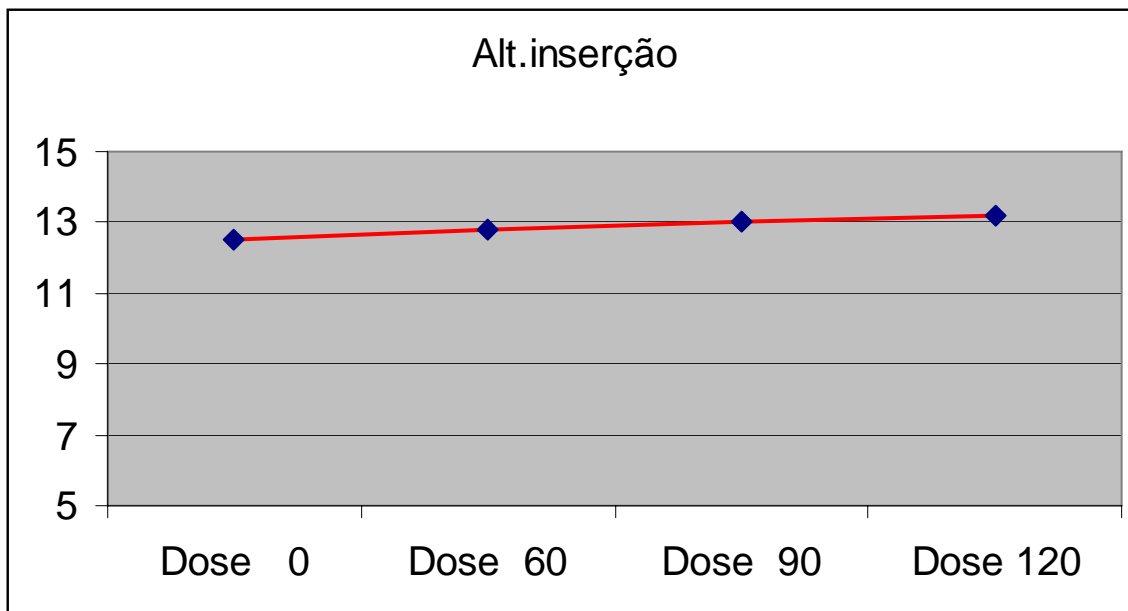


Figura 4. Efeito comparativo entre diferentes doses de P, obtidos pelas médias (cm) da regressão linear

A maior ou menor competição entre planta e solo pelo P 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 diferenças na altura de inserção da primeira vagem. Com relação ao peso de 100 sementes também não houve comprometimento, pois o que houve foi um aumento de vagens e sementes relacionados ao aumento das doses de fertilizante.

Considerando a relação custo/benefício, observou-se através do cálculo da dose máxima econômica, que na dose de 120 Kg ha⁻¹, obteve-se juntamente com a maior produtividade a máxima eficiência econômica (Tabela 6) (Figura 5).

Tabela 6. Relação custo/benefício em diferentes níveis de adubação.

Dose	Recomendação	Produtividade	Custo-adubação	Ganho R\$	Lucro
P ₂ O ₅ /ha	Kg/ha	sacas/ha	R\$/ha	sacas/ha	R\$/ha
0	---	17,7	---	283,2	283,2
60	250	34,3	74,25	548,8	474,5
90	375	35,8	111,4	572,8	461,4
120	500	42,0	148,5	672,0	523,5

Cotações: Fertilizante Multifosfato magnésiano - R\$ 297,00/ton.

Soja Brasil – saca de 60 Kg (MG) – R\$ 16,00

Fontes: MANAH – Uberlândia dia 28/03/2000

Mercado Futuro – Chicago dia 28/03/2000

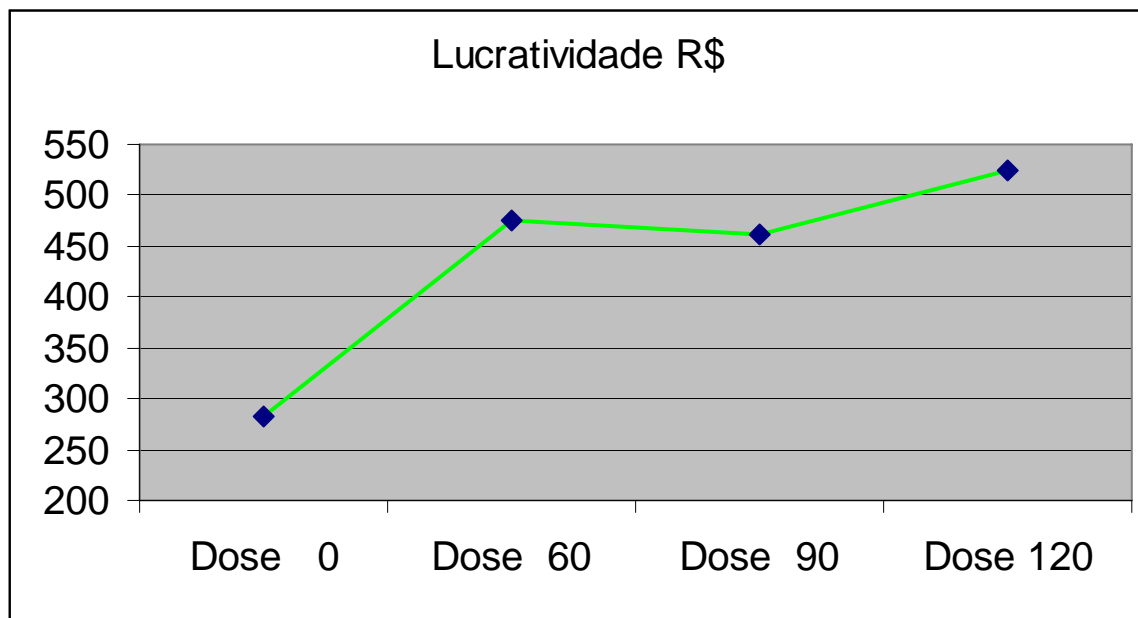


Figura 5. Lucratividade em função das doses crescentes de fósforo

A dose de 120 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ resultou em um aumento de 3,06 sacas (lucro) com relação à dose de 60 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 3,88 sacas (lucro) com relação a dose de 90 Kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo notada esta diferença na lucratividade, desta forma tornando-se economicamente mais viável.

5 - CONCLUSÃO

O aumento das doses de fósforo na adubação de pré-semeadura à lanço, com o multifosfato magnésiano, influenciou o rendimento de grãos e absorção foliar de fósforo da soja, obtendo-se a maior produtividade e a máxima eficiência econômica (MEE) com a dose de 120 Kg ha⁻¹ de P₂O₅.

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. **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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja-CNPSo, Londrina. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil-1993/1994.** Londrina, 1993. 120 p. (Documentos, 64)
- KUO, S. & LOTSE, E. G. **Kinetics of phosphate adsorption and desorption by lake sediments.** Soil Sci. Soc. Am. Proc., 38:50-54, 197b.

- 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.
- 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.
- 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)
- 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.