

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

DOSES DE FÓSFORO NA CULTURA DA SOJA EM SOLO DE CERRADO

RENATO BELOTI FÁVARO

REGINA MARIA QUINTÃO LANA

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

Uberlândia-MG
Março - 2002

DOSES DE FÓSFORO NA CULTURA DA SOJA EM SOLO DE CERRADO

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 01/03/2002

Prof. Regina Maria Quintão Lana
(Orientador)

Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira
(Membro da Banca)

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

Uberlândia – MG

Março - 2002

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Tratamentos estudados e condições de ensaio	14
3.3. Colheita e avaliações na planta	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

RESUMO

A soja (*glycine max* (L.) Merrill,) se constitui na maior fonte de óleo vegetal e de proteína tanto para alimentação humana como animal. Entretanto, em relação ao rendimento, o Brasil, com apenas 2.169 Kg.ha⁻¹ está abaixo do rendimento de 4000 Kg.ha⁻¹ alcançado em lavouras que empregam alta tecnologia. Um dos motivos desse baixo rendimento é a pobreza dos solos de cerrado em nutrientes, especialmente o fósforo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta da soja a aplicação de multifosfato magnésiano em diferentes doses de fósforo em solo de cerrado, aplicadas em pré semeadura e a lanço, bem como seu efeito residual no solo em três anos consecutivos. Empregou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro tratamentos, que consistiram de quatro doses de fósforo (0,60,90 e 120 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅), utilizando como fonte o fosmag 464, em cinco repetições. Juntamente com 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*, na dose de 200 g por 50 Kg

de sementes. Os componentes de produção avaliados foram: teor de fósforo foliar, altura da primeira vagem, peso de cem sementes, produtividade e fósforo residual. Nas condições desse trabalho, concluiu-se que a aplicação do multifosfato magnésiano fosmag 464, a lanço e em pré semeadura, resultou em respostas significativas sobre a cultura da soja nos três anos consecutivos, nas duas fazendas experimentais. Obteve-se um aumento linear significativo com a elevação da dose até 120 Kg.ha^{-1} de P sobre a produtividade, teor de P foliar, altura da vagem, peso de 100 sementes e teor de fósforo residual no solo.

1 –INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura que tem grande importância para economia mundial constituindo um importante alimento como fonte calórica e protéica. No aspecto econômico que hoje é vista de uma forma globalizada, onde a produção agrícola é de considerável importância no cenário da economia mundial, algumas culturas se destacam economicamente no mercado, como a soja , o que a leva estabelecer vínculos com outros setores da economia, como os setores industriais e de serviços. Assim, a agricultura movimenta não só os serviços diretamente ligados ao campo como, também, o comércio das indústrias produtoras de insumos agrícolas e os serviços da indústria beneficiadora da matéria prima agrícola, com a geração direta e indireta de postos de trabalho.

A região dos cerrados assume importância estratégica para o desenvolvimento da cultura da soja no Brasil, e com o advento do cultivo mínimo e plantio direto, há necessidade da intensificação de novas técnicas visando a sustentabilidade dos solos dessa região. A adubação do sistema de forma geral, reduz a necessidade de incorporação de nutrientes, viabilizando a prática de adubação de pré-semeadura. Para isso, há necessidade de um adubo fosfatado de liberação gradual e solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, cuja fórmula química, reduza a fixação de P no solo.

Na hora de realizar a semeadura o produtor se depara com uma infinidade de problemas, que vão desde problemas mecânicos até climáticos. Dentre eles, pode-se 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. Estes eventuais problemas acabam atrasando a semeadura e uma forma de minimizar essas dificuldades é a aplicação do fertilizante antes da semeadura. Adotando este sistema pode-se dirigir toda a atenção de forma específica, possibilitando, uma semeadura de qualidade e no tempo certo. Esta pratica 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-semeadura. A utilização da prática de pré-semeadura tem como um dos princípios básicos, contribuir para maior homogeneidade da semeadura, objetivando um plantio adequado e 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 multifosfato magnésiano em diferentes doses de fósforo, em solos de cerrado, aplicadas em pré-semeadura e a lanço, bem como, seu efeito residual em 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, 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 g kg⁻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 até 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. A dose de fósforo recomendada varia em função do modo de aplicação do fertilizante. Assim, 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 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, 1984). O MFM não neutraliza a acidez do solo, mas possui características químicas que reduz 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, 1981).

Os dados obtidos em experimentos de longa duração, mostraram que a alta capacidade de adsorção de P, obtidas em condições de laboratório, não pode ser um problema tão sério, já que grande parte do fósforo adsorvido retornam a solução do solo (Goedert, 1985).

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

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 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 dessorção, 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. A adsorção de P pelos solos efetua-se em dois estádios (Kuo & Lotse, 1974 e Barrow & Shaw, 1975). As reações do primeiro estágio ocorrem em horas ou minutos, ao passo que as do segundo estágio são bem mais lentas.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas fazendas Água Limpa e Capim Branco, ambas pertencentes a UFU, sendo que a fazenda Água Limpa foi cultivada por três anos; 1998/99, 1999/00 e 2000/01, e a Capim Branco cultivada por dois anos, 1999/00 e 2000/01

A fazenda Água Limpa possui 17% de teor de argila, baixa acidez, baixo teor de fósforo e saturação de bases de 49%, (Tabela 1).

A fazenda Capim Branco possui LATOSSOLO VERMELHO, de textura argilosa, com 53% de argila, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo das áreas experimentais, Fazendas Água Limpa e Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia

Faz.	Prof. cm	pH água	P Mg dm ⁻³	K Mg dm ⁻³	Ca -----cmol _c dm ⁻³ -----	Mg -----cmol _c dm ⁻³ -----	H+Al -----cmol _c dm ⁻³ -----	Al -----cmol _c dm ⁻³ -----	SB	T	V	m	MO g kg ⁻¹
AL	0-20	5,9	1,1	18,9	1,0	0,3	1,4	0,0	1,4	2,75	49	0,0	12
CB	0-20	5,9	0,9	65,1	3,0	2,4	2,3	0,0	5,6	7,89	60	0,0	28

Observações: P, K = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ N); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol⁻¹); M. O. = WalkleyBlack); SB = soma de bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. por bases / m = Sat. por alumínio/ AL= Água Limpa/ CB= Capim Branco.

3.1 - Tratamentos estudados e condições de experimento

O solo foi arado a 20 cm de profundidade, para semeadura do milho como cultura de inverno para a formação de palhada, caracterizando um sistema de planto direto. A área demarcada compreendia vinte parcelas de 2,7 m de largura por 8,0 m de comprimento cada uma, compreendendo 21,6 m² cada parcela, na fazenda Água limpa, e 2,7m de largura por 5m de comprimento, totalizando 13,5m² na fazenda Capim Branco. As áreas não receberam calagem porque a saturação de bases para soja, em solo de cerrado é de 50 % .

As parcelas foram divididas em 4 tratamentos, doses de 0, 60, 90 120 Kg.ha⁻¹ , utilizando-se o multifosfato magnésiano em cinco repetições , as parcelas constavam de seis linhas de soja espaçadas de 0,45 m entre linhas, sendo considerada a parcela útil as duas linhas centrais com 0,5 m de bordadura em cada extremidade. Para a adubação, foi utilizado o multifosfato magnésiano (Fosmag 464), cujas características químicas, expressas em g.kg⁻¹, para os macronutrientes, são 0, 24, 0, 14, 3.2, 8.2 respectivamente para N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg, S, já os valores para os micronutrientes, expressos em mg.Kg⁻¹, são de 0.75, 0.2, 0, 0.3, 0.01, 0.003, respectivamente para Zn, B, Cu, Mn, Mo, Co.

A adubação das parcelas foram feitas em pré semeadura, sessenta dias antes do plantio, e não foi aplicada a adubação nitrogenada. A semeadura ocorreu no início de

dezembro, cultivando-se a variedade Conquista, depois da dessecação do milho com Glyphosato na concentração de vinte litros por hectare. A cultivar foi tratada com fungicida e inoculante *Bradizobium japonicum* na formulação de turfa, na dosagem de 500g / 50Kg de sementes, ou 300.000 células por semente, segundo EMBRAPA (2001). Após atingir o terceiro trifólio, as parcelas receberam uma aplicação de herbicidas , graminicidas e latifolicidas, ambos seletivos para soja.

Foi feita uma adubação básica com KCl na dosagem de 100 kg/ha de K₂O.

3.2 - Colheita e avaliações na planta

As avaliações se iniciaram com a coleta da amostra de solo para análise, antes do primeiro cultivo, depois, em cada ano foram retiradas amostras de folhas , sendo extraídas s folhas do terceiro trifólio, contadas de cima para baixo. As amostras foram colocadas em sacos de papel perfurados e etiquetados, levados à estufa de circulação forçada à temperatura de 65°C por 72 horas, posteriormente as amostras foram moídas para análise química completa, identificando o teor de fósforo foliar, das plantas submetidas á diferentes doses de fósforo nos seus respectivos anos.

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 a resposta do fósforo sobre a inserção da primeira vagem, reduzindo perdas na colheita. Na cultura da soja, o peso de grãos, a altura da planta e da inserção da primeira vagem estão estreitamente ligados ao nível de adubação fosfatada. Essas características são importantes quando a colheita é mecanizada. Perdas superiores a 50% podem ocorrer quando a inserção da primeira vagem está abaixo de 12 cm segundo Lobato, 1982 citado por Goedert, 1985.

Na avaliação da produtividade foram retiradas as plantas localizadas nas duas linhas centrais, com extensão de sete metros de comprimento na fazenda Água Limpa e com quatro metros de comprimento na fazenda Capim Branco, possibilitando desta forma estimar produtividade por hectare. Após a colheita, avaliou-se também a diferença de peso de 100 sementes de soja.

No final de todos os cultivos, fêz-se uma análise do fósforo residual, evidenciando que o fósforo aplicado para uma cultura tem reflexos positivos nas culturas subsequentes. Essa avaliação é feita comparando-se efeitos de doses aplicadas recentemente com os de doses aplicadas anteriormente.

A análise estatística foi feita pelo programa Estat. Os dados foram submetidos à análise de regressão linear.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1-Produtividade

A aplicação do multifosfato magnésiano Fosmag 464, resultou em respostas significativas sobre a cultura da soja nos três anos consecutivos, que respondeu positivamente ao aumento das doses do fertilizante fosfatado.

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

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, químicas e condições topográficas adequadas para a mecanização e condições climáticas favoráveis ao cultivo da soja. No entanto, o teor de P é muito baixo e a retenção 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 de produtividade caso se aumente a dosagem de fósforo.

O aumento da dosagem do fertilizante, elevou significativamente a produtividade da soja, nos anos 98/99 e 99/00 na fazenda Água Limpa, e nos anos 99/00 e 00/01 na fazenda Capim Branco. A produtividade apresentou direta relação com o aumento das doses de fósforo, que teve aumento linear na equação de regressão em 120 Kg/ha de P_2O_5 . Esta dosagem é superior a recomendada para a cultura da soja, quando teor de P é muito baixo pela CFSEMG (1999), para o estado de Minas Gerais. 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, nos tratamentos 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.

Na Faz. Água Limpa no primeiro e no segundo ano de cultivo das áreas experimentais (98/99), já observa-se resultados estatisticamente diferentes, em relação a produtividade, quando há aumento na dose aplicada ao solo. Como a equação de regressão, se apresentou de forma linear, maiores doses de fósforo ($<120\text{kg ha}^{-1}$ de P_2O_5) também apresentariam respostas positivas na produtividade

Na Faz. Capim Branco, os dois anos de cultivo mostraram aumento significativo, quanto a produtividade, em relação ao aumento da dose de P_2O_5 utilizando como fonte Fosmag 464, no solo (Figura 1,2,3 e 4).

Pode-se observar que a produtividade de primeiro ano, na fazenda Capim Branco foi superior a da Água Limpa, devido a fertilidade inicial superior (Tabela 2).

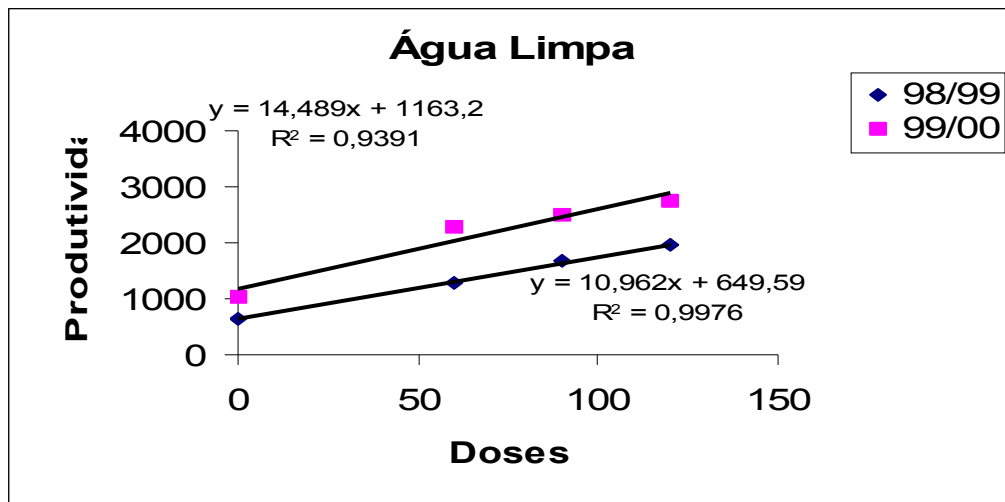
Na fazenda Água Limpa houve aumento de produção no segundo ano de plantio em relação ao primeiro ano, dado aumento das doses de P, indicando seu acúmulo no solo com os cultivos sucessivos.

Tabela 2 - Médias observadas em relação a produtividade, das diferentes doses aplicadas.

MÉDIAS OBSERVADAS Kg/há							
DOSES	Faz. Água limpa				Faz. Capim Branco		
	98/99	99/00	00/01	Média	99/00	00/01	Média
0	650	1027	876,8	851,7	1066	805	936,1
60	1285	2287	1213,7	1595,5	1874	1836	1855,5
90	1674	2500	1233,1	1802,6	1950	1953	1952,0
120	1947	2750	1316,8	2004,6	2294	2374	2334,4
C.V	9,07	17,4	31,70	7,32	22,0	21,11	6,27
Valor F	59,67*	12,68*	0,83	8,32	8,64*	16,39*	5,35

*significativo

Figura 1 - Média da produtividade, obtida durante três anos, na fazenda Água Limpa.



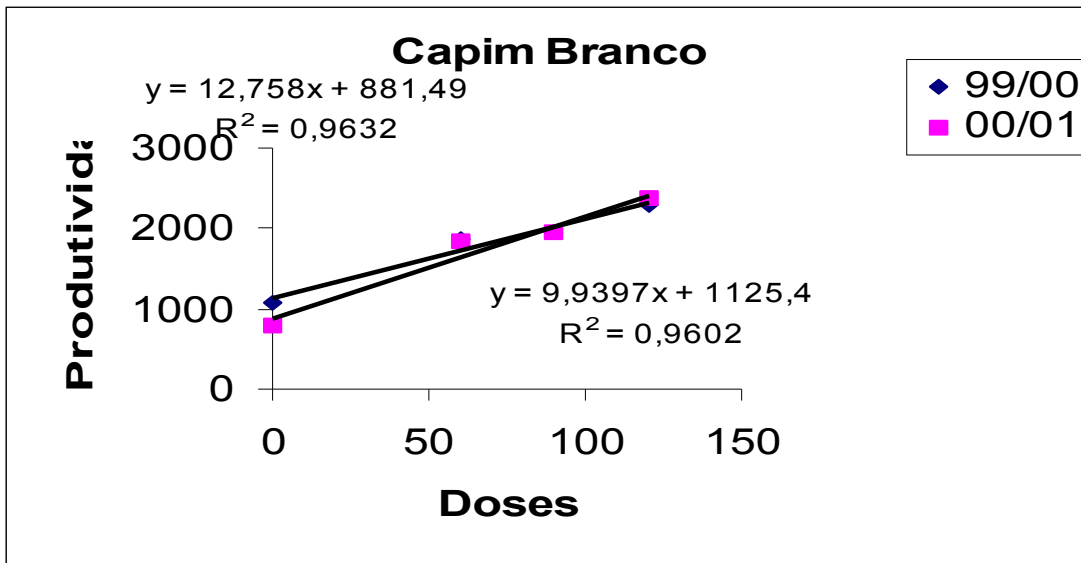


Figura 2 - Média da produtividade de dois anos na fazenda Capim Branco

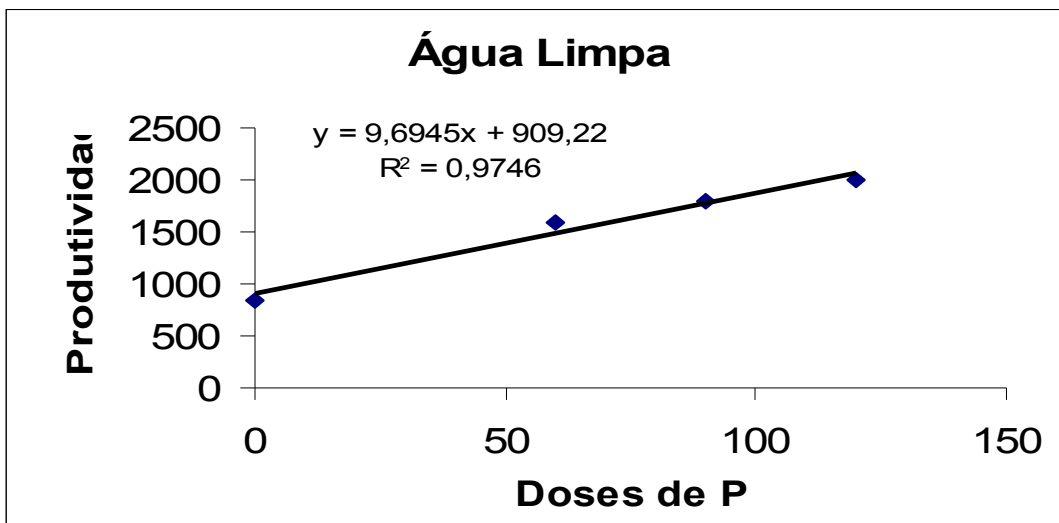
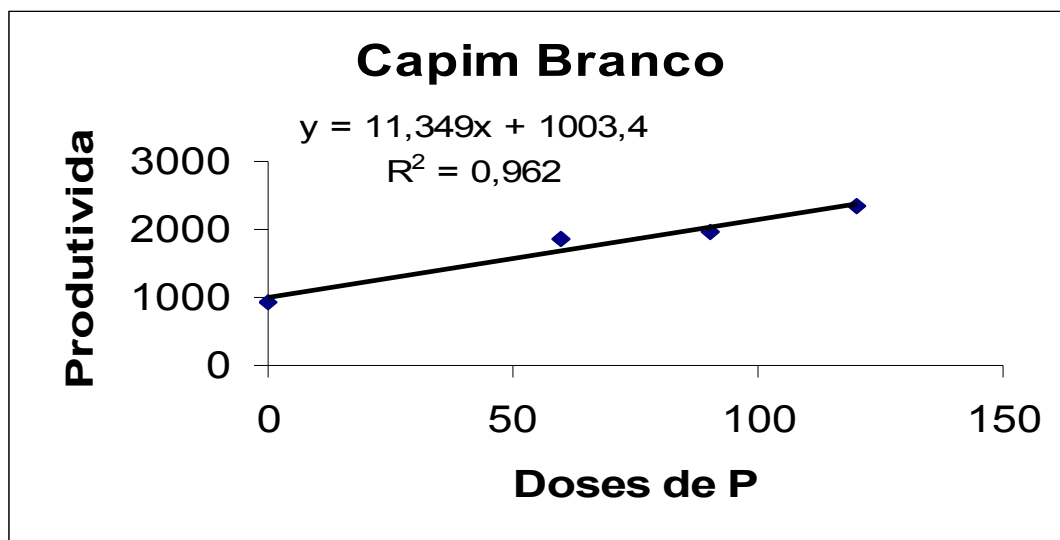


Figura 3 - Média conjunta da produtividade da Faz. Água Limpa.

Figura 4 - Média conjunta da produtividade da Faz. Capim Branco.



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).

Não só a dose de P é importante ser considerada nestes solos com alta capacidade de retenção de P, mas também a fonte do fertilizante fosfatado.

4.2 – Teor de fósforo foliar

Em relação ao P-foliar, na fazenda Água Limpa cultura da soja também respondeu positivamente ao aumento crescente das doses de P_2O_5 do Fosmag 464 (Tabela 3). Notou-se um pequeno aumento na concentração de P nas folhas, proporcionalmente as crescentes

doses de P no solo. O aumento dos teores de P-foliar só foram representativos no ano 99/00.

Já na fazenda Capim Branco, os teores de P-foliar tiveram aumento significativo as crescentes dose de P_2O_5 de Fosmag 464, nos dois anos de cultivo, 99/00 e 00/01 (Figura 5,6,7 e 8).

Tabela 3 - Médias observadas em relação ao teor de fósforo foliar, das diferentes doses.

MÉDIAS OBSERVADAS g/kg							
DOSES	Faz. Água limpa				Faz. Capim Branco		
	98/99	99/00	00/01	Média	99/00	00/01	Média
0	1,27	2,06	1,50	1,61	1,96	1,66	1,81
60	1,37	3,1	2,10	2,19	2,32	1,94	2,13
90	1,47	3,5	2,13	2,37	2,36	1,86	1,27
120	1,50	3,63	2,03	2,39	2,54	1,92	2,23
C.V	11,48	9,65	16,10	16,32	14,52	9,08	14,65
Valor F	1,29	17,14*	2,71	5,54*	2,66*	2,91*	10,01*

*significativo

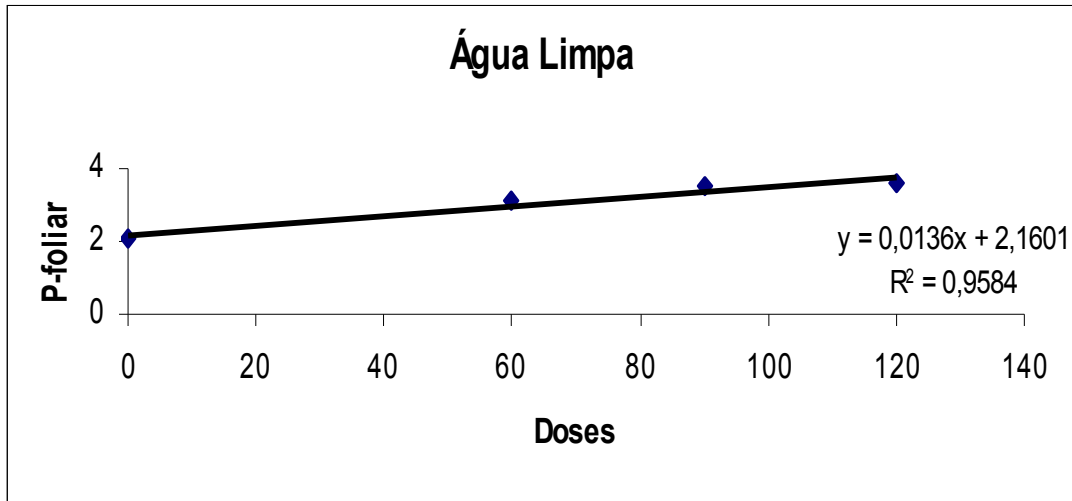


Figura 5 - Efeito comparativo entre diferentes doses de P, com relação ao P foliar, na Faz. Água Limpa, obtidos pela média (g/Kg) da regressão linear.

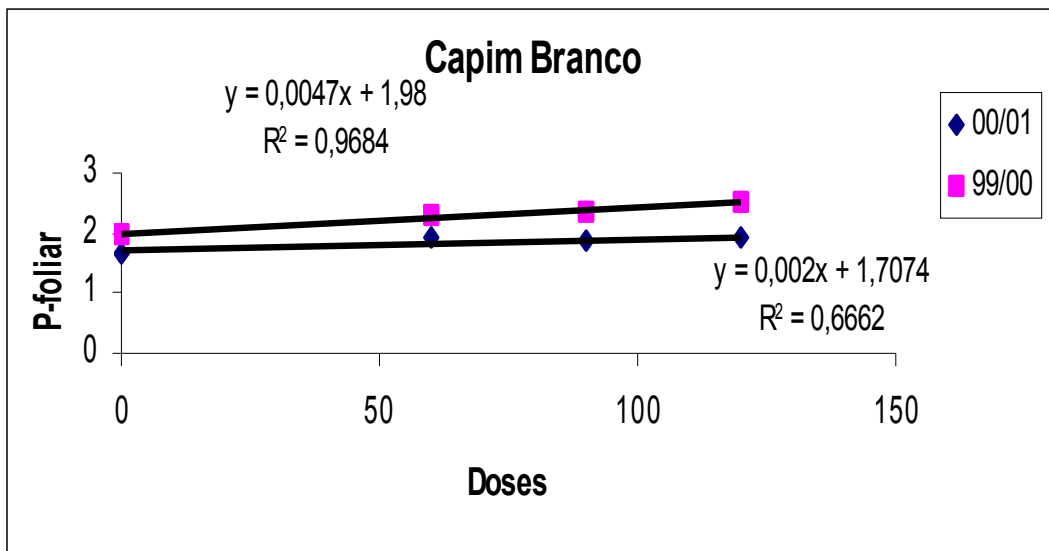


Figura 6 - Efeito comparativo de diferentes doses de fósforo, com relação ao P foliar, na fazenda Capim Branco, obtidos pela média (g/Kg) de regressão linear

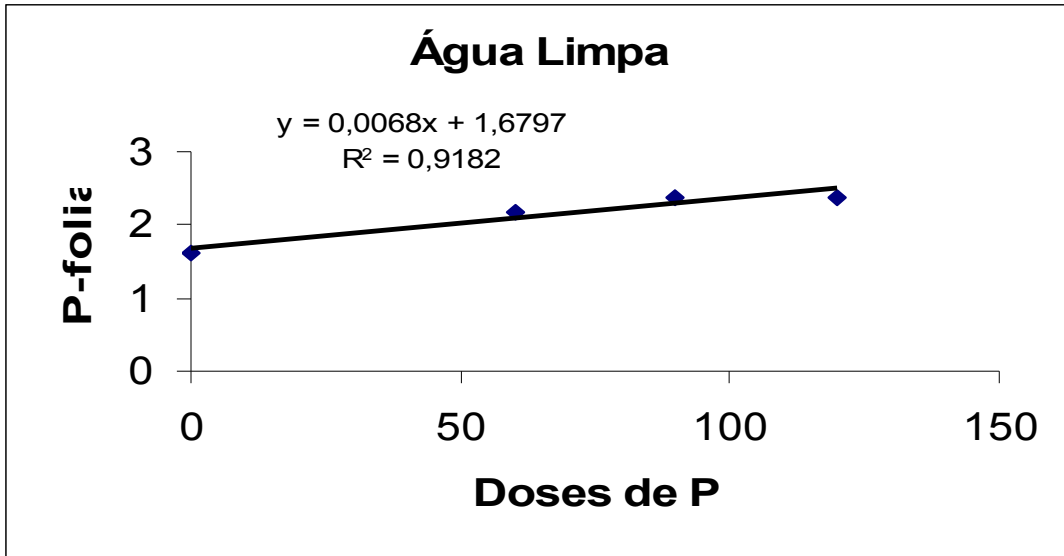
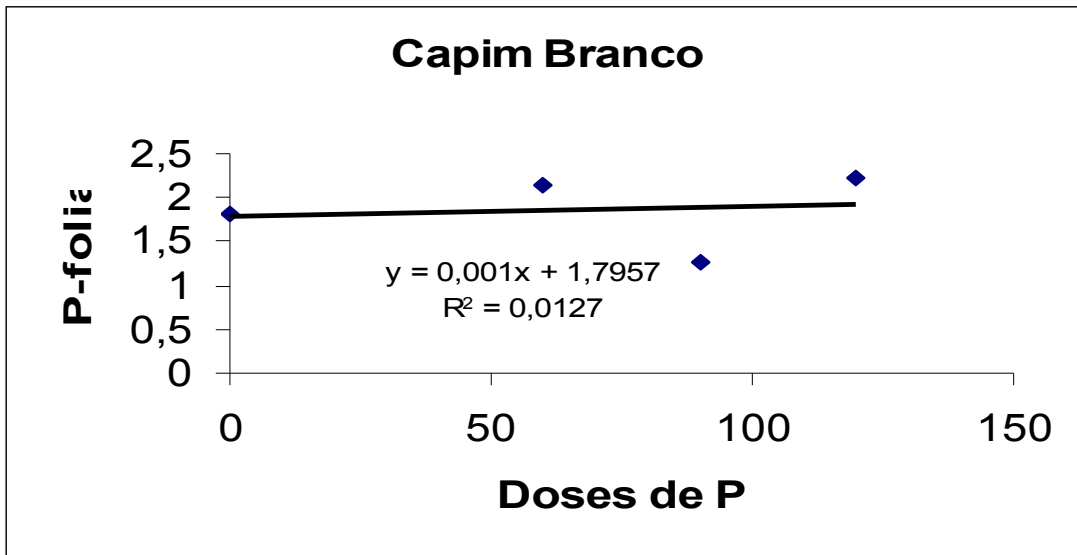


Figura 7 - Média conjunta do teor de P-foliar da Faz. Água Limpa.

Figura 8 - Média conjunta do teor de P-foliar da Faz. Capim Branco.



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).

4.3 Peso de 100 sementes

Com relação ao peso de 100 sementes, a cultura instalada na fazenda Água Limpa também apresentou respostas significativas ao aumento crescente de doses de P₂O₅, nos anos de 99/00 e 00/01 (Figura 9 e 10).

Na fazenda Capim Branco, os resultados obtidos com relação ao peso de 100 sementes, não foram significativos (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias observadas em relação ao peso de 100 sementes, das diferentes doses.

MÉDIAS OBSERVADAS g/Kg							
DOSES	Faz. Água limpa			Média	Faz. Capim Branco		
	98/99	99/00	00/01		99/00	00/01	Média
0	_____	14,6	14,4	14,56	13,88	14,69	14,28
60	_____	15,8	15,7	15,76	14,38	16,01	15,20
90	_____	16,2	16,8	16,56	13,75	15,70	14,72
120	_____	16,8	15,6	16,23	13,96	15,83	14,90
C.V	_____	5,36	4,76	5,34	4,33	6,76	17,61
Valor F	_____	3,71*	5,18*	6,17*	1,01	1,60	2,78

*significativo

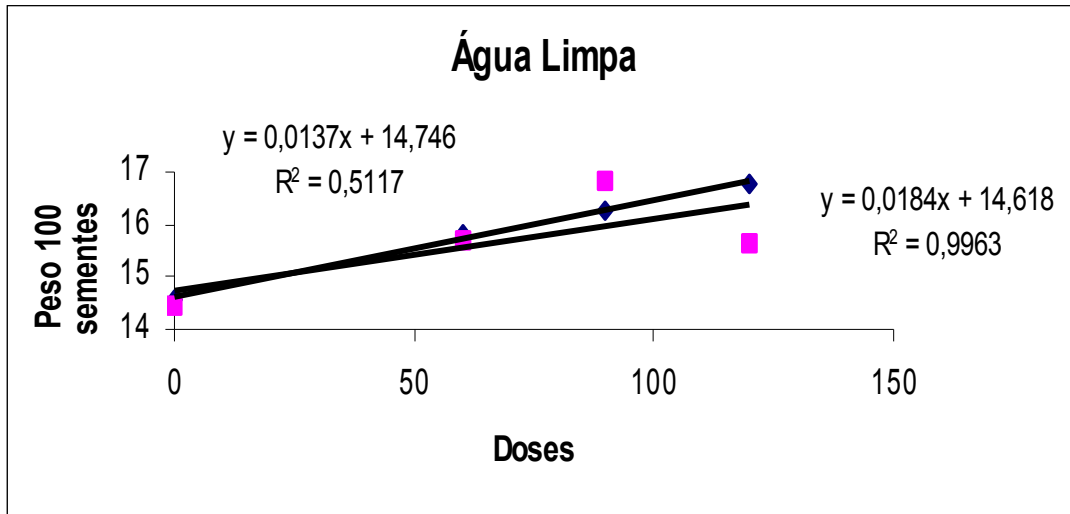
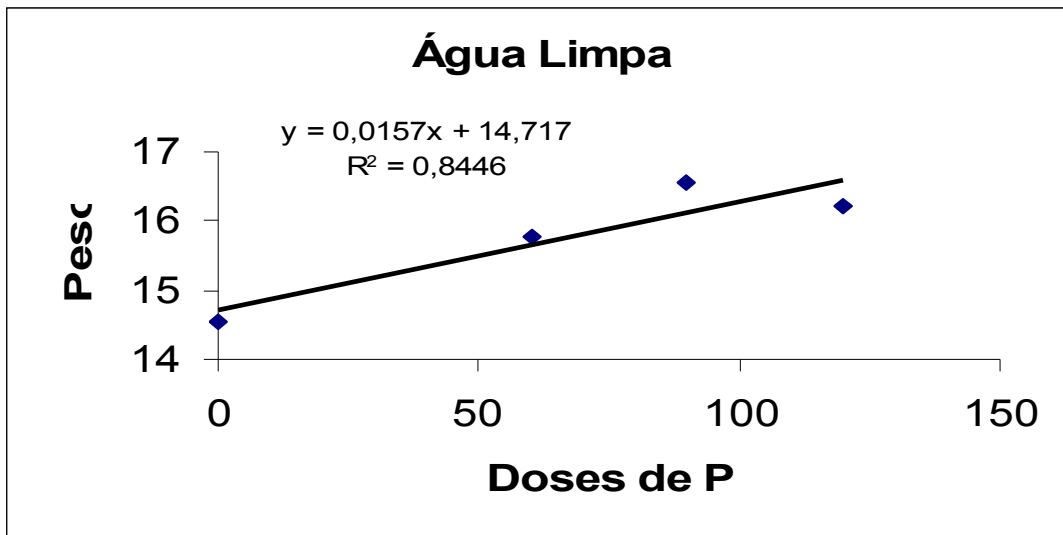


Figura 9 - Efeito comparativo entre diferentes doses de P, em relação ao peso de 100 sementes, obtida pela média (g) da regressão linear.

Figura 10 - Média conjunta em relação ao peso de 100 sementes, da Faz.



4.4- Altura de inserção da primeira vagem.

Com relação a altura de inserção da vagem, os resultados obtidos não se mostraram significativos em nenhum ano na fazenda Água Limpa, mas sim no ano 00/01 na fazenda Capim Branco Conforme Tabela 5 e Figuras 11,12 e 13.

Tabela 5 - Médias observadas em relação a altura de inserção da primeira vagem, das diferentes doses aplicadas.

MÉDIAS OBSERVADAS (cm)							
DOSES	Faz. Água limpa				Faz. Capim Branco		
	98/99	99/00	00/01	Média	99/00	00/01	Média
0	—	13,00	14,60	13,80	12,40	15,50	13,95
60	—	14,50	15,57	15,03	13,00	18,16	15,58
90	—	16,00	16,67	16,34	12,90	18,30	15,60
120	—	14,67	15,13	14,90	13,20	19,08	16,14
C.V	—	10,74	17,81	11,74	9,37	9,17	12,18
Valor F	—	1,85	0,30	5,35*	0,39	4,59*	7,32*

*significativo

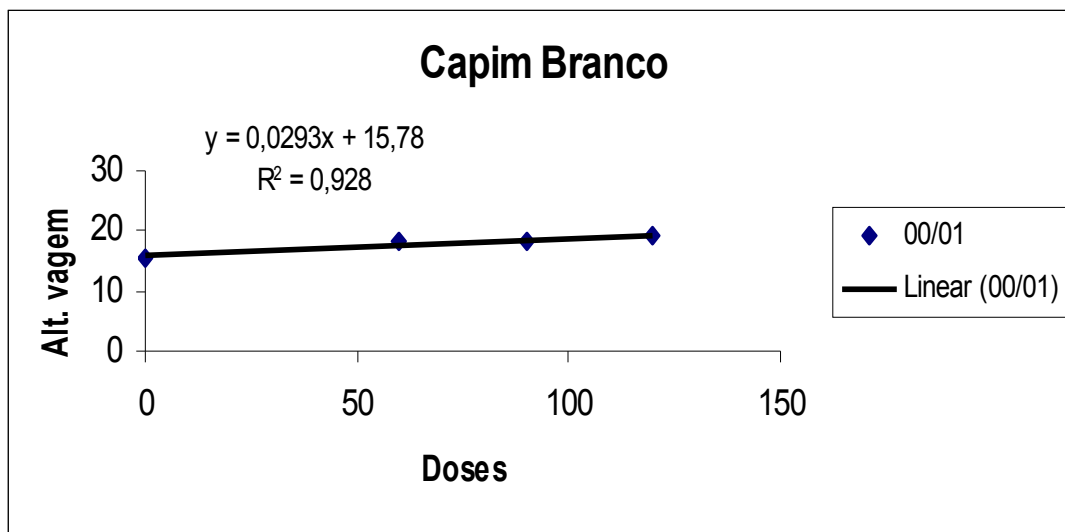


Figura 11 - Altura da vagem, obtido através da equação de regressão linear.

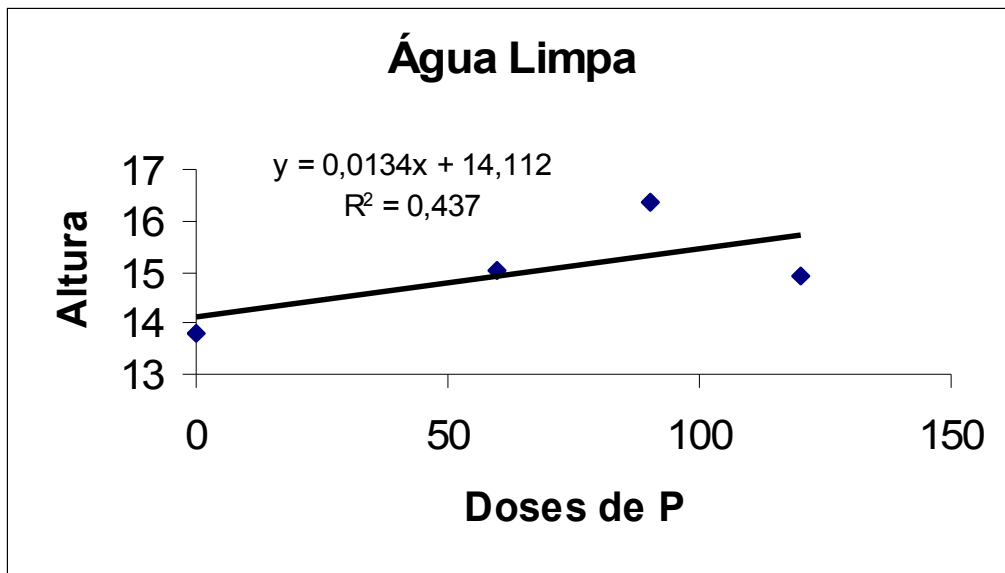
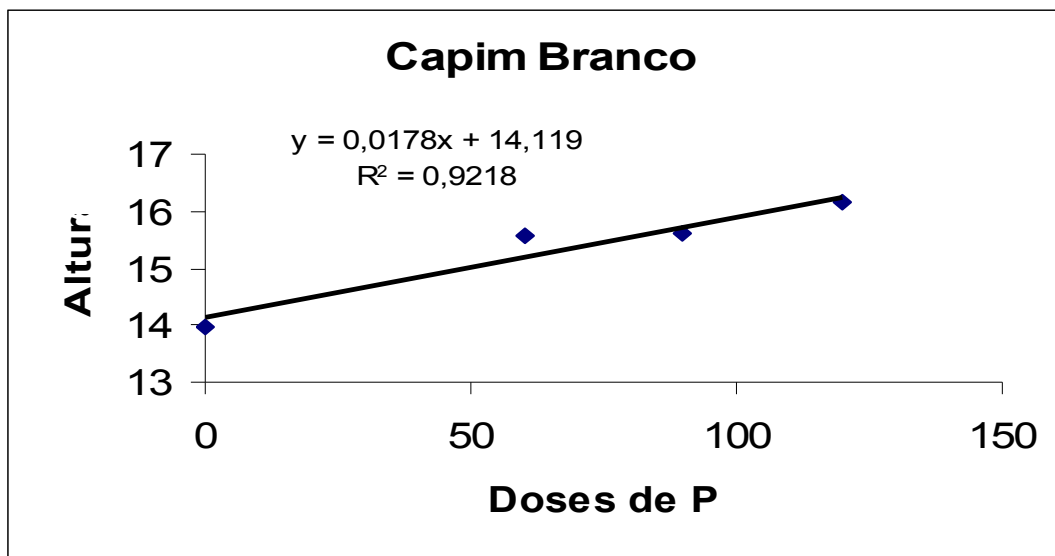


Figura 12 - Médias conjuntas em relação à altura de inserção da primeira vagem na Faz. Água Limpa

Figura 13 - Média conjunta em relação a altura de inserção da Faz. Capim Branco.



Na cultura da soja, o peso das sementes e a altura de inserção da vagem, estão estreitamente ligados ao nível de adubação fosfatada. Essas características são de grande importância, principalmente quando a colheita é mecanizada, pois evita perdas no processo.

4.5- Fósforo residual

Com relação ao P residual, o resultado dos ensaios mostraram que a cultura da soja respondeu positivamente, no ano 00/01 nas duas áreas experimentais conforme Tabela 6 e Figuras 14,15.

Tabela 6 - Médias observadas em relação ao fósforo residual, das diferentes doses.

MÉDIAS OBSERVADAS g/Kg							
DOSES	Faz. Água limpa			Média	Faz. Capim Branco		
	98/99	99/00	00/01		99/00	00/01	Média
0	—	—	1,6	—	—	1,1	—
60	—	—	5,5	—	—	2,8	—
90	—	—	13,1	—	—	4,1	—
120	—	—	18,4	—	—	5,1	—
C.V	—	—	33,37	—	—	28,88	—
Valor F	—	—	16,27*	—	—	16,94*	—

*significativo

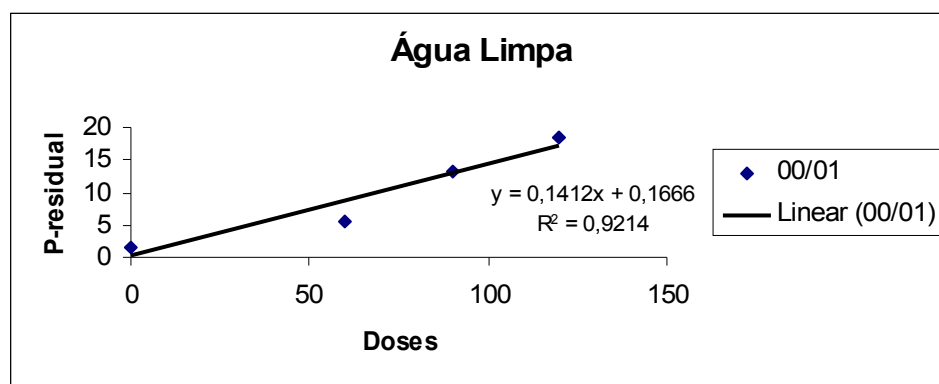


Figura 14 - Efeito comparativo entre diferentes doses de P, em relação ao seu efeito residual, obtidas pela media da regressão linear.

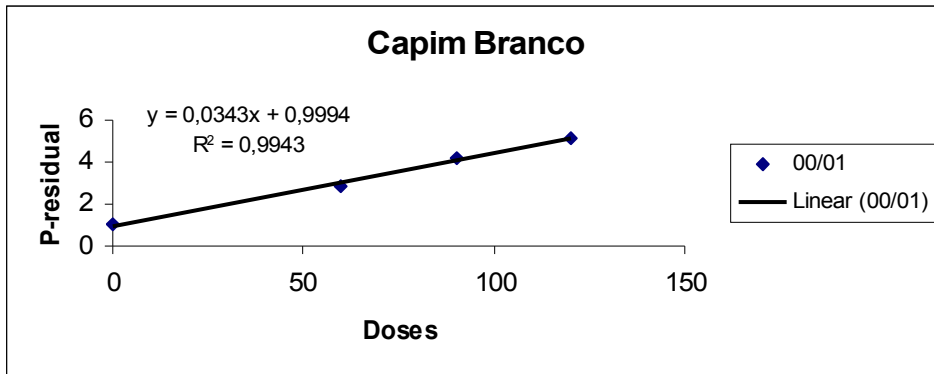


Figura 15 - Dados fósforo residual na fazenda Capim Branco obtidos através da equação de regressão linear no ano 00/01.

Pelos dados apresentados anteriormente ficou evidente que o fósforo tem reflexos positivos para a produção das culturas subsequentes, 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 a 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 de P_2O_5 no primeiro ano teria um efeito residual no segundo ano equivalente à uma nova aplicação de 50 Kg/ha de P_2O_5 .

5 - CONCLUSÕES

Nas condições desse trabalho, concluiu-se que a aplicação do multifosfato magnésiano fosmag 464, a lanço e em pré semeadura, resultou em respostas significativas sobre a cultura da soja nos três anos consecutivos, nas duas fazendas experimentais. Obteve-se um aumento linear significativo com a elevação da dose até 120 Kg.ha⁻¹ de P sobre a produtividade, teor de P foliar, altura da vagem, peso de 100 sementes e 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. **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.

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

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)

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

- KUO, S. & LOTSE, E. G. **Kinetics of phosphate adsorption and desorption by lake 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 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.
- 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)
- 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.