

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

FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA CULTURA DA SOJA

WENDELL PEREIRA DUARTE

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

Uberlândia – MG
Maio – 2000

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

FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA CULTURA DA SOJA

WENDELL PEREIRA DUARTE

Orientadora : Dr^a. Regina Maria Quintão Lana

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

Uberlândia – MG
Maio – 2000

FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA CULTURA DA
SOJA

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 20/ 05/ 2000

Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana
(Orientadora)

Prof. Dr. Gaspar H. Korndorfer
(Conselheiro)

Prof. Dr. Osvaldo T. Hamawaki
(Conselheiro)

Uberlândia – MG
Maio – 2000

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e coragem para enfrentar os obstáculos, durante essa fase de minha vida.

Aos meus pais Joaquim Silveira Duarte e Maria das Graças Pereira Duarte, pelo carinho, dedicação por meu caráter e responsabilidade pela minha educação por todos esses anos. Meus irmãos Wallison e Lilliã, pela força de sempre me ajudar nos momentos mais difíceis, o meu obrigado.

A minha noiva querida Roberta Flávia, por ser essa companheira especial em que parte dessa vitória é oferecida especialmente à ela, me amando e ajudando tendo paciência para um dia construirmos uma vida juntos.

Para meus amigos de república: Carlos Eduardo, Osvaldo, Jean Carlo, Marcelo Henrique, Vinícius, Fabrício, Rodrigo, Plínio. Aos amigos Cláudio, Osvaldo, Selmo e Guilherme pela ajuda constante durante todos esses anos de faculdade. As repúblicas Porteira Aberta, Estação Paraíso, Ouro Fino, Mistério da Meio-da-Meia-Noite, Bagaçeira, o meu abraço e obrigado pela amizade junto a minha pessoa.

A minha orientadora Regina Maria Quintão Lana, o meu obrigado pelo trabalho oferecido e sempre me ajudar durante esse tempo. Aos meus conselheiros, pelas opiniões de aprimoramento desse trabalho.

ÍNDICE

1- INTRODUÇÃO.....	07
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	09
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4- RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
4.1- Produtividade da soja.....	18
4.2- Teor foliar de fósforo.....	22
4.3- Peso de 100 sementes.....	23
4.4- Altura de inserção da primeira vagem.....	24
5- CONCLUSÃO.....	25
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

Resumo

Este trabalho tem como objetivo comparar a eficiência de duas formulações (00-16-16 e 00-20-20), em duas épocas (pré-plantio e plantio) e dois modos de aplicação (no sulco e a lanço), influenciando a produtividade da soja, variedade conquista.

O experimento foi instalado na Fazenda Água Limpa, da Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia – MG, em dois anos de cultivos, para avaliar o efeito residual do fósforo no solo. Utilizou-se de blocos casualizados com seis tratamentos em três repetições, sendo: 1- sulco, pré-plantio, 00-20-20 (500 kg/ha), 2- sulco, pré-plantio, 00-16-16 (625 kg/ha), 3- sulco, plantio, 00-20-20 (500 kg/ha), 4- sulco, plantio, 00-16-16 (625 kg/ha), 5- lanço, pré-plantio, 00-20-20 (500 kg/ha) e 6- lanço, pré-plantio, 00-16-16 (625 kg/ha). As formulações contém quantidades de 100 kg/ha de P_2O_5 e 100 kg/ha de K_2O . Cada parcela possui 6 linhas de 8m de comprimento, espaçadas 0,45m, correspondendo a uma área útil de $6,3m^2$. Foram avaliados a produção de grãos e teor de fósforo nas folhas. Após os dados coletados e utilizando-se do programa estatístico ESTAT fez-se as análises de teste de Tukey a 5% de probabilidade, conclui-se que não houve diferença significativa entre modo de aplicação (sulco e a lanço), época de aplicação (pré-plantio e plantio) e formulação (00-16-16 e 00-20-20) sobre a produção de grãos de soja, teor de fósforo nas folhas, altura de inserção da primeira vagem e peso de 100 sementes.

1. INTRODUÇÃO

A expansão da cultura de soja em Minas Gerais teve início na região do Triângulo Mineiro. Sabe-se que um dos fatores limitantes à produção, nos solos de Cerrado deve-se ao baixo teor de fósforo, e a taxa elevada de fixação deste nutriente. Por estas razões, as adubações são geralmente ricas neste nutriente apesar da menor extração que o nitrogênio e o potássio.

Dentre os vários fatores que afetam a produção agrícola, a adubação racional ocupa lugar de destaque, tanto em termos quantitativos como qualitativos. Por outro lado, os adubos representam uma boa parcela nos custos de produção, justificando um esforço considerável do agricultor e do técnico para fazer o uso mais eficiente possível da adubação, maximizando-se o seu retorno.

Um ponto relevante nesse aspecto é que a eficiência na adubação não depende apenas das doses ou quantidades a serem aplicadas. Existe uma série de outros fatores circunstanciais que devem ser do conhecimento do técnico e do agricultor, a fim de se obter melhor eficiência do produto.

A característica que melhor avalia uma fonte de fósforo, do ponto de vista agronômico, é a sua eficiência em fornecer o nutriente para as plantas, ou seja, sua capacidade de provocar um maior acréscimo de rendimento por unidade de P aplicado.

A distribuição de nutrientes no perfil do solo é determinado pelo modo de aplicação dos adubos e do seu grau de mistura com o solo. Combinações de métodos de preparo e modos de adubação resultam em uma variedade de frações fertilizadas de solo, e concentrações diferenciadas de nutrientes. Preparos com menor mobilização do solo favorecem o acúmulo de nutrientes, tais como o fósforo, potássio, cálcio e magnésio, na camada superficial (0-5 cm). Também, aumentam a capacidade de troca de cátions, carbono orgânico e nitrogênio total, o que pode haver redução da saturação de alumínio, observáveis a partir de um período de 4 a 5 anos no estabelecimento dos sistemas.

A pesquisa, de um modo geral, tem-se restringido a comparações entre aplicações a lanço, com incorporação do fertilizante ao solo, e aplicações no sulco, junto ou ao lado da linha de semeadura. Essas aplicações representam situações extremas, existindo posições intermediárias que podem propiciar mais eficiência do adubo fosfatado solúvel em relação ao fosfato natural.

O presente trabalho propôs a estudar o efeito de diferentes formulações de fertilizantes, o modo e a época de aplicação destes, sobre a produtividade e teor de fósforo nas folhas, peso de 100 sementes, altura de inserção de primeira vagem da cultura da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os fosfatos mais usados na agricultura são solúveis em água, sendo produzidos, na maioria das vezes, pela dissolução de rocha fosfática com ácido sulfúrico, fosfórico ou nítrico (BRAGA, 1991).

Há muito se cogita usar rochas fosfáticas ou fosfatos naturais, em aplicações diretas em solos ácidos, presumindo-se a dissolução pela acidez dos solos. O uso direto desse material como fertilizantes é complexo, sendo a sua eficiência agrônômica afetada pela origem geológica e granulometria, através de alterações físicas e químicas do solo, como: pH, textura, presença de substâncias químicas do solo, espécie vegetal cultivada, entre outras (Khasawneh & Doll, 1978; Hammond et al., 1986).

Devido ao custo dos adubos minerais e à dificuldade de transportá-los entre regiões, torna-se necessário aumentar a eficiência dos fertilizantes aplicados, evitando-se, assim, prejuízos aos agricultores. Um dos aspectos importantes a considerar, neste sentido, está relacionado com o efeito residual que a aplicação destes insumos agrícolas causa nas culturas subsequentes (OLIVEIRA, 1992).

Em algumas espécies de leguminosas, como a soja e o feijão-caupi, este aspecto é duplamente importante, haja visto que os resíduos de adubação podem também afetar a

nodulação e, conseqüentemente, seu potencial de fixação biológica do nitrogênio (OLIVEIRA, 1992).

De acordo com Moschler et al., (1957), 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. A queda dos teores de fósforo ocorre pela conversão de formas menos solúveis. Essa diminuição é influenciada pela dose, pelo método de aplicação, pela fonte de fósforo, pelo tipo de solo, pelo manejo e pelo pH do solo (Yost et al., 1981, e Goedert & Lobato, 1984).

Bache & Williams (1971) concluíram que, o aumento de P no solo, devido ao acúmulo residual de aplicações anteriores, muda a isoterma de posição, não alterando sua forma e, portanto, não alterando o FCP (Fator de Capacidade) do solo. Segundo esses autores, o aumento ou exaustão de P de um solo não lhe causa alteração na curvatura da isoterma, não alterando, portanto, sua relação Q/I (Quantidade / Intensidade).

De modo semelhante, Nurwakera (1991) não encontrou efeito da aplicação prévia de uma dose de P, em diferentes épocas, sobre a CMAP (tempo necessário para que a metade do fósforo seja adsorvido) de um LV(Latassolo Vermelho-Escuro) da região amazônica. Porém, ocorreu efeito sobre a “energia de ligação”, através da aplicação de doses menores de P, sendo que esta energia tendeu a aumentos, após um determinado tempo de contato do P com o solo, que variou de 2 até 3,7 anos. Já para o tempo de 1,9 ano, com 0,0 dose de P, foi encontrado 0,880 mg g⁻¹ (CMAP), e quando utilizou-se uma dose de 176 kg ha⁻¹ de P, praticamente, não sofreu alteração (0,890 mg g⁻¹ de CMAP).

Recentemente, Barrow et al., (1998) observaram que aplicações prévias de P em solos, em condições de campo, causaram diminuições em medidas relacionadas com o FCP

em cinco dos oito solos estudados. Todavia, em três solos esse efeito não foi observado, e em um deles observou-se aumento do FCP.

Segundo Bolland et al., (1996), a dependência do FCP à aplicações prévias de P, como observado por Barrow (1974), foi consequência das grandes doses de P aplicadas, muito acima das normalmente utilizadas na prática.

Quando se aplica uma fonte solúvel de P num solo, frequentemente, mais de 90% do aplicado é adsorvido na primeira hora de contato com o solo (Loganathan & Fernando, 1980; Singh et al., 1983b; Gonçalves et al., 1985). Essa primeira fase de rápida adsorção é seguida de uma fase bem lenta, representada pelos modelos exponenciais (Barrow, 1974). Essa adsorção de P pelo solo apresenta um componente adicional à simples formação de P-lábil (Q), que é a formação de não-lábil (NQ). Aparentemente, entre os mecanismos mais prováveis de formação de P não-lábil, a partir de uma fonte solúvel aplicada no solo, está a ocorrência de duas ligações coordenadas com a superfície adsorvente. Essas duas ligações, ao contrário de uma única, não permitiriam a dessorção do P (Kafkali et al., 1967; Parfitt, 1978).

(Barrow 1974; Gonçalves et al., 1989; Devine et al., 1968), após um ano da aplicação de superfosfato simples em quatro tipos solos, verificaram que 58% do P aplicado encontrava-se disponível imediatamente, 38% depois de dois anos e 20% depois de três anos. Em trabalho semelhante, Williams & Reith (1971) encontraram de 20 a 28% disponível depois de um ano de contato do P aplicado no solo, e apenas de 2,7 a 4,2%, depois de 6-8 anos.

Já à aplicação de 160 kg ha^{-1} de P_2O_5 , quando aplicados a lanço e incorporados em um Latossolo Vermelho-Escuro de cerrado, não apresentou resposta de P aplicado

inicialmente, no entanto só foi encontrado P nas últimas dez colheitas de milho; durante essas colheitas, 56% do P aplicado foi recuperado (Lobato, 1982). O autor atribuiu o fato, da elevada recuperação de P, parece ter sido, em parte, devido a baixa produtividade obtida ao longo dos cultivos (28%), em relação ao melhor tratamento, constituído pela aplicação de 1.960 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a lanço, ou de 1.280 kg ha⁻¹, subdivididos em quatro aplicações. Para o tratamento de 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a décima colheita foi apenas de 350 kg ha⁻¹ de grãos de milho, o que faz com que a recuperação de P tenha sentido pouco prático.

Outro complicador, para o P, nos solos mais argilosos e intemperizados é que, com o tempo, há intenso desenvolvimento de formas não-lábeis de reversibilidade muito baixa. A aplicação de 150 mg dm⁻³ de P em LV com 55% de argila proporcionou recuperação de 2,9 mg dm⁻³ pela Resina de Troca Aniônica, quando a extração foi feita depois de 300 dias de contato do P com o solo. Sem a aplicação de P, o solo continha, originalmente, 5,7 mg dm⁻³ de P (Gonçalves et., 1989).

Para minimizar a capacidade de adsorção ou fixação de fósforo, é necessário além de conhecer as características de cada solo, determinar quais delas podem ser mudadas. Uma alternativa para os solos do cerrado seria diminuir o reservatório de fósforo não lábil, através de redução do número de sítios de troca de energia, pela calagem e adição de matéria orgânica GOEDERT & SOUZA (1984). O modo de aplicação do fósforo em sulco leva em consideração muito mais a necessidade da planta, do que a correção do nível de fertilizante no solo.

CORDEIRO et al., (1979), testaram doses de K₂O, chegando ao valor máximo de 200 kg ha⁻¹, aplicados a lanço e ao lado das sementes. Estes autores não encontraram

respostas significativas do potássio no primeiro ano de cultivo, mas a adubação com KCl a lanço, proporcionou maiores rendimentos do que o mesmo adubo aplicado no sulco.

ROSOLEM et al., (1979) observaram que o efeito do modo de aplicação de KCl, em sulco, proporcionou menores produções, do que quando aplicado à lanço.. MASCARENHAS et al., (1978), relataram que dependendo da concentração de potássio no complexo de troca de solo pode ocorrer até a morte das plantas de soja.

Sabe-se que os macronutrientes essenciais como 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⁻¹ a cultura extrai em media 330 kg de N ha⁻¹, 64 kg de P₂O₅ e 141 kg de K₂O ha⁻¹, observando, assim, que a soja é uma cultura altamente exigente em nutrientes, SEDIYAMA et al., (1993).

É importante que se defina eficiência da utilização dos adubos de modo a melhorar a resposta da soja a diversas formulações existentes no mercado. LAUCHLI (1987), define eficiência no uso dos nutrientes como a relação entre produção (grãos, biomassa, frutos) e concentração de nutrientes no tecido celular. BAILIAN et al., (1991), chamam a isso de eficiência de conversão e nutricional em determinada espécie ou variedade resultaria do produto entre eficiência de aquisição e utilização do nutriente,. que seria dada pelo produto entre eficiência de absorção e de enraizamento. Uma definição mais geral do uso de nutrientes é a de GAHAN (1984), que define, de uma forma mais ampla , como sendo a habilidade de fornecer altas produções quando aplicado em um solo deficiente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado, na fazenda Água Limpa, da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia – MG.

O solo foi classificado como um latossolo vermelho – amarelo textura média relevo suave, 25 % de argila, apresentando as seguintes características químicas (Quadro 1).

Quadro 1: Características químicas do Latossolo Vermelho Amarelo (0-20 cm).

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

Obs.: P, K = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N) ; Al, Ca, Mg = (KCl 1N) ; M.O = (Walkley-Black) SB = Soma de bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. por bases / m = Sat por Al.

Não houve preparo do solo, sendo a soja plantada no sistema de plantio direto. As adubações de pré-plantio foram realizadas no dia 26 de Outubro de 1999 e a adubação de plantio no dia 11 de Dezembro de 1999. Durante a adubação de pré-plantio o milho foi semeado em área total e dessecado uma semana antes do plantio, juntamente com a

adubação de plantio. As dosagens utilizadas tanto no sistema de adubação a lanço como em sulco foi de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Dentro da área útil foi feita a colheita e a avaliação da produção de grãos, bem como a avaliação nutricional das plantas através da coleta das folhas para a análise do teor do fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes.

A coleta das folhas foram feitas no início da floração (Estádio R1), onde foram tomadas 35 folhas por parcela, sendo a terceira folha trifoliada utilizada, e enviadas ao laboratório de análises de solos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram feitas as análise de digestão nitroperclórica e leitura no espectrofotômetro de absorção atômica para a leitura do cálcio, magnésio e micronutrientes.

O Fósforo foi extraído pelo extrator de Melilich e determinado pelo colorímetro, segundo Vettori (1969).

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

1. Adubação no sulco (pré-plantio) com a formulação 00-20-20 (500 kg/ ha);
2. Adubação no sulco (pré-plantio) com a formulação 00-16-16 (625 kg/ ha);
3. Adubação no sulco (plantio) com a formulação 00-20-20 (500 kg/ ha);
4. Adubação no sulco (plantio) com a formulação 00-16-16 (625 kg/ ha);
5. Adubação a lanço (pré-plantio) com a formulação 00-20-20 (500 kg/ ha);
6. Adubação a lanço (pré-plantio) com a formulação 00-16-16 (625 kg/ ha);

Cada parcela experimental foi constituída de 6 linhas de 8 metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,45 metros correspondendo a uma área

total de 21,6 m² por parcela, com a área útil constituída de 6,3 m², nas duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 metro das extremidades.

A semeadura da soja foi realizada no dia 11 de Dezembro de 1999, com sementes da variedade Conquista, e previamente tratadas e inoculadas, visando uma densidade de 10 a 12 plantas por metro linear, equivalendo-se à população de plantio de 224.000 plantas por hectare.

O presente trabalho foi conduzido no período de 2 anos, compreendendo os anos de 1998/1999 à 1999/2000, para a avaliação do efeito residual do fósforo no solo. Também para a complementação do trabalho analisamos as variáveis, tais como produtividade esperada de um ano para o outro, altura de inserção da primeira vagem, teor foliar de fósforo e peso de 100 sementes.

De acordo com a análise química de solo, pelo Método de Al, Ca e Mg trocáveis, não houve necessidade de se fazer calagem, segundo Comissão de Fertilidade do solo de Minas Gerais (1989). Os tratos culturais se restringiram à um controle de ervas daninhas com um graminicida e um latifolicida, quando a soja apresentava seu terceiro trifólio definido. A colheita foi feita manualmente após a maturação fisiológica das plantas, as sementes foram secas ao ar livre até atingirem umidade em torno de 14%.

As análises estatísticas foram efetuadas pelo programa Estat na qual compreenderam quadro de Análise de Variância, e comparação de Médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de possibilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produtividade da soja

De acordo com os quadros de análise de variância (Quadro 2 e Quadro 3), não houve diferença estatística entre modo de aplicação, época de aplicação, bem como entre as formulações : 500 kg/ha do formulado 00-20-20 (100 Kg de P_2O_5 e 100 kg de K_2O) e 625 kg/ha do formulado 00-16-16 (100 kg de P_2O_5 e 100 kg de K_2O), nos 2 anos de cultivo.

Os formulados contém quantidades equivalentes de P e K (100 kg/ha de P_2O_5 e 100 kg/ha de K_2O), diferindo as características químicas. O formulado 00-16-16 multifosfato magnésiano (FOSMAG), diferencia do adubo convencional 00-20-20, apresentando na sua composição fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, sendo o cálcio móvel (sulfato). O fósforo totalmente disponível e solúvel em água e citrato de amônio, de fixação no solo reduzida, devido à sua fórmula química específica. Nesta formulação 00-16-16, o fósforo está ligado ao magnésio de tal forma que sua liberação é lenta e gradativa, tendendo a aumentar a disponibilidade dos nutrientes para a planta.

Quadro 2 - Análise de variância para produtividade de soja (kg/ha), em função de diferentes formulações, modo e época de aplicação. Uberlândia - Novembro de 1999.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	SQ	QM
Blocos	2	2370,52	118526,06 ^{ns}
Tratamentos	5	475227,23	95045,45 ^{ns}
Resíduo	10	3766930,62	37669,36
CV(%) = 9,70			

Quadro 3 - Análise de variância para produtividade de soja (kg/ha), em função de diferentes formulações, modo e época de aplicação. Uberlândia - Abril de 2000.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	SQ	QM
Blocos	2	2.500,00	75.000,00 ^{ns}
Tratamentos	5	204.000,00	41.000,00 ^{ns}
Resíduo	10	361.000,00	36.000,00
Total	17		
CV(%) = 13,05			

Não se observou diferenças significativas entre os tratamentos, sobre a produtividade da soja quando o fertilizante fosfatado e potássico, foi aplicado no sulco de plantio ou em pré-plantio ou a lanço em pré-plantio (Quadro 4).

Quadro 4 - Produtividade média da soja (kg/ ha) em função de diferentes formulações de fertilizantes, modo e época de aplicação, nos anos de 1998/1999 e 1999/2000.

Tratamentos	1998/1999	1999/2000
1. sulco (pré-plantio) com 00-20-20	2246,03 A	2379,44 A
2. sulco (pré-plantio) com 00-16-16	2100,53 A	2601,66 A
3. sulco (plantio) com 00-20-20	2092,92 A	2.277,77 A
4. sulco (plantio) com 00-16-16	1965,60 A	2861,11 A
5. lanço (pré-plantio) com 00-20-20	1814,81 A	2601,66 A
6. lanço (pré-plantio) com 00-16-16	1791,00 A	2620,55 A
CV(%) = 9,70	Médias = 2001,82	2557,03

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

SFREDO et al., (1999), encontraram resultados satisfatórios da produtividade, quando aplicaram uma adubação fosfatada, em sulco, em relação a aplicação a lanço. Tal comportamento, segundo os autores, se deve ao menor contato do fertilizante ao solo, reduzindo o processo de fixação do solo.

Comparando as formulações em pré-plantio no sulco, observou-se o rendimento no ano de 2000, de aproximadamente, 133,41 kg/ha a mais na produtividade da soja com o formulado 00-20-20 e 501,13 kg/ha do formulado 00-16-16, não havendo diferença significativa estatisticamente, tanto nos anos de 1999 a 2000 (Quadro 4).

Na adubação em pré-plantio e a lanço, obteve-se o rendimento no ano 1999-2000, de aproximadamente, 786,85 kg/ha a mais da formulação 00-20-20 e 829,55 kg/ha da formulação 00-16-16, também não havendo diferença significativa estatisticamente.

A adubação realizada no sulco de plantio, não resultou em diferença significativa na produtividade média da soja no ano de 2000, apresentando o rendimento de 184,85 kg/ha do formulado 00-20-20 e 895,51 kg/ha do formulado 00-16-16.

Em relação aos adubos aplicados a lanço, observou-se que as diferenças entre as formulações dos fertilizantes foram atenuadas. Notou-se apenas uma tendência de 18,89 kg/ha aproximadamente 0,31 sacas/ha, com o uso da formulação 00-16-16 (Quadro 4).

De MOOY et al., (1973), relata que dependendo do período de aplicação do fertilizante este poderá apresentar uma maior eficiência na sua utilização, SOUZA et al., (1987), utilizando a formulação 04-37-11, no sulco e a lanço observou uma maior eficiência da soja quando o adubo foi colocado em sulco.

Desta forma podemos sugerir que a adubação em pré-plantio e a lanço, seja a mais viável economicamente, devido aos gastos com mão de obra, máquinas e outros que podem reduzir o custo de produção da soja, tendo em vista que a produtividade foi equivalente estatisticamente quando aplicada em pré-plantio no sulco. Em relação aos custos podemos compreender os gastos com transporte mais barato para o produtor, reduzindo a depreciação do maquinário em decorrência da aplicação prévia dos fertilizantes no solo.

4.2. Teor foliar de fósforo

Com relação a análise foliar realizada, para o macronutriente (Fósforo), não se observou diferença estatística significativa (Quadro 5). Sendo o teor de fósforo considerado muito baixo. Os teores muito baixo de fósforo são devido a alta capacidade de fixação do fósforo lábil para não lábil neste solo. Os solos ácidos com altos teores de óxido de Fe e Al apresentam estas características.

Quadro 5 - Teor de fósforo foliar (g kg^{-1}), em função de diferentes formulações, modo e época de aplicação dos fertilizantes no ano de 1998/1999 e 1999/2000.

Tratamentos	1998/1999	1999/2000
1. sulco (pré-plantio) com 00-20-20	1,40 A	2,96 A
2. sulco (pré-plantio) com 00-16-16	1,50 A	3,16 A
3. sulco (plantio) com 00-20-20	1,60 A	3,13 A
4. sulco (plantio) com 00-16-16	1,70 A	3,23 A
5. lanço (pré-plantio) com 00-20-20	1,50 A	3,16 A
6. lanço (pré-plantio) com 00-16-16	1,60 A	3,40 A
CV(%) =	8,85	10,71
Média =	1,54	3,17

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3. Peso de 100 sementes

De acordo com o (Quadro 6), não ocorreu diferença significativa entre as adubações no pré-plantio e plantio, no sulco ou à lanço. No entanto nota-se tendências crescentes para o tratamento de adubação em pré-plantio, no sulco com a dosagem de 00-20-20 da formulação utilizada. Ao mesmo tempo, pode observar que a adubação, a lanço, em pré-plantio, utilizando 00-16-16 apresentou tendências decrescente no peso de 100 sementes da soja.

Quadro 6 - Peso de 100 sementes , em função de diferentes formulações, modo e época de aplicação dos fertilizantes no ano 1999/2000.

Tratamentos	Peso de 100 sementes (gramas)
1. sulco (pré-plantio) com 00-20-20	15,01 A
2. sulco (pré-plantio) com 00-16-16	15,92 A
3. sulco (plantio) com 00-20-20	15,99 A
4. sulco (plantio) com 00-16-16	15,90 A
5. lanço (pré-plantio) com 00-20-20	14,80 A
6. lanço (pré-plantio) com 00-16-16	15,71 A
CV(%) = 3,24	
Média =	15,55

4.4. Altura de inserção da primeira vagem

Para a altura de inserção da primeira vagem, nota-se que os tratamentos não diferiram entre si (Quadro 7). Porém, observa-se um ligeiro aumento para as plantas que receberam a adubação de 00-20-20, em sulco, na fase de pré-plantio.

Quadro 7 - Altura de Inserção da primeira vagem , em função de diferentes formulações, modo e época de aplicação dos fertilizantes no ano de 1999/2000.

Tratamentos	Altura de Inserção (cm)
1. sulco (pré-plantio) com 00-20-20	14,80 A
2. sulco (pré-plantio) com 00-16-16	13,70 A
3. sulco (plantio) com 00-20-20	12,80 A
4. sulco (plantio) com 00-16-16	13,80 A
5. lanço (pré-plantio) com 00-20-20	14,20 A
6. lanço (pré-plantio) com 00-16-16	14,70 A
CV(%) = 8,04	
Média	14,00

5. CONCLUSÃO

Para as condições em que foram conduzidos os ensaios pôde-se concluir que, não houve diferença estatística siginificativa entre modo de aplicação (sulco e a lanço) , época de aplicação (pré-plantio e plantio) e formulação (00-16-16 e 00-20-20) sobre a produção de grãos de soja, teor foliar de fósforo nas folhas, altura de inserção da primeira vagem e peso de 100 sementes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILIAN, L., Mc KEAND, S. F., ALLEN, H. I., **Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings.** Forest Sci, London , 37: 613-626,1991.

BACHE, B.W. & WILLIAMS, E.G. **A phosphate sorption index for soils.** J. Soil Sci., 22:289-301, 1971.

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. **The slow reactions between soil and anions.** 1. Effects of time, temperature, and water content of a soil on the decrease in effectiveness of phosphate for plant growth. Soil Sci., 118:380-386, 1974.

- BARROW, N. J.; BOLLAND, M.D.A. & ALLEN, D.G. **Effect of previous additions of superphosphate on sorption of phosphate.** Aust. J. Soil Res., 36:359-372, 1998.
- BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A A ; BULISANI, E. A; RAIJ van.; FEITOSA, C.T.; HIROCE, R. **Eficiência agronômica de nove fosfatos em quatro cultivos consecutivos de soja.** In : Revista brasileira de Ciências do Solo, Campinas (SP), 15: 315-319, 1991.
- BOLLAND, M.D.^a.; GILKES, R.J.; BRENNAN, R.F. & ALLEN, D.G. **Comparison of seven phosphorus sorption indices.** Aust. J. Soil Res., 34:81-89, 1996.
- 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. p. 138-164, 1979.
- De MOOY, C. J. , PESEK , J. & SPALDO. **Mineral nutrition.** In: CALDWELL, B. E. ed. Soybeans: Improvement production na uses p. 297-352, 1973.
- DEVINE, J.R.; GUNARY, D. & LARSEN, S. **Availability of phosphate as affected by duration of fertilizer contact with soil.** J. Agric. Sci., 71:359-364, 1968.
- GAHAN , R. D. ; **Breedingfor nutricional characteristic in cereals.** In: TINKER, P. B. & LAUCHI , A , eds. Advances in plant nutrition. New York , Prayers Publichers, p. 57-102, 1984.

- GONÇALVES, J.L.M.; FIRME, D.J.; NOVAIS, R.F. & RIBEIRO, A.C. **Cinética de adsorção de fósforo em solos de cerrado**. R. Bras. Ci. Solo, 9:107-111 , 1985.
- GONÇALVES, J.L.M.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. & RIBEIRO.A.C. **Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado**. R. Bras. Ci. Solo, 13:13-24, 1989.
- GOEDERT, W. J., SOUZA, D. M. G. **Uso eficiente de fertilizantes fosfatados** In: ESPINOZA, W., OLIVEIRA, A. J. (eds). SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Brasília. Anais Brasília.: EMBRAPA-ANDA-POTAFOS, p. 255-289, 1984.
- KFKAFI, U.; PSNER, A. M. & QUIRK, J.P. **Desorption of phosphate from kaolinite**. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 31:348-353, 1967.
- LAUHLIA. ; **Soil science in the next twenty five years does A biotechnology play a role**. Soli Sci. Soc. Animais. Madison, 51:1405-1409, 1987.
- LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região Centro-Oeste**. In: OLIVEIRA, A.J.; LOURENÇO, S. & GOEDERT, W., eds. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. P. 201-239.
- LOGANATHAN, P. & FERNANDO, W.T. **Phosphorus sorption by some coconutgrowing acid soils of Sri Lanka and its relationship to selected soil properties**. J. Sci. Food Agric., 31:709-717 , 1980.

MASCARENHAS, H.AA. , HIROCE, R., ANGELOCCI, L.R., MIRANDA, M.AC.,
BRAGA, N.R., FALIVENE, S.M.P., YAMADA, T. , **Resposta de cultivares de soja a doses crescentes de cloreto de potássio.** In: Seminário nacional de pesquisa de soja, Londrina, PR. Resumos p. 46 , 1978.

NURWAKERA, J. **Soil phosphorus dynamics during continuous cultivation in a Brazilian Amazon Oxisol.** Raleigh, North Carolina State University, 1991. 119p. (Tese de Mestrado).

OLIVEIRA, L. A ; SMYTH, T. J.; BONETTI, R. **Efeito de adubações anteriores na nodulação e rendimento da soja e do feijão caupi num latossolo amarelo da Amazônia** In : R. Bras. Ciências de Solo, Campinas, 16: 195-201, 1992.

PARFITT, R.L. **Anion adsorption by soils and soil materials.** Adv. Agron., 30:1-50, 1978.

ROSOLEM, C. A. , NAKAGAWA, J. , MACHADO, J. R. & YAMADA, T. ; **Efeito de Modos de Aplicação, doses e Fontes na Produção da Soja.** Revista de Agricultura Piracicaba V. LIV , n. 1-2 , p. 13-19, 1979.

SEDIYAMA, T., PEREIRA, M.G., SEDIYAMA, C.S., GOMES, J.L..., **Cultura da soja** vol. 1, UFV MG 1993.

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.

SOUZA, D. M. G. de, MIRANDA, L. N. de LOBATO, E. **Interpretação de análise de terra e recomendação de adubos fosfatados para culturas anuais no cerrado.** Planaltina, 7 p. (Comunicado técnico, 51) , 1987.

WILLIAMS, E.G. & REITH, J.W.S. **Residual effects of phosphate and the relative effectiveness on annual and rotational dressings.** In: Residual value of applied nutrients. London, Min. of Agric. Fisheries, and Food, 1971 . (Tech. Bull., 20).