

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**AMÔNIO POLIFOSFATO E TERMOFOSFATO  
MAGNESIANO NA CULTURA DA SOJA EM CHAPADÃO  
DO SUL-MS**

**Aluno: Kaio Novelli**

**Orientador: Wilson Itamar Maruyama**

Cassilândia-MS  
Novembro de 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA

CURSO DE AGRONOMIA

**AMÔNIO POLIFOSFATO E TERMOFOSFATO  
MAGNESIANO NA CULTURA DA SOJA EM CHAPADÃO  
DO SUL-MS**

**Aluno: Kaio Novelli**

**Orientador: Wilson Itamar Maruyama**

“Trabalho apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS

Novembro de 2012

## **Epigrafo**

Senhor ensina-nos a orar, sem esquecer o trabalho.

A dar, sem olhar a quem.

A servir, sem perguntar até quando...

A sofrer, sem magoar, seja quem for.

A progredir, sem perder a simplicidade.

A semear o bem, sem pensar nos resultados...

A desculpar, sem condições.

A marchar para frente, sem contar os obstáculos.

A ver sem malícia...

A escutar, sem corromper os assuntos.

A falar, sem ferir.

A compreender o próximo, sem exigir entendimento...

A respeitar os semelhantes, sem reclamar consideração.

A dar o melhor de nós, além da execução do próprio dever, sem cobrar taxas de reconhecimento...

Senhor, fortalece em nós, a paciência para com as dificuldades dos outros, assim como precisamos da paciência dos outros, para com as nossas próprias dificuldades...

Ajuda-nos para que a ninguém façamos aquilo que não desejamos para nós...

Auxilia-nos, sobretudo, a reconhecer que a nossa felicidade mais alta será, invariavelmente, aquela de cumprir seus desígnios onde e como queiros, hoje, agora e sempre.

**Chico Xavier**

Dedico primeiramente a Deus, pela oportunidade de me conceder o dom da vida e sempre me abençoar em meus caminhos e escolhas.

Em especial a minha Mãe Raquel Patricia da Costa Martins e ao meu Padastro Paulo de Tarso Lapa Rodrigues por terem me acompanhado nesta difícil caminhada, em frente a tantos obstáculos, transmitindo uma constância de amor e carinho.

E também a minha Avó materna, já falecida, porém, me acompanhou nos melhores momentos e especiais da minha vida.

**DEDICO**

## **Agradecimentos**

Agradeço a empresa Pólen Comércio e Representações LTDA e também a empresa Agrichem do Brasil pela oportunidade de estágio em Chapadão do Sul, e por terem me concedido todos os equipamentos necessários para realização deste experimento; ao Técnico Agrícola Marcos Antônio Ribeiro, que me auxiliou nas atividades com muita paciência e sabedoria, e também aos demais envolvidos Pedro Ivo Pinheiro e Renato Assis de Moraes.

Ao meu orientador professor Dr. Wilson Itamar Maruyama pela ajuda concedida na fase mais crítica do trabalho, porém, com muito conhecimento para a finalização do mesmo.

A professora Maria Luiza Nunes Costa e ao Eng. Agrônomo Emerson Ferreira de Andrade por terem concedido o aceite da banca de defesa do TCC.

Em especial os meus AMIGOS de república e de faculdade, e que ao longo desses anos, sempre nos ensinando e demonstrando o verdadeiro significado da palavra amizade, entre eles: Thiago Dias, Guilherme Santana, Guilherme Diogo, Lucas Marques, Ricardo Assis dos Santos, David Jr, Patricia Fornazari, Pedro Camargo, Matheus Cristal e João Vitor de Souza, que por vários anos convivi, passando por momentos jamais esquecidos em minha vida.

# SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO .....	VIII
1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVO .....	10
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	21
6. CONCLUSÃO .....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30
8. ANEXOS .....	39

## RESUMO

A busca de novas alternativas para o aumento da produtividade da soja (*Glycine max* L.) tem sido um constante objetivo de pesquisadores e produtores. Dentre os vários fatores envolvidos, a fertilidade possui extrema importância, uma vez que os solos das regiões tropicais são limitados pela baixa disponibilidade de fósforo, e pela indisponibilização de boa parte do mesmo fornecido na adubação, e ainda existem muitas divergências sobre a melhor forma de utilização das diversas fontes fosfatadas disponíveis no Brasil. O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Estiva, rodovia BR 060 km 17, situada no município de Chapadão do Sul – MS, durante o período de Dezembro de 2011 à março 2012, onde teve como objetivo avaliar a produção e produtividade de soja quanto à adubação fosfatada com diferentes fontes e doses de fósforo, em áreas de primeiro ano e com solo contendo atributos originalmente sob vegetação de cerrado. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC) em esquema fatorial contendo diferentes doses de fósforo em 16 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos testados foram: 1) 100% adubação sólida no sulco de plantio, 2) 100% adubação sólida à lanço, 3) 100% adubação P líquido no sulco de plantio, 4) 100% adubação P líquido em área total, 5) 70% adubação sólida no sulco de plantio + 30% P líquido no sulco de plantio, 6) 50% adubação sólida no sulco de plantio + 50% P líquido no sulco de plantio, 7) 30% adubação sólida no sulco de plantio + 70% P líquido no sulco de plantio, 8) 30% fósforo líquido no sulco de plantio, 9) 50% fósforo líquido no sulco de plantio, 10) 70% fósforo líquido no sulco de plantio, 11) 30% adubação sólida no sulco de plantio + 15 L.ha<sup>-1</sup> fósforo líquido foliar, 12) 50% adubação sólida no sulco de plantio + 10 L.ha<sup>-1</sup> fósforo líquido foliar, 13) 70% adubação sólida no sulco de plantio + 05 L.ha<sup>-1</sup> fósforo líquido foliar, 14) 100% adubação sólida no sulco de plantio + 05 L.ha<sup>-1</sup> de fósforo líquido foliar, 15) 100% adubação sólida no sulco de plantio + 10 L.ha<sup>-1</sup> fósforo líquido foliar e 16) 100% adubação sólida no sulco de plantio + 15 L.ha<sup>-1</sup> fósforo líquido foliar, onde foram conduzidas em parcelas de 6 x 2,25m. Para o parâmetro de altura de planta, todos os tratamentos mostraram uma eficiência, exceto o tratamento 14 diferindo-se significativamente dos demais, diferentemente da altura e inserção da primeira vagem, onde ambos

os tratamentos não diferem entre si. Já o fósforo líquido na forma de amônio polifosfato, apresentou um incremento na produtividade e densidade de plantas quando fornecido em complementação ao termofosfato magnésiano (yoorin) na cultura da soja na região. Onde apresentou os melhores resultados no tratamento 5, em que ambos se tornam viáveis para o produtor visando a praticidade de aplicação em uma única operação e também constatando a viabilidade do uso do fósforo líquido em complementação a adubação sólida.

**Palavras – chave:** *Glycine max* L, fontes fosfatadas, , cerrado e adubação foliar.



## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa da família Fabaceae de destaque no cenário da agropecuária mundial e principalmente nacional sendo a cultura com maior extensão de área cultivada no Brasil. De acordo com a Conab (2012), após o término da colheita, a cultura da soja apresenta uma redução de 8,95 milhões de toneladas, passando de 75,32 milhões de toneladas colhidas na safra 2010/11 para 66,37 milhões na atual safra. O resultado negativo da safra tem como responsável as condições climáticas adversas causadas pelo fenômeno “La Niña”.

O surgimento de cultivares de soja adaptadas as regiões de altas latitudes promoveu o aproveitamento de áreas inexploradas, comumente chamadas de cerrado (PALUDZYSZYN FILHO et al., 1993; GUARESCHI et al., 2008). Apesar dessas áreas apresentarem solos com baixa fertilidade química, as condições de relevo e clima são extremamente adequadas ao cultivo de diferentes culturas nessas regiões (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2008).

Segundo Corrêa et al. (2004), Oliveira Júnior et al. (2008) e Valadão Júnior et al. (2008) dos macronutrientes essenciais as plantas, o fósforo (P) é o elemento que limita mais freqüentemente a produção das culturas na região dos Cerrados. Sem o fósforo, há redução no porte da planta e na altura de inserção das primeiras vagens, além da produtividade da cultura da soja que tende a decrescer.

Um dos fatores responsáveis pela baixa disponibilidade de fósforo, nos solos das regiões tropicais, é o fenômeno de fixação do fósforo em reações com componentes do solo, necessitando, portanto, da aplicação de maiores quantidades de fosfatos para viabilizar o uso agrícola desses solos (RAIJ, 1991). Conforme descrito por Prochnow (2003) deve-se considerar também, que as reservas de rochas fosfatadas de boa qualidade no país são praticamente ausentes, o que aliado aos altos custos desses fertilizantes e o fato de que o nutriente é um recurso não renovável.

Já com um bom suprimento de fósforo para a planta, por outro lado, promove incrementos significativos na produção de soja, em áreas de cerrado, mesmo no primeiro ano de cultivo (ARAÚJO et al., 2005).

A resposta da cultura da soja com a utilização do fósforo via solo é bem definida, sendo esse nutriente de grande importância no desenvolvimento da

mesma, responsável pela maioria das respostas significativas no rendimento da cultura, implicando comumente seu uso em aumento do rendimento (ROSOLÉM; MARCELLO, 1998; SOUZA et al., 1999).

Se tratando da aplicação via solo, Malavolta (1980), afirma que o termofosfato magnésiano (Yoorin) contém 18% de fósforo (determinados em ácido cítrico, a 2%) e, na sua forma granular, apresenta menor poder de neutralização da acidez do solo do que em forma de pó. O termofosfato magnésiano é preparado por fusão de mistura de fosfato e serpentina, formando o silicato de magnésio. O material é resfriado e moído, até se transformar em um pó fino. O autor ressalta, ainda, que os termofosfatos são adubos eficientes em solos ácidos, sendo corretivos de acidez e fornecedores de magnésio, silício e cálcio, além de fósforo (RAIJ, 1991).

Ainda existem muitas divergências sobre a melhor forma de utilização das diversas fontes fosfatadas disponíveis no país. Na avaliação da eficiência é importante levar-se em consideração, aspectos relacionados com o fertilizante (solubilidade e dose) e com variáveis relacionadas ao sistema solo-planta (PROCHNOW et al., 2003; SOUSA et al., 2002; COSTA et al., 2008).

Dentre as formas de distribuição de fertilizantes, as que se destacam são a adubação de semeadura e a lanço. A primeira consiste na aplicação de fertilizantes e sementes ao mesmo tempo na linha de semeadura. O sistema convencional tem sido muito utilizado desde a invenção da semeadora-adubadora que realiza este procedimento favorecendo o manejo das culturas (MALAVOLTA, 1981). A segunda forma consiste na aplicação total ou parcial da quantidade de fertilizante requerida, numa cultura de verão, permitindo que o processo de semeadura ocorra de forma mais rápida (CHUEIRI, 2005).

Ainda em relação as diferentes maneiras de se fornecer nutrientes as plantas, o valor da adubação foliar não pode ser descartado, sendo ela, muitas vezes a alternativa mais eficiente para a solução de problemas específicos e/ou complemento de uma adubação via solo. Uma das vantagens mais enfatizadas da adubação foliar é o alto índice de utilização, pelas plantas, dos nutrientes aplicados nas folhas em relação a aplicação feita no solo (REZENDE et al., 2007).

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de amônio polifosfato em substituição e complementação ao termofosfato magnésiano (yoorin) na cultura da soja em Chapadão do Sul – MS, em área de primeiro ano, sob vegetação de cerrado.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Sedyama (2009), a soja pertence ao reino Plantae, filo/divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill.

A soja que hoje cultivamos tem como centro de origem a China principalmente ao longo do Rio Yang-Tsé. Obteve sua evolução e começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. O Ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século vinte, quando os Estados Unidos iniciaram sua exploração comercial, posteriormente a soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882 (EMBRAPA, 2003).

Porém, somente na década de 60 foi que a soja conseguiu expandir, tornando-se a década de 70 a principal cultura do agronegócio brasileiro, nessa década o Centro-Oeste representava menos de 2% da produção nacional de soja, em 1980 esse percentual passou para 20%, em 1990 já era superior a 40% e em 2002 está em 58%, com tendências a ocupar maior espaço a cada nova safra (EMBRAPA, 2003).

A importância do complexo de soja para o Brasil pode ser dimensionada tanto pelo impressionante crescimento da produção desta leguminosa quanto pela arrecadação com as exportações de soja em grão e derivados (óleo e farelo de soja). A soja por ser fonte de proteínas inesgotáveis na alimentação humana e de grande parte dos animais que produzem carne, leite e ovos, oferece hoje, uma variedade de produtos. Trata-se de uma cadeia produtiva bastante abrangente, pois animais criados com rações produzidas a partir do farelo de soja oferecem outros subprodutos que vão afiançar outras áreas da economia, como o setor de couro, o de fertilizantes orgânicos e outros (ROESSING et al., 2005).

A área plantada com soja no Brasil na safra 2011/2012 foi de 25.000,5 milhões de hectares, com uma produção de 71.751,30 milhões de toneladas e produtividade média de 2.655 kg/ha, sendo que 1.815,0 milhões de hectares e 5.445,00 milhões de toneladas de produção se localizam no estado de Mato Grosso do Sul (CONAB, 2012). Segundo Carraro (2006), em consequência da

tecnologia, produção e mercado, a cultura da soja passou a ser o produto de maior área plantada, o resultado mais importante do uso de tecnologias no Brasil não é o crescimento da área cultivada, mas o expressivo aumento da produtividade.

Para o correto incremento da produtividade agrícola no Brasil, é de fundamental importância o avanço científico e tecnológico em relação ao conhecimento das exigências nutricionais de cada cultura, aprimorando-se, desta forma, o uso dos insumos na propriedade agrícola (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2010). De acordo com a Agência Nacional para Difusão de Adubos - ANDA (2009), o consumo de fertilizantes no Brasil, em 2008, foi de 22,4 milhões de toneladas, sendo que a soja é a cultura que mais consome fertilizantes, cerca de 37% deste total. Segundo Hirakuri (2008), o custo com fertilizantes, para a cultura da soja, representa cerca de 28% do custo total da cultura.

Dentre os nutrientes necessários para o adequado desenvolvimento e alta produtividade da soja, o fósforo (P) ocupa um lugar de destaque. A maioria dos solos não possui teores adequados desse nutriente em formas disponíveis para a cultura, culminando na necessidade de elevarem-se os seus teores de forma imediata ou gradual no solo (RAIJ et al., 2001).

No Brasil o consumo aparente de fósforo pela agricultura tem crescido a taxas elevadas. De 48.200 toneladas em 1950 passou a ser de 3,54 milhões de toneladas em 2003, das quais apenas 49,3% (1,75 milhões de toneladas) são produzidas no Brasil (POTAFOS, 2005).

Estima-se que apenas 5% a 25% do fósforo solúvel adicionado ao solo, como adubo, seja aproveitado pela cultura que o recebeu e que 75% a 95% dele seja fixado. O termo fixação de fósforo envolve mecanismos de adsorção, através de ligações eletrostáticas ou covalentes, e de precipitação, com formação de compostos insolúveis, tornando o elemento indisponível para as plantas (ALCARDE et al., 1991). Porém, Malavolta (1989), afirma que a fixação do fósforo, muitas vezes, pode ser diminuída pelo aumento do pH do solo. Resultados de vários experimentos mostram que se o pH for mantido entre 6,0 e 7,0, ocorre melhor absorção de fósforo pelas culturas. Já para o termo de adsorção Aquino (2004) define como sendo o fenômeno no qual formas solúveis de fósforo se tornam menos solúveis ou insolúveis ao entrarem em contato com a fase sólida do solo. Na maior parte do Brasil estudos têm

demonstrado que os principais fatores que influenciam a adsorção de fósforo no solo são: teor e mineralogia da fração argila, teor de colóides amorfos, pH, alumínio trocável e matéria orgânica (WEED, 1996).

Tendo a cultura da soja o Cerrado como principal fronteira agrícola, em geral de solos pobres e ácidos (SOUZA; LOBATO, 2002), programas adequados de correção e adubação do solo tornam-se necessários para o sucesso do uso dessas áreas, visto que esses fatores são os que mais têm contribuído (40%) para o aumento da produtividade agrícola (HAAS, 1997). No caso do fósforo, além de se encontrar em baixas concentrações nesses solos, sua disponibilidade para as plantas depende das reações de adsorção pelos óxidos e de precipitação com ferro e alumínio (BEDIN et al., 2003; SILVA et al., 2007).

Em região de cerrado, a maior parte do fósforo se encontra na forma de fósforo não lábil, necessitando aumentar a fração do fósforo disponível para as plantas. Dobermann et al. (2002), observaram aumento da proporção das frações mais lábeis de fósforo inorgânico a medida que foi adicionado fósforo ao solo, por meio da aplicação de adubos minerais solúveis. Segundo os mesmos autores, isto ocorreu, possivelmente devido a saturação de sítios de adsorção. A adição de fertilizantes pouco solúveis, como fosfatos naturais, pouco contribuíram para o aumento das frações de fósforo lábil.

Os fosfatos solúveis, ao disponibilizarem prontamente o fósforo, têm apresentado bons resultados em diferentes formas de aplicação. Os fosfatos naturais apresentam, normalmente, menor eficiência, em especial no ano da aplicação e nas culturas anuais, as quais apresentam alta demanda de fósforo num curto espaço de tempo (SOUSA; LOBATO, 2003).

Novelino et al. (1985), trabalhando com fosfato natural de baixa solubilidade, constataram aumentos na sua disponibilidade estimada com a antecipação da adubação a semeadura, porém a absorção pelas plantas não segue exatamente a tendência de solubilização dos fosfatos. Porém, os novos produtos formados nas reações solo-fertilizante, não teriam solubilidade suficientemente alta para manter a demanda das plantas, já que as propriedades dos solos responsáveis pela solubilização dos fosfatos seriam as mesmas que favorecem sua retenção (GONÇALVES et al., 1989; NOVAIS et al., 1980). Assim, poderia ser mais interessante manter o balanço entre o

fosfato solubilizado e a disponibilidade de fósforo para as plantas, com a conveniência de usar de fosfatos naturais com granulometria mais grosseira e/ou doses menores de corretivos da acidez, para garantir a manutenção das formas lábeis concomitante com a menor solubilização do material fosfatado. Isto também poderia ocorrer com os termofosfatos, se usados na forma farelada.

Kaminski (1990) e Pessoa et al. (1992), destacam que os termofosfatos magnesianos foram mais eficientes que os superfosfatos fardados, quando aplicados na mesma época antecedendo a semeadura, indicando que para os termofosfatos, um período de incubação no solo antes da semeadura, mantém a disponibilidade de fósforo para as plantas cultivadas. O uso de termofosfatos implica na adição de quantidade expressiva de silício (Si), que, de acordo com Barbosa Filho et al. (2001) em relação às características do solo influenciadas pela aplicação desse mineral, ressalta-se que, a utilização de produtos à base de silicatos, tem mostrado efeitos positivos no aumento da disponibilidade de fósforo, na produtividade de grãos e na correção da acidez do solo, sendo até mesmo mais eficientes que os calcários devido à maior solubilidade dos silicatos.

Com tudo, estudos também têm sido realizados visando identificar o modo de aplicação de fertilizantes fosfatados para melhor aproveitamento do fósforo pelas culturas. Pottker (1995), comparando a aplicação de fósforo no sulco e a lanço em solo com alto teor de fósforo ( $13,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e  $420 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, e outro com teor médio de fósforo ( $4,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e  $360 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, concluiu que a aplicação de fósforo nas linhas de semeadura foi mais eficiente que a aplicação a lanço. E também, Ventimiglia et al. (1999), estudando a produtividade da cultura da soja em função da disponibilidade de fósforo e espaçamento das entrelinhas, concluíram que a baixa disponibilidade de fósforo no solo pode diminuir o potencial de rendimento da soja nos estádios reprodutivos iniciais, o efeito desse baixo teor de fósforo continua a se manifestar na formação e aborto de vagens, o que resultará na diminuição do potencial de rendimento da cultura.

A aplicação do fertilizante em sulco, ao lado e abaixo da semente durante a semeadura, é a prática rotineira. Esse método tornou-se tradicional, devido ao sentido do crescimento das raízes (geotropismo positivo),

localizando o fertilizante na trajetória de crescimento dessas estruturas (BROCH; CHUEIRI, 2005). Porém, Pavinato; Ceretta (2004), citam que as distribuições dos fertilizantes a lanço ou em linha podem não afetar a produtividade das culturas, quando o solo estiver com teores de fósforo acima do nível crítico, pois a probabilidade de resposta das culturas a aplicação do adubo, no caso o fósforo, é baixa.

Uma alternativa para minimizar a “perda” de fósforo, seria através da adubação foliar, possibilitando diminuir o uso de adubos fosfatados, gerando ganhos econômicos e ambientais, pois estes são produzidos a partir de reservas minerais de caráter não renovável. Na planta o fósforo é um elemento móvel, facilmente redistribuído entre os órgãos, das folhas velhas para as novas, para os frutos e sementes, característica importante para a adubação foliar (SILVA, 2006).

Garcia e Hanway (1976) propuseram dentre as variantes de aplicação via foliar, a adubação suplementar no estágio reprodutivo que, somada a adubação do solo, possibilitaria ao produtor um acréscimo de rendimento. Dos trabalhos envolvendo adubação foliar em dois anos, resultados positivos foram obtidos com aplicação de NPK+S em somente um dos anos. Com fornecimento de enxofre foliar na cultura da soja, Vitti et al. (2007) verificaram que a eficiência de utilização do elemento pelas plantas foi superior a adubação via solo.

Existem alguns dados de pesquisas com o uso de fósforo via foliar. Rezende et al. (2005), utilizando-se de adubação foliar com fósforo na cultura da soja, observaram um aumento no rendimento de grãos em até 16%. De acordo com Rosolém (1982), a época em que o fósforo é absorvido em maior quantidade, ou seja, a época em que a exigência da planta em termos do nutriente é maior, ocorre entre os estádios V4 e R6 com a absorção de 0,2 a 0,4 kg/ha/dia, sendo que do total absorvido 60% ocorre após R1. Assim, a cultura da soja necessitaria, de acordo com sua exigência de fósforo, de um suprimento constante deste nutriente durante praticamente todo o seu ciclo.

Nesse contexto, Borkert (1987), afirma que dentre os fundamentos científicos que suportam este tipo de adubação foliar baseiam-se no fato de que, do início do estágio reprodutivo até a maturação, ou seja, da floração em diante, a atividade radicular e a absorção diminuem, ao mesmo tempo em que



há grande translocação de nutrientes das folhas para as sementes em formação. A reposição dos nutrientes nas folhas, através de adubação foliar, poderia manter a taxa de fotossíntese por um tempo maior, o que possivelmente refletir-se-ia em maior produção de grãos de soja.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no período de dezembro de 2011 a março de 2012 na Fazenda Estiva – Grupo Duch localizada na rodovia BR 060 km 17 no município de Chapadão do Sul - MS, onde possui - 18° 46' 44" de latitude, de 52° 36' 59" longitude e 786 metros de altitude.

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizados (DIC), utilizando doses de fósforo líquido na forma de amônio polifosfato (APP) e fósforo sólido (yoorin) (Tabela 1), em uma área experimental que constava de 64 parcelas subdivididas, e nelas contendo 5 linhas de plantio (0,50 m entre linhas) por 6,0 metros de comprimento num total de 13,50 m<sup>2</sup> para cada parcela.

Os tratamentos foram constituídos de:

- T-1 → 100% Adubação Sólida (Plantio)
- T-2 → 100% Adubação Sólida (Lanço)
- T-3 → 100% Adubação P líquido no Sulco de Plantio
- T-4 → 100% Adubação P líquido em Área Total
- T-5 → 70% Adubação Sólida (Plantio) + 30% P líquido no Sulco de Plantio
- T-6 → 50% Adubação Sólida (Plantio) + 50% P líquido no Sulco de Plantio
- T-7 → 30% Adubação Sólida (Plantio) + 70% P líquido no Sulco de Plantio
- T-8 → 30% Fósforo líquido no Sulco de Plantio
- T-9 → 50% Fósforo líquido no Sulco de Plantio
- T-10 → 70% Fósforo líquido no Sulco de Plantio
- T-11 → 30% Adubação Sólida + 15 L.ha<sup>-1</sup> Fósforo líquido Foliar
- T-12 → 50% Adubação Sólida + 10 L.ha<sup>-1</sup> Fósforo líquido Foliar
- T-13 → 70% Adubação Sólida + 05 L.ha<sup>-1</sup> Fósforo líquido Foliar
- T-14 → 100% Adubação Sólida + 05 L.ha<sup>-1</sup> de Fósforo líquido Foliar
- T-15 → 100% Adubação Sólida + 10 L.ha<sup>-1</sup> Fósforo líquido Foliar
- T-16 → 100% Adubação Sólida + 15 L.ha<sup>-1</sup> Fósforo líquido Foliar

**Tabela 1.** Porcentagem da dose de fósforo sólido (00-18-00) e fósforo líquido (16-53-00).

<b>Adubação</b>	<b>100%</b>	<b>70%</b>	<b>50%</b>	<b>30%</b>
(00-18-00)kg.ha <sup>-1</sup> (Yoorin)	293,89	205,723	146,945	88,167
APP(16-53-00) L.ha <sup>-1</sup>	99,81	69,867	49,905	29,943

Para coleta das amostras de solo da área experimental procedeu-se a retirada de 20 subamostras na profundidade de 20 cm, com o auxílio de um trado do tipo holandês, com caminhamento em zigue-zague. As amostras foram homogeneizadas, colocadas em um saco plástico, de onde foi retirada uma porção, que devidamente identificada foi enviada para o laboratório no município de Chapadão do Sul - MS, objetivando a realização da análise química.

De posse dos resultados (Tabelas 2 e 3), procedeu-se a interpretação e determinação da recomendação de calcário e de adubação a ser utilizada juntamente com a semeadura da soja, bem como a recomendação de adubação da cultura (EMBRAPA, 2010).

**Tabela 2.** Resultados da análise química da amostra da camada superficial do solo (0,0 – 0,20 m) da área experimental.

	<b>pH</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>
<b>Amostra</b>		<b>mg.dm<sup>3</sup></b>	<b>g.dm<sup>3</sup></b>	<b>-----cmol<sub>c</sub>.dm<sup>3</sup>-----</b>						
				<b>-----</b>						
<b>0 – 20 cm</b>	<b>5,30</b>	<b>4,20</b>	<b>11,46</b>	<b>0,06</b>	<b>1,40</b>	<b>0,80</b>	<b>0,00</b>	<b>2,73</b>	<b>2,26</b>	<b>4,99</b>

Métodos: (Ca,Mg,Al- *extraídos com KCl 1mol.L<sup>-1</sup>*), (P, K- *extraídos com Mehlich1*), (H+Al - *método SMP*), (C - *método Walkley & Black*) e (SB - *Soma de bases*).

**Tabela 3.** Resultado da saturação do solo por alumínio (m) e por base (V) e análise química dos micronutrientes no solo.

Saturação (%)						
Amostra	M	V	Fe	Mn	Cu	Zn
-----mg.dm <sup>3</sup> -----						
0 – 20 cm	0,00	45,29	59,09	33,59	1,58	3,12

Extrator Mehlich 1

O trabalho foi instalado a campo após a coleta de amostras de solo e interpretação dos resultados obtidos. Para o preparo de solo foi realizada uma aração, utilizando um arado de três discos, com sistema reversível e posteriormente duas gradagens.

A correção da acidez do solo foi realizada com calcário dolomítico (PRNT= 60%), na dose de 1,33 t.ha<sup>-1</sup>, em setembro de 2011. A incorporação do calcário foi realizada com o arado de discos e grade.

As sementes de soja da cultivar RBL-8703 (Riber® Sementes), foram tratadas com inseticida, fungicida, enraizantes e inoculante líquido (*Bradyrhizobium japonicum*). Durante todo o ciclo da cultura o controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizadas mediante a incidência, com uso de produtos recomendados para a cultura.

O plantio ocorreu no dia 15 de Dezembro de 2011 onde as parcelas foram constituídas com um espaçamento de 0,5 m, mantendo densidade de 16 pl.m<sup>-1</sup>, conforme a especificação da cultivar, avaliando-se como parcela útil as três fileiras internas, retirando-se 2,0 m de cada extremidade das fileiras centrais úteis, com isso, foi aplicado 120 kg KCl.ha<sup>-1</sup> via lanço sete dias após emergência, ou 11,23 Kg de KCl em área total do ensaio.

Para a aplicação do adubo líquido no sulco de plantio, de amônio polifosfato foi utilizado uma bomba costal (vazão de 20 L ha<sup>-1</sup>) e 150 L. ha<sup>-1</sup> para as aplicações via foliar.

Foram avaliadas as seguintes características aos 90 dias após a

emergência por ocasião da colheita:

**Altura de planta (cm):** foi determinada medindo-se a distância desde o colo até o último nó da planta. Esta medida foi feita sobre uma tábua graduada distendendo a tábua sobre ela;

**Altura média de inserção da primeira vagem (cm):** foi obtida tomando-se a distância vertical entre a superfície do solo e a primeira vagem das plantas das três linhas centrais de cada parcela útil, realizada na época da colheita;

**Densidade de plantas (plantas/m):** A população de plantas desejada de 350.000 plantas por hectare (16 plantas/m) foi calculada a partir da semeadura, com ajuste no número de sementes de soja em função dos resultados de germinação;

**Massa Total de Grãos (kg.ha<sup>-1</sup>):** Para determinação da massa de grãos e componentes, foram coletadas todas as plantas das fileiras centrais (2,3 e 4), excetuando-se dois metros na extremidade de cada fileira. As vagens foram debulhadas e os grãos separados com o auxílio de uma trilhadeira estacionária. Posteriormente foi feita a limpeza dos grãos com o auxílio de peneira e ventilador, e depois a catação manual das impurezas restantes, quando então foi realizada a pesagem dos grãos obtidos em cada parcela em uma balança eletrônica de precisão, para que em seguida houvesse a determinação de umidade dos grãos. O rendimento de grão foi calculado em kg.ha<sup>-1</sup> e corrigido para umidade 130 kg.ha<sup>-1</sup> ou 13%;

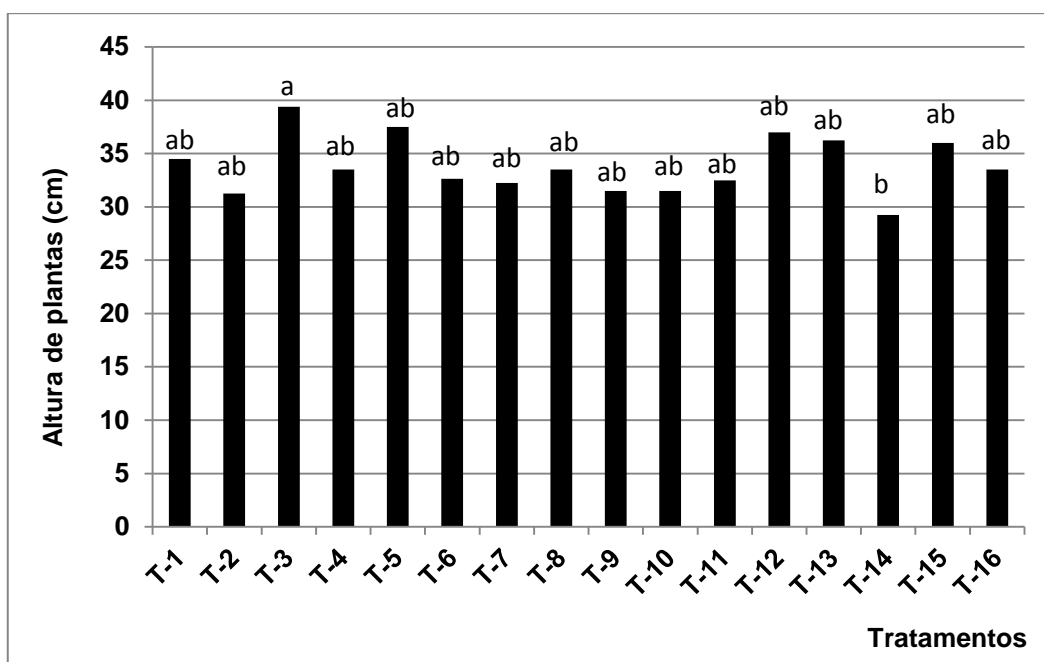
Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1999).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados sumarizados aos 90 dias após o plantio com as variáveis altura de planta, altura de inserção da primeira vargem, avaliação de população final (plantas por metro linear) e massa total de grãos, encontram-se em Anexo 1 ao final do trabalho.

Verifica-se na Figura 1, o efeito de tratamentos com adubação fosfatada na altura de plantas de soja, com variação de 10,13 cm (34,6%) entre os tratamentos 3 e 14, onde o tratamento 3 (100% adubação P líquido no sulco de plantio) proporcionou a maior altura de plantas (39,38 cm), sendo significativo e diferindo-se do tratamento 14 (100% adubação sólida + 05 lt/ha de P líquido foliar) que apresentou 29,25 cm de altura de plantas.

Os demais tratamentos não diferiram significativamente entre si.



**Figura 1.** Altura de plantas de soja em função da aplicação de fósforo. Fazenda Estiva – Chapadão do Sul, MS, 2012

Grant et al. (2001), afirmaram que as adubações de manutenção no sulco de plantio promovem melhor crescimento inicial das plantas, concordando com os resultados obtidos nesse experimento. Segundo Lana et

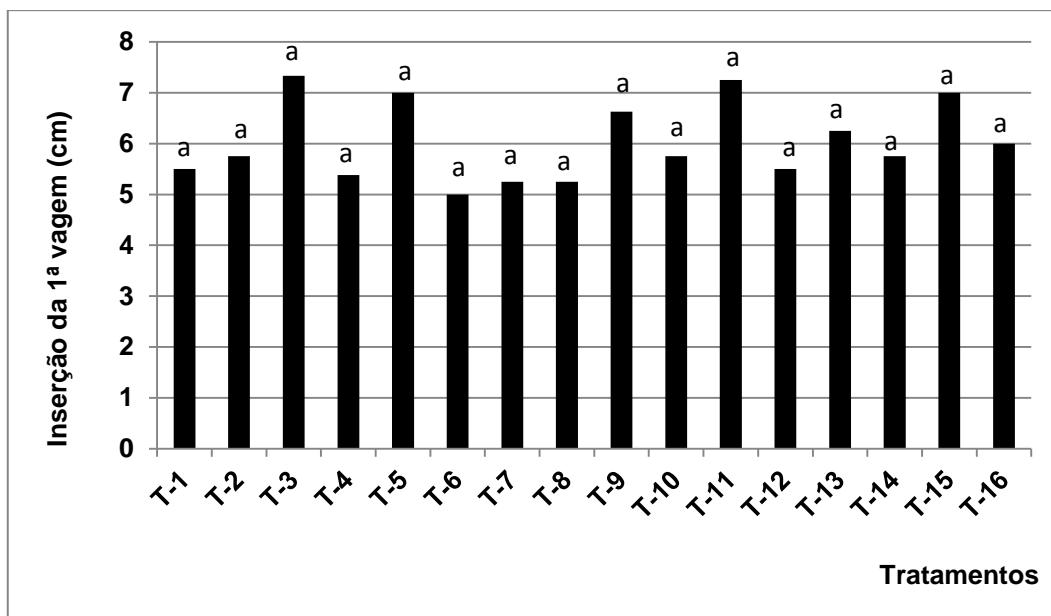
al. (2003) o crescimento da planta está diretamente ligado às concentrações de P e K da solução do solo.

Para Lima (1995), a baixa disponibilidade de P é a maior limitação ao crescimento das plantas. Grant et al. (2001) observaram que a relação raiz-parte aérea da planta aumenta quando existe deficiência de P no início do seu desenvolvimento, o que influencia seu crescimento.

Desta forma, observa-se que não houve falta de P para o crescimento das plantas de soja em seu estágio inicial, visto que a disponibilidade do mesmo era de 99,81 L. ha<sup>-1</sup> (Tratamento 3), no sulco de plantio, contudo apresentando um melhor resultado, porém mesmo com a complementação desse nutriente aplicado via sulco de plantio + via adubação foliar em V6 (Tratamento 14), não demonstrou significância nesta forma de aplicação, onde as plantas não apresentaram alturas significantes com tal incremento.

Toda via, esse resultado não está de acordo com os encontrados por Valadão Júnior et al. (2008), onde encontraram um modelo quadrático na resposta da altura de plantas de soja submetidas a cinco níveis de fósforo. O valor de altura de planta, encontrado no presente ensaio, não ficou dentro do recomendado por Sedyama et al. (2005), os quais citam que a altura mínima desejável para a colheita mecanizada em solos de topografia plana está em torno de 50 a 60 cm.

Na Figura 2, observa-se que os níveis de fósforo aplicados no solo não promoveram incremento significativo na altura de inserção da primeira vagem, não havendo um aumento dessa característica com o aumento das doses de P aplicadas no solo. A média de altura de inserção da primeira vagem encontrada neste trabalho foi de 6,03 cm. A amplitude de variação desta característica foi muito pequena (apenas 2,23 cm), variando de 5,00 a 7,33 cm. Onde tais resultados não se encontram dentro do recomendado por Sedyama et al. (2005), para terrenos planos, que segundo os autores varia de 10 a 11 cm acima da superfície do solo.



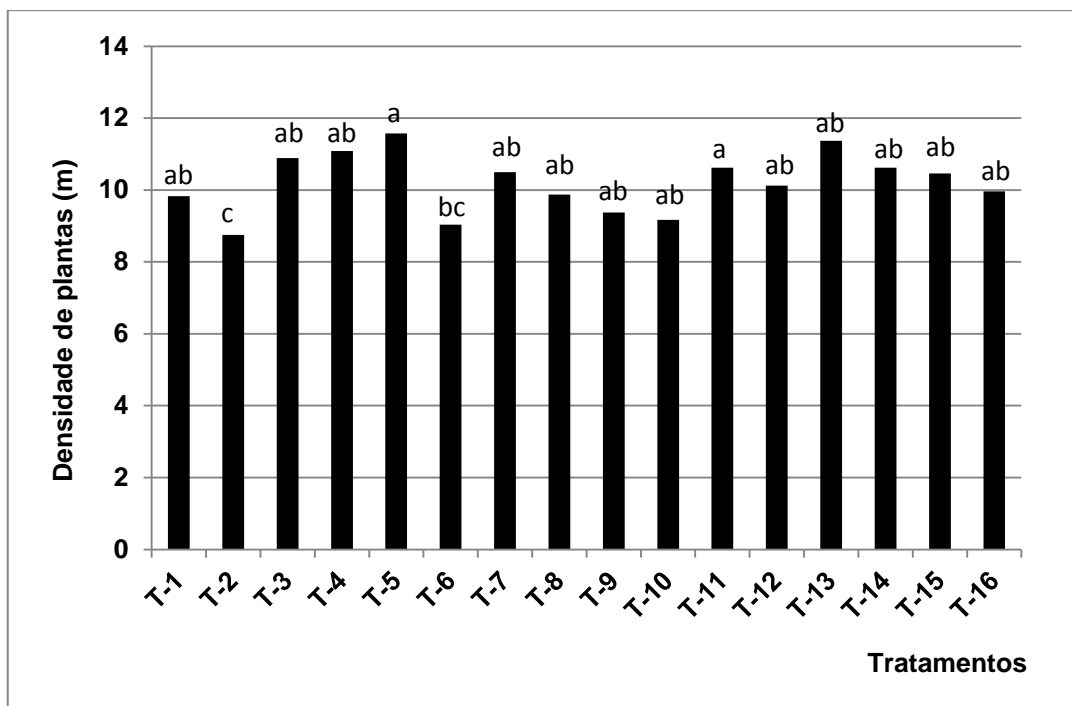
**Figura 2.** Altura de inserção da primeira vagem de plantas de soja em função da aplicação de fósforo. Fazenda Estiva – Chapadão do Sul, MS, 2012

Porém, este resultado também é concordante com aqueles encontrados por Valadão Júnior et al. (2008), os quais não observaram influência dos níveis de fósforo sobre a altura de inserção da primeira vagem. De acordo com Rezende et al. (2005), apesar de o fósforo ser exigido durante todo o ciclo da cultura, apenas 60% do total é absorvido após o florescimento (estádio R1); dessa forma a altura de inserção da primeira vagem já foi definida, não tendo, portanto, influência dos níveis de fósforo sobre a altura de inserção da primeira vagem.

A altura de inserção da primeira vagem é uma característica importante por estar relacionada à colheita mecanizada (LANA et al., 2003).

Já na Figura 3, observa-se que quando o adubo foi distribuído na dosagem de 100% a lanço na parcela (tratamento 2), houve diferença significativa na porcentagem de emergência das plântulas, quando comparado com todos os demais tratamentos, podendo levar em consideração a área ser de primeiro ano, e com isso uma maior fixação do P no solo, causando uma indisponibilidade de P para a planta no momento de estabelecer seu estande final.





**Figura 3.** Densidade de plantas de soja em função da aplicação de fósforo. Fazenda Estiva – Chapadão do Sul, MS, 2012.

O estande formado foi observado diferenças significativas entre os tratamentos, variando entre 8,75 e 11,57 plantas.m<sup>-1</sup>

A capacidade competitiva das plantas daninhas em geral cresce à medida que a capacidade de sombreamento das culturas diminui. Normalmente, o principal fator responsável pelo “fechamento” da cultura e conseqüente sombreamento do solo é a população de plantas da cultura. Para o espaçamento de 0,50 m entre linhas, a população-padrão há alguns anos era de 16 plantas.m<sup>-1</sup> (equivalente a um estande de 320 mil plantas.ha<sup>-1</sup>).

Esse número de plantas pode variar, ainda, em função da cultivar ou do regime de chuvas durante o período de implantação da cultura. Para locais de maior umidade e maior fertilidade, recomenda-se um de 11 a 12 plantas.m<sup>-1</sup> (aproximadamente 240 a 260 mil plantas.ha<sup>-1</sup>) (EMBRAPA, 2002).

Vasquez et al. (2008), trabalhando com os efeitos da redução da população de plantas em algumas características da cultura da soja, relatam que a cultura é capaz de suportar grandes reduções da população de plantas sem perdas estatisticamente significativas na produtividade e que essa capacidade depende da variedade, algumas suportando até 45% de redução. E

complementa afirmando que tais variações não interferem no tamanho e massa de grãos.

Segundo Staut e Kurihara (2000), a adubação a lanço permite que todo o fertilizante fosfatado entre em contato com o solo, o que promove elevada fixação do P e, conseqüentemente, reduz seu aproveitamento pela planta. Por outro lado, a aplicação no sulco de semeadura, no momento do plantio, diminui a fixação, porém menor área do sistema radicular entra em contato com o P. Para Sousa e Lobato (2004), a aplicação de fertilizantes fosfatados a lanço deve ser utilizada para doses superiores a 100 kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. No caso de doses inferiores para culturas anuais, recomenda-se sua aplicação em sulcos, o que possibilita melhor uso do P do fertilizante solúvel em água, além da praticidade da operação junto à semeadura.

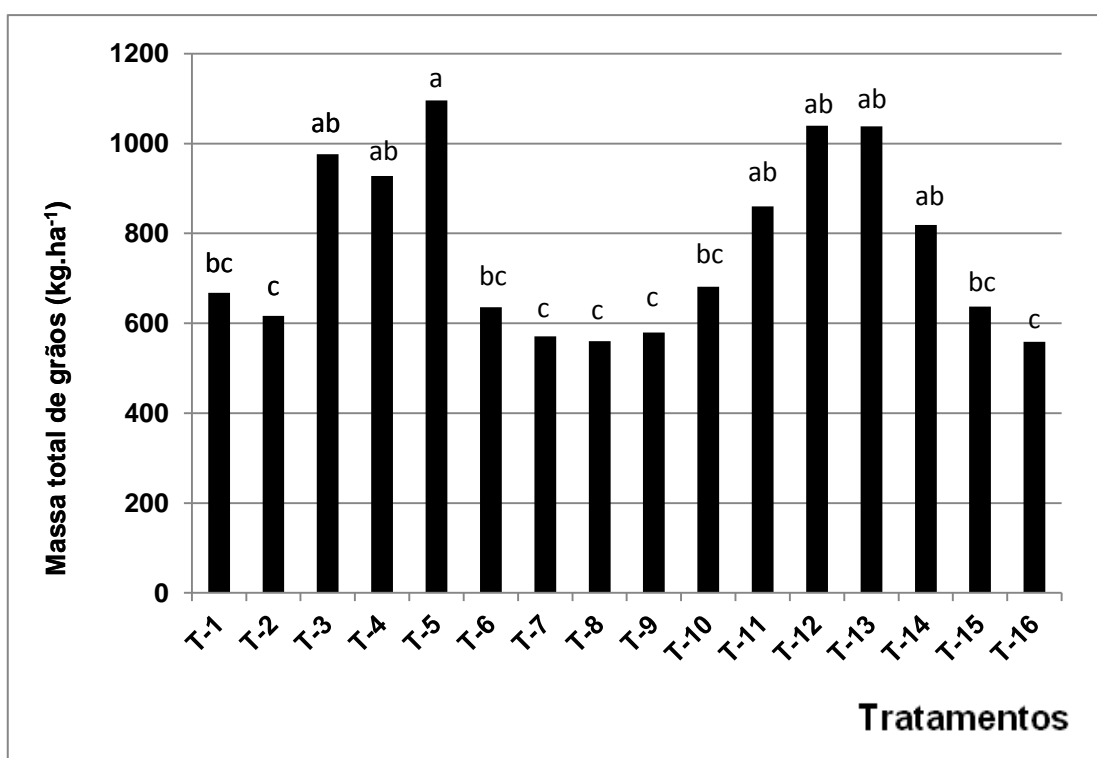
Amoacy (2006) relata diversos resultados que indicam a viabilidade da adubação fosfatada em superfície, desde que os teores de P no solo estejam em níveis altos, que não haja impedimento à infiltração e que a distribuição das chuvas seja homogênea.

Sá (2004) relata que a aplicação de fertilizantes fosfatados a lanço, sem incorporação no plantio direto, é uma prática viável como adubação de manutenção e/ou restituição para solos que tenham sido adubados e apresentam teores médios a altos de P. Para solos com baixos teores de P é recomendado adubação em sulco. Broch e Chueiri (2006) avaliando diferentes estratégias de adubação de manutenção para a cultura da soja relatam que a aplicação a lanço do fertilizante mostrou-se viável em solos de boa e média fertilidade. No entanto, em solos com baixo teor de P, a adubação a lanço mostrou-se inviável.

Dado a esse fato deve existir um suprimento constante do nutriente durante todo o ciclo da cultura considerando que 60% do fósforo total são absorvidos depois do florescimento indo praticamente todo para as sementes. Nesse aspecto, a prática da adubação foliar poderá proporcionar uma uniformidade no estande de plantas como ocorreu no presente trabalho, funcionando com o objetivo de complementar ou suplementar as necessidades nutricionais da mesma.

Para o parâmetro analisado massa total de grãos (Figura 4), verifica – se que o

tratamento 5 (70% adubação P sólida no sulco de plantio + 30% P líquido no sulco de plantio), objetivou a melhor resposta em produtividade diferindo estatisticamente dos tratamentos 2 (100% adubação sólida a lanço), 7 (30% adubação sólida no sulco de plantio + 70% P líquido. no sulco de plantio), 8 (30% fósforo líquido no sulco de plantio), 9 (50% fósforo líquido no sulco de plantio e 16 (100% adubação sólida + 15 L.ha<sup>-1</sup> fósforo líquido foliar) em que foram menos responsivo, sendo que os demais tratamento não diferiram estatisticamente.



**Figura 4.** Massa total de grãos de soja em função da aplicação de fósforo. Fazenda Estiva – Chapadão do Sul, MS, 2012.

Observou-se, para a característica produtividade de grãos, uma variação de 537,80 kg.ha<sup>-1</sup>, onde o tratamento 5 consta com um incremento significativo em relação ao tratamento 16.

A produtividade do campo experimental foi abaixo da produção obtidas na região, devido à estiagem que houve logo após o plantio, em torno de 15 dias, também por ser área de primeiro ano de cultivo após abertura de cerrado e por o campo ser instalado em área com o solo arenoso.

O rendimento de grãos é muito influenciado por vários fatores ambientais como umidade, temperatura e fotoperíodo, que variam com as diferentes épocas do ano. Altos rendimentos podem ser obtidos quando as condições ambientais são satisfatórias em todos os estádios de desenvolvimento da cultura.

De acordo com Evans (1993), o potencial de rendimento de grãos pode ser definido como a produção de uma cultivar no ambiente ao qual está adaptada, sem limitações edafoclimáticas e nutricionais, livre da ação de pragas e doenças e com os demais estresses efetivamente controlados. Dentro desse contexto, não se observou fatos relevantes que pudessem ter influenciado negativamente a produção nesse experimento, principalmente no que diz respeito ao aspecto nutricional ou de suprimento de água para as plantas.

Apesar dos resultados, Tornquist (2001) relata que estudos conduzidos em 69 lavouras de soja em todo o Brasil, na safra 97/98, demonstraram que a aplicação da adubação à lanço é vantajosa pela melhor distribuição dos nutrientes na área da lavoura, o que favorece um sistema radicular amplo; maior rapidez na semeadura, pela eliminação da necessidade de recarregar com fertilizante as semeadoras, principalmente quando o fertilizante está ensacado. Em grandes propriedades estes fatores permitem significativos ganhos, pois permitem que uma maior área seja plantada na época recomendada. Entretanto, Similarmente, Pöttker (1999) avaliou o efeito do teor de P do solo sobre a eficiência da adubação na linha de semeadura e a lanço na superfície do solo e concluiu que, para a soja, o modo de aplicação não interferiu no rendimento de grãos.

Tais resultados do trabalho, como exemplo o tratamento 5, pode ser explicado pela possível ação estimulante da adubação foliar no período vegetativo, mais especificamente nesse caso o estágio V6, uma vez que segundo Rosolém (1984), aplicações durante o estágio vegetativo estimulam uma maior absorção radicular, resultando em acréscimos no rendimento de grãos, porém pode-se levar em consideração o custo de mais uma aplicação (via uniport ou aplicação aérea) a mais nos tratos culturais (V6), para tal operação (Tratamentos 11, 12, 13 e 14). Com isso o produtor teria a opção de realizar em uma única operação de plantio a adubação de base (Tratamento

3,4 e 5), com a mesma significância, lembrando que o tratamento 5 consta com a adição de pingentes abaixo da caixa de adubo para a aplicação de fósforo líquido.

Com isso, Bataglia & Mascarenhas (1978), estudando a curva de absorção de fósforo na cultura da soja (cultivar Santa Rosa) constataram que a velocidade de absorção desse nutriente pela planta é muito lenta até aproximadamente 30 dias, aumentando consideravelmente a partir desta época chegando ao máximo de  $0,17 \text{ kg ha.dia}^{-1}$ , mantendo-se nesse nível desde a fase de intenso crescimento vegetativo até o final do ciclo. Possivelmente, as respostas obtidas nesse trabalho com aplicações de P podem estar diretamente relacionadas a essa maior absorção após 30 dias, uma vez que aplicação no estágio V6 foi realizada por volta dos 45 dias após emergência.

## **6. CONCLUSÃO**

Para a avaliação de altura e densidade de plantas, somente os tratamentos 14 e 2 respectivamente apresentou diferença significativa sobre os demais tratamentos.

Para o parâmetro da inserção da primeira vagem os tratamentos não se diferiram entre si.

Já a utilização do fósforo na forma de amônio polifosfato em complementação ao termofosfato magnesiano, tanto na aplicação no sulco de plantio no momento da semeadura ou em aplicação foliar, em todas as doses utilizadas apresentou incremento na produtividade, exeto quando utilizado em total substituição à adubação sólida.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMOACY, F. C. **Plantio direto: adubação na superfície ou incorporada**, 2006. Disponível em: <[www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=419](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=419)>. Acesso em: 10 jan. 2012.

ANDA. AGÊNCIA NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**, 2009. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 09 mai. 2011.

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A., LOPES, A.S. **Os Adubos e a eficiência das adubações**. 2. ed., São Paulo-SP: ANDA, 1991, p. 35.

AQUINO, B. F. **Conceitos fundamentais em fertilidade do solo**. Apostilas Didáticas. Fortaleza: UFC, p. 182, 2004.

ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 02, p. 129-134, 2005.

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; FAGERIA, N.K.; DATNOFF, L.E.; SILVA, O.F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 325-330, 2001.

BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A. **Absorção de nutrientes pela soja**. Campinas: IAC, 1978. 36 p. (Boletim técnico, 41).

BEDIN, I. et al. Fertilizantes fosfatados e produção de soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 639-646, 2003.

BORKERT, C. M. **Soja: adubação foliar**. Londrina-PR: EMBRAPA-CNPSo, 1987, p. 34. (Documentos 22).

BROCH, D. L.; CHUEIRI, W. A. **Estratégia de adubação cultura da soja cultivada sob sistema de plantio direto**. 2006. Disponível em: <[www.manah.com.br/publicacoes/estrategias\\_abudacao.pdf](http://www.manah.com.br/publicacoes/estrategias_abudacao.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2007.

BROCH, D.L.; CHUEIRI, W.A. **Estratégia de adubação: cultura da soja cultivada sob sistema plantio direto**. Maracaju: Fundação MS - Manah, 2005, p. 53.

CARRARO, I. M. Soja geneticamente modificada tolerante a herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina-PR: Potafos, 2006. p.140-143.

CHUEIRI, W. **Sistema plantio direto e alternativas para adubação**, 2005. Disponível em: <[www.fundacaoms.com.br](http://www.fundacaoms.com.br)>. Acesso em: 10 jan. 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Décimo Levantamento Julho/2012**, Brasília, 2012, p. 22.

CORRÊA, J.C., Mauad, M, ROSOLEM, C.A.. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciada pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 12, p. 1231-1237, 2004.

COSTA, S. E. V. G. DE A.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, Á. V. DE; SILVA, T. O. DA; SILVA, T. R. DA. Crescimento e nutrição da braquiária em função de fontes de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1419-1427, 2008.

DOBERMANN, A.; GEORGE, T.; THEVS, N. Phosphorus fertilizer effects on soil phosphorus pools in acid upland soils. **Soil Science Society American Journal**, v. 66, n. 02, p. 652-660, 2002.



EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa do Cerrado**, 2002-2004. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, p.183, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**, 2003. (Sistema de Produção, 1 ISSN - Versão eletrônica Jan/2003). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003>> Acesso em: 26 abr. 2012.

EMBRAPA. Sistema de produção 11: **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil**, 2007. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2002, 225p.

EVANS, L.T. **Crop evolution, adaptation and yield**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1993, 500p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância (Sisvar)**. versão 4.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. CD-ROM.

GARCIA, L. R.; HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. **Agronomy Journal**, Madison, v. 4, n. 68, p. 653-657, 1976.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C. et al. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 660-666, 2010.

GONÇALVES, J.L.M.; NOVAIS, R.F. et al. Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v. 13, p. 13-24, 1989.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J; SHEPPARD, S.C. Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, v.95, p.1-5, 2001.

GUARESCHI, R. F. et al. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 04, p. 769-774, 2008

HAAS, F.D. Plantio direto, fatores que interferem na eficiência da adubação. In: **CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**. Resumo de palestras. Passo Fundo-RS, 1997, p. 64.

HIRAKURI, M.H. **Estimativa de custo de produção e lucratividade da soja, safra 2008/09, para o Paraná e Santa Catarina**. Londrina-PR: Embrapa-CNPSO, 2008. 16p. (Circular técnica, 65).

KAMINSKI, J. **Avaliação agronômica em função da granulometria de termofosfato magnesiano fundido**. Santa Maria-RS. Departamento de Solos - Universidade Federal de Santa Maria, 1990, p. 56.

LANA, R.M.Q.; VILELA FILHO, C.E.; ZANÃO JÚNIOR, L.A., PEREIRA, H.S.; LANA, A.M.Q. Adubação superficial com fósforo e potássio para a soja em diferentes épocas em pré-semeadura na instalação do sistema de plantio direto. **Ciências Agrárias**, Curitiba, v.4, n 01, p.53-60, 2003.

LIMA, D.V. **Limitações nutricionais para a cultura da soja (Glycine max) e para o brachiário (Brachiaria brizanta) em latossolos sob cerrado da região de Cuiabá - MT**. 1995. 102p. Dissertação (Mestrado) – UFLA, Lavras, 1995.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. ed. São Paulo-SP: Agronômica Ceres, 1989, p. 292.

MALAVOLTA, E **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo-SP: Agronômica Ceres, 1980, p. 251.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo-SP: Agronômica Ceres, 1981, p. 594

NOVAIS, R.F., BRAGA, J.M., MARTINS Fo, C.A.S. Efeito do tempo de incubação do fosfato-de-araxá em solos sobre o fósforo disponível. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, p. 153-155, 1980.

NOVELINO, J.O., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. et al. Solubilização de fosfato-de-araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco latossolos, na presença e ausência de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v. 9, p. 13-22, 1985.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; PROCHNOW, L. I; KLEPKER, D. Eficiência agronômica de fosfato natural reativo na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 05, p. 623-631, 2008.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L.A. Desenvolvimento de cultivares de soja na região Norte e Nordeste do Brasil. *In*: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1992, Uberaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993, p. 255-265.

PAVINATO, P.S.; CERETTA, C.A. Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.1779-1784, 2004.

PESSOA, A.C.S. Avaliação da eficiência agronômica de termofosfato fundido magnesiano cultivado de trigo e soja. *In*: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 2., Santa Maria, RS, 1992. **Anais...** Santa Maria-RS: UFSM, 1992. 601 p. 338.

POTAFOS. Publicações POTAFOS, **Arquivo do Agrônomo número:10 – Nutri-fatos**, p. 24, 2005. Disponível em: <[www.ppi.ppic.org](http://www.ppi.ppic.org)> .Acesso em 15 out. 11.

PÖTTKER, D. Correção de acidez de solo no sistema de plantio direto. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995, p. 15-19.

PÖTTKER, D. Modos de aplicação de fósforo para uma seqüência de culturas em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 53, p. 15, out. 1999.

PROCHNOW, L. I. et al. Characterization and agronomic evaluation of single superphosphates varying in iron phosphate impurities. **Agronomy Journal**, Madison, v.95, p. 293-302, 2003.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. 2. Ed. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

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

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas-SP: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

REZENDE, P. M. de. et al. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

REZENDE, P. M. DE; CARVALHO, E. DE A. Avaliação de cultivares de soja [Glycine Max (L.) Merrill] para o Sul de minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1616-1623, 2007

ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; As Perspectivas de Expansão da Soja. **Anais dos Congressos**. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto-SP, 2005.

ROSOLÉM, C. A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA, 1984. p. 419-449.

ROSOLÉM, C. A. **Nutrição mineral e adubação de soja**. Piracicaba: Instituto Potassa e Fosfato, 1982, p. 80. (Boletim técnico, 6).

ROSOLÉM, C. A.; MARCELLO, C. S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Ciência Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 448-455, 1998.

SÁ, J. C. M. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 201-222.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Mecenias, 2009, v. 1. 314 p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-603.

SEGATELLI, C. R. **Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação fosfatada e potássica na cultura da Euleunice coracana**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SILVA, M. O. et al. Desempenho da mucuna preta quando adubada com diferentes tipos de fosfato. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 07, n. 01, p. 127-132, 2007.

SILVA, P. R. C. **Processo de produção de adubos foliares**. Salvador: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (Rede de Tecnologia da Bahia), 2006, p. 5.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado**. Piracicaba, Potafos, 2003, p. 16. (Informações Agronômicas, 102)

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. eds. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002, p. 216.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. eds.. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p. 147-168

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; LOBATO, E. Eficiência agronômica dos fosfatos naturais na região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBCS, 1999. CD-ROM.

STAUT, L. A.; KURIHARA, C. H. **Embrapa Dourados assume plantio direto**. 2000. Disponível em: <[www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=31](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=31)>. Acesso em: 23 jan. 2011.

TORNQUIST, C. G. **Aspectos básicos da fertilidade do solo no plantio direto**, 2001. Disponível em: <[www.manah.com.br/informativos.asp?idl=22](http://www.manah.com.br/informativos.asp?idl=22)>. Acesso em: 20 set. 2012.

VALADÃO JÚNIOR, D. D. *et al.* Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Ciências Agrárias**, v. 09, n. 03, p. 369-375, 2008.

VALADÃO JUNIOR, D.D. BERGAMIN, A.C., VENTUROSO, L.R., SCHLINDWEIN, J.A., CARON, B.O., SCHIMIDT, D. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Ciência Agraria 09**: p. 369-375, 2008.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; CARVALHO, Nelson Moreira de; BORBA, Maria Madalena Zocoller. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. 2008, v. 30, n. 2, p. 1-11.

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1999.

VITTI, G. C. et al. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 225-229, 2007.

WEED, S. B.; FONTES, M. P. F. Phosphate adsorption y clays from Brazilian Oxisoils: relationships whit specific surface área and mineralogy. **Geoderma**, v.72, p.377-51, 1996.

## 8. Anexos

**Anexo 1.** Médias de altura de plantas (ALT), inserção de 1<sup>o</sup> vagem (ISV), densidade de plantas (DP) e massa total de grãos (MTG) aos 90 dias após .

----- Média -----				
Tratamentos	(ALT)	(ISV)	(DP)	(MTG)
T-1	34,50 ab	5,50 a	9,83 ab	667,80 bc
T-2	31,25 ab	5,75 a	8,75 c	616,80 c
T-3	39,38 a	7,33 a	10,89 ab	976,20 ab
T-4	33,50 ab	5,38 a	11,08 ab	927,60 ab
T-5	37,50 ab	7,00 a	11,57 a	1096,20 a
T-6	32,63 ab	5,00 a	9,04 bc	636,00 bc
T-7	32,25 ab	5,25 a	10,50 ab	570,60 c
T-8	33,50 ab	5,25 a	9,87 ab	560,40 c
T-9	31,50 ab	6,63 a	9,37 ab	579,60 c
T-10	31,50 ab	5,75 a	9,17 ab	681,60 bc
T-11	32,50 ab	7,25 a	10,62 ab	860,00 ab
T-12	37,00 ab	5,50 a	10,12 ab	1039,80 ab
T-13	36,25 ab	6,25 a	11,37 ab	1038,00 ab
T-14	29,25 b	5,75 a	10,62 ab	818,80 ab
T-15	36,00 ab	7,00 a	10,46 ab	637,20 bc
T-16	33,50 ab	6,00 a	9,96 ab	558,60 c
<b>C. V. (%)</b>	<b>14,56</b>	<b>29,68</b>	<b>14,09</b>	<b>32,47</b>

**Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade.**