



## Adubação fosfatada com fertilizante Basiduo<sup>®</sup> na cultura da soja no oeste da Bahia

Antônio Carlos Martins dos SANTOS<sup>[1,\*]</sup>, Jefferson Santana da Silva CARNEIRO<sup>[1]</sup>, Rubson da Costa LEITE<sup>[1]</sup>, Milena Andrade Silva de SOUZA<sup>[2]</sup>, Gilson Araújo de FREITAS<sup>[1]</sup> e Rubens Ribeiro da SILVA<sup>[1]</sup>

[1] Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Gurupi. Rua Badejós, Chácaras 69/72, Lt 07, Zona Rural. CEP 77402-970. Gurupi-TO, Brasil. carneirojss@yahoo.com.br; rubsonif@gmail.com; araujoagro@hotmail.com; rrs2002@uft.edu.br;

[2] Timac AgroIndústria e Comércio de Fertilizantes, Rua Abílio Farias, nº296, Ed. Danielle, Sala 304, Centro, CEP 47800-030. Barreiras-BA, Brasil. milena.souza@timacagro.com.br;

### INFORMAÇÕES

### RESUMO

**Recebido em:** 24/01/2015

**Aceito em:** 26/06/2015

**Publicado em:** 26/09/2015

### Document Object Identifier

10.18607/jbfs.v2i3.25

### Termos de indexação:

Calibração da adubação  
*Glycine max* L  
Cerrado

\*Autor para correspondência

[antonio-carlos.uft@hotmail.com](mailto:antonio-carlos.uft@hotmail.com)

O fósforo dentre os nutrientes é o que exerce maior efeito limitante na produtividade da soja, pelo fato de agir sobre o metabolismo, respiração, reprodução e crescimento. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito da adubação fosfatada com fertilizante Basiduo<sup>®</sup> na cultura da soja no oeste da Bahia. O ensaio foi realizado utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições e três replicatas em cada repetição. Os cinco tratamentos avaliados foram compostos pela aplicação do fertilizante Basiduo<sup>®</sup> nas doses de 0 (T1); 357,14 (T2); 714,29 (T3); 1071,43 (T4) e 1428,57 (T5) kg.ha<sup>-1</sup> o que correspondeu à 0; 100; 200; 300 e 400 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. A área experimental foi de 5000 m<sup>2</sup>, cultivada com a cultivar de soja M-soy 9350. Observou-se que as plantas de soja M-soy 9350 respondem às altas doses do fertilizante Basiduo<sup>®</sup>, aumentando a produtividade em função das doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em até 6,6% em relação à não aplicação de fósforo. A maior eficiência agrônômica de fósforo foi de 389,04 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, correspondendo à 1389,43 kg.ha<sup>-1</sup> do fertilizante Basiduo<sup>®</sup>.

## Phosphate fertilizer with Basiduo<sup>®</sup> on soybean in western Bahia

**ABSTRACT-** Phosphorus from the nutrients, is what carries greater limiting effect on soybean yield, in that act on metabolism, respiration, reproduction and growth. The research objective was to evaluate the effect of phosphorus fertilization with Basiduo<sup>®</sup> fertilizer on soybean in western Bahia. The test was conducted using a randomized block design with five replicates and three replicates in each repetition. The five treatments were composed by the application of Basiduo<sup>®</sup> fertilizer at rates of 0 (T1); 357.14(T2); 714.29 (T3); 1071.43 (T4) and 1428.57 (T5) kg.ha<sup>-1</sup> which corresponds to 0; 100; 200; 300 and 400 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. The experimental area of 5000 m<sup>2</sup>, cultivated with soybean cultivar M-soy 9350. It was observed that the soybean soy M-soy 9350 responsive to high doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, increasing productivity as a function of increasing doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> up to 6.6% compared to the non-P application. Most phosphorus agronomic efficiency was 389.04 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, corresponding to 1389.43 kg.ha<sup>-1</sup> Basiduo<sup>®</sup> fertilizer.

**Index terms:** calibration of fertilization, *Glycine max* L, cerrado.



**Copyright:** © 2015 JBFS all rights. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Financiamento:** Os autores reportam que não houve suporte ou auxílio financeiro para a realização da pesquisa.

**Conflito de interesse:** Os autores declaram que não há conflito de interesse.

### Como referir esse documento (ABNT):

SANTOS, A.C.M.; CARNEIRO, J.S.S.; LEITE, R.C.; SOUZA, M.A.S.; FREITAS, G.A.; SILVA, R.R. Adubação fosfatada com fertilizante Basiduo<sup>®</sup> na cultura da soja no oeste da Bahia. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.2, n.3, p.82-90, jul. / set. 2015. <http://dx.doi.org/10.18607/jbfs.v2i3.25>

## INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine Max* L.) é uma das mais importantes culturas na economia mundial, sendo o Brasil um dos maiores produtores. O último levantamento da safra brasileira 2013/14, aponta uma produção de 86.052.200,00 toneladas de soja,

representando um incremento de 5,6% em relação à safra 2012/13. Mais da metade dessa produção resulta de áreas cultivadas no Cerrado brasileiro. A produção de soja na região do Cerrado na safra de 2013/14 foi de 55.130.300,00 toneladas, correspondendo a 64% da produção brasileira [1].

O oeste Baiano está inserido no bioma Cerrado e tem a soja como principal produção agrícola, cultura que ocupa 58,8% da área total cultivada na região, que atualmente corresponde a 4,8% da produção nacional [2].

Tendo em vista que o Cerrado é pobre em fertilidade do solo, os bons números só foram possíveis graças à correção da acidez, adubação e o melhoramento genético das plantas [3]. Para adequada nutrição da cultura da soja em solos do Cerrado brasileiro, se faz necessária a utilização de elevadas doses de fertilizantes, devido ao predomínio de solos altamente intemperizados, caracterizados pela baixa disponibilidade de nutrientes às plantas. Neste contexto, o P merece especial atenção por causa da sua grande adsorção à fase mineral do solo, predominantemente de baixa reversibilidade, principalmente nos óxidos de Fe e Al [4].

Os teores de P na solução dos solos da região do Cerrado são geralmente muito baixos. Essa característica, associada à alta capacidade que esses solos têm para reter o P na fase sólida, é a principal limitação para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola rentável sem a aplicação de adubos fosfatados [5]. Esse elemento desempenha um importante papel nas plantas, uma vez que está fortemente ligado a inúmeros processos metabólicos, atuando também na constituição do ATP, do DNA e de enzimas, como a fosforilase. Assim, o principal papel do P na fisiologia da planta, é fornecer energia para reações biossintéticas e para o metabolismo vegetal [6, 7]. O fósforo é absorvido, predominantemente, na forma iônica como  $H_2PO_4^-$ . O ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) dá, por dissociação, três espécies iônicas  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  e  $PO_4^{3-}$ . A primeira é a forma predominante na faixa de pH 4,0 a 8,0, na qual vivem a maioria das plantas [7]. Este elemento é responsável ainda pelo bom desenvolvimento das raízes e de plântulas no início do seu desenvolvimento, contribuindo para o aumento da resistência ao frio, na melhoria do uso da água, na resistência às doenças, sendo importante para a colheita e qualidade das culturas [8].

Alcântara et al [9] citam que dentre os macronutrientes essenciais às plantas, o fósforo é o elemento que limita mais frequentemente a produção das culturas na região dos cerrados. Este pesquisador cita ainda que, sem o fósforo, a produtividade da cultura da soja é baixa, ocorrendo ainda redução no porte da planta e na altura de inserção das primeiras vagens. Por outro lado, um bom suprimento de fósforo para a planta promove

incrementos significativos na produção de soja, em áreas de cerrado, mesmo no primeiro ano de cultivo. No entanto, em solos com mais de três anos de cultivo, com adubações as plantas apresentam pouca resposta à adubação fosfatada devida ao efeito residual presente no solo, principalmente para soja que possui habilidade para aproveitar o efeito residual das fertilizações de anos anteriores [7].

Avaliando a produção da soja MG/BR 46 (Conquista) em função da adubação fosfatada e potássica Batistella et al [10] verificaram aumento significativo na produtividade das plantas em função da adubação fosfatada. Resultados significativos da adubação fosfatada sobre a produção de soja M-soy 9350 cultivada no cerrado Piauiense, tendo as plantas apresentado boa resposta em produção, também foram verificados por Alcântara et al [9].

Considerando a necessidade de se calibrar uma dose eficiente e econômica de fósforo a ser aplicada e que as reservas de rochas fosfatadas no país são escassas, aliado aos altos custos desses fertilizantes e ao fato de que o nutriente é um recurso não renovável, justificam-se estudos para otimizar a eficiência no uso de fertilizantes fosfatados [11], principalmente na região do Cerrado onde a eficiência deste é reduzida devida à elevada taxa de adsorção do P aplicado.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses do fertilizante Basiduo® nos indicadores de produção e calibração da adubação fosfatada para o cultivo de soja em solos da região oeste do Estado da Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em parceria da Universidade Federal do Tocantins, TIMAC Agro/Zona Oeste e Fazenda Lazzari. O experimento foi realizado na área de produção da Fazenda Lazzari, sendo implantado na safra 2013/14 em uma área de sequeiro de 5.000 m<sup>2</sup>. A fazenda está localizada no município de Luiz Eduardo Magalhães no extremo Oeste da Bahia. Luiz Eduardo Magalhães encontra-se entre as coordenadas 11° 51' 08" e 12° 33' 50" de latitude Sul e 45° 37' 50" e 46° 23' 35" de longitude Oeste. O clima da região segundo a classificação climática de Kopen é do tipo Bsh, quente e seco com chuvas de inverno. A precipitação local é sempre superior a 1000 mm anual, concentrando-se nos meses de outubro a março e período de seca entre os meses de abril e setembro com temperatura média entre 34 e 18°C [12].

O solo da área de cultivo apresenta textura franco arenosa sendo classificado como um Latossolo Amarelo [13], cuja caracterização química está apresentada na (Tabela 1). O ensaio foi realizado utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com cinco repetições e três replicatas em cada bloco. Os cinco tratamentos avaliados foram compostos pela aplicação do

fertilizante Basiduo® nas doses de 0 (T1); 357,14 (T2); 714,29 (T3); 1071,43 (T4) e 1428,57 (T5) kg.ha<sup>-1</sup> o que correspondeu às doses de 0; 100; 200; 300 e 400 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Segunda a interpretação do laudo de análise do solo, não era necessária a adubação, já que este solo foi considerado com nível de fertilidade muito bom com teores de P >30 mg dm<sup>-3</sup>.

**Tabela 1.** Caracterização química do Latossolo Amarelo de textura Franco arenosa, local da condução do experimento na Região Oeste da Bahia, Luiz Eduardo Magalhães (2014).

.....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....					.....mg dm <sup>-3</sup> .....					
Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	CTC(T)	SB	CTC(t)	K	P
4,06	2,55	1,51	0,00	0,72	0,039	4,82	4,10	4,10	15,09	97,09
.....(%).....		....%....	g dm <sup>-3</sup>		.....Textura (%).....			.....Textura (g kg <sup>-1</sup> ).....		
V	m	Mat. Org.		pH <sub>H2O</sub>	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
84,96	0,00	1,62	15,93	6,95	77,84	4,05	18,11	778,41	40,53	181,06

A área experimental foi de 5000 m<sup>2</sup> sendo que cada parcela foi constituída por área equivalente a 200 m<sup>2</sup> cultivada com a cultivar de soja M-soy 9350, no espaçamento de 0,76 m entre linhas, com aproximadamente 15 plantas.m<sup>-1</sup>, totalizando um *stand* de aproximadamente 197.370 plantas.ha<sup>-1</sup>.

O fertilizante Basiduo® é um produto da empresa Timac Agro, contendo 28% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Através da tecnologia MPPA DUO, o fertilizante promove proteção, atração e principalmente mais absorção para a planta. Este fertilizante tem como características ação protetora dos nutrientes presentes no grânulo através da tecnologia MPPA DUO. A cultivar de soja M-soy 9350 foi utilizada no ensaio experimental devido ser uma variedade recomendada para a região de estudo, apresentando boa resposta a adubação e apresentar ciclo de 140 dias. A semeadura foi realizada no dia 18 de novembro de 2013 utilizando semeadora mecanizada, regulada para 15 sementes por metro linear. Os tratos culturais foram realizados segundo as recomendações para a cultura da soja no Estado da Bahia. Durante o cultivo da soja já na fase reprodutiva foi registrada a ocorrência de 28 dias de ausência de chuvas influenciando negativamente os indicadores de produção da soja cultivada.

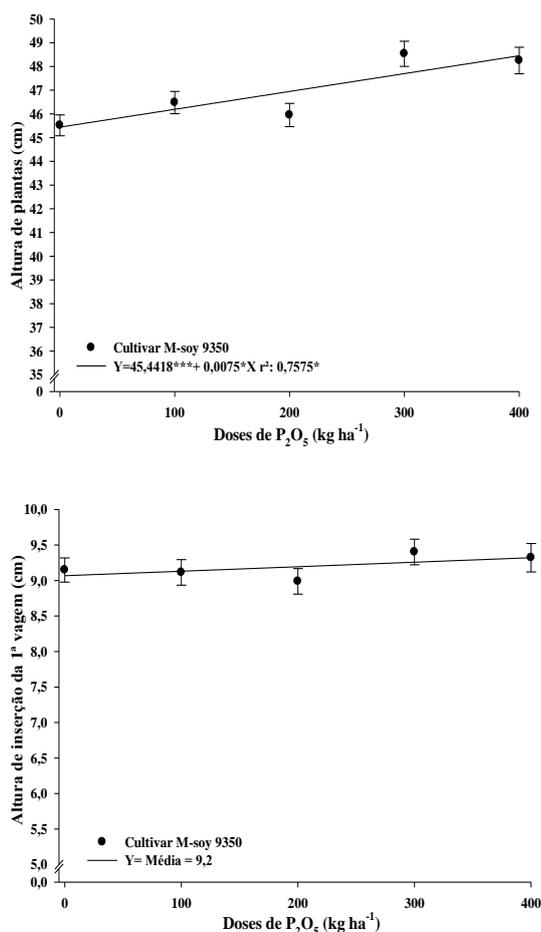
Antes da colheita realizou-se a dessecação da área no dia 15 de janeiro de 2014 visando antecipar a colheita. A colheita foi realizada manualmente no dia 10 de abril de 2014, colhendo-se 15 metros lineares centrais em cada parcela com os tratamentos aplicados, desprezando-se as bordaduras.

Para avaliar o efeito de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com uso do fertilizante Basiduo® nos indicadores de produção das plantas de soja M-soy 9350 e a calibração da adubação fosfatada para os solos da região oeste do Estado da Bahia foram usados os indicadores: altura de plantas (AP); altura de inserção da primeira vagem (AIPV); quantidade de vagens por planta (QVP); quantidade de grãos por vagem (QGV); peso de mil grãos (PMG) e produtividade (P). A altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem foi determinada através da medição direta utilizando régua graduada em milímetros. A quantidade de vagens por planta e a quantidade de grãos por vagem foi determinada através da contagem desses indicadores nas plantas amostradas. O peso de mil grãos foi determinado em balança de precisão com três casas decimais. A produtividade foi determinada com base na produção de grãos das plantas colhidas em cada experimento, sendo estes corrigidos a partir do espaçamento e quantidade de plantas por metro linear e transformados para saca ha<sup>-1</sup>.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, utilizando o programa Estatística versão 7.0 [14]. Os gráficos das regressões foram plotados utilizando o programa estatístico Sigma Plot versão 10® [15].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas (AP) apresentou resposta linear significativa em função das doses de fósforo (P) avaliadas a partir da fonte BASIDUO® (Figura 1).



**Figura 1.** Altura de plantas (AP) e altura de inserção de primeira vagem (AIPV) de plantas de soja M-soy 9350 em função de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado via fertilizante BASIDUO®, Luiz Eduardo Magalhães-BA (2014).

A máxima resposta em crescimento das plantas de soja M-soy 9350 à adubação fosfatada foi obtida na dose de 400 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dose na qual as plantas atingiram 48,44 cm de altura, apresentando um incremento de aproximadamente 6,2% em relação às plantas testemunhas. Este resultado mostra que o fertilizante ainda não alcançou sua máxima eficiência agrônômica podendo as plantas responder em alturas a doses superiores a 400 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O valor de altura de planta (AP), encontrado no presente ensaio, ficou abaixo do recomendado por Sedyama, Teixeira e Reis [16], 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.

Avaliando a resposta dos indicadores de produção de plantas de soja M-soy 9350 em função de diferentes doses de fósforo (0; 40; 60; 100; 120 e 140 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) [9], verificaram resposta quadrática da altura das plantas (AP) em função de

doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tendo as plantas atingido máxima resposta (56,69 cm) na dose de 95,60 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Valadão Júnior et al. [17] avaliando a altura de plantas de duas cultivares de soja (BRS Jiripoca e BRSMT Uirapuru) em função de doses crescentes de fósforo (0, 36, 72, 110, 144 e 177 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verificaram que ambas as variedades apresentaram respostas significativas às doses de adubação fosfatada. Segundo os autores o modelo de regressão quadrático foi o que melhor descreveu o efeito das doses sobre altura de plantas (AP), verificando que a altura máxima estimada foi de 66,35 cm, obtida com a dose de 140 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Araújo, Sampaio e Medeiros [18] estudando a resposta das cultivares de soja (Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107) submetidas às diferentes doses de fósforo (0, 90, 180 e 270 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), também verificaram resposta quadrática das plantas em função das doses de P. Nesse trabalho os autores observaram máxima resposta das plantas na dose de 192,07 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tendo as plantas atingido 72,3 cm de altura.

Apesar dos resultados dessas pesquisas corroborarem com os obtidos neste trabalho, todos estes pesquisadores citados verificaram resposta máxima em altura das plantas (AP) em dose bem inferior de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e as plantas atingiram maior altura em relação aos resultados obtidos neste trabalho. Tal fato pode ser explicado pelo estado nutricional do solo, pois em solo com baixa disponibilidade de P logicamente as plantas tendem a responder melhor a adubação fosfatada, o que não é o caso deste solo, pois já vem sendo cultivado há vários anos e possui um residual elevado.

A altura de inserção da primeira vagem (AIPV) das plantas de soja apresentou resposta linear em função das doses de fósforo (P) aplicadas a partir da fonte fosfatada BASIDUO® (Figura 1). No entanto, esta regressão não foi significativa, indicando que os resultados não diferem de zero (ausência de adubação fosfatada) e que não houve resposta significativa dessa característica (AIPV) ao aumento das doses de P aplicadas no solo. Além disso, o efeito da adubação fosfatada sobre essa variável apresentou pouca amplitude (0,5 cm) entre a maior e a menor AIPV, tendo as plantas apresentado à altura de inserção da primeira vagem variando de 8,9 a 9,4 cm apresentando em média 9,2 cm de AIPV. Tais resultados encontram-se abaixo do recomendado por Sedyama, Teixeira e Reis [16] para terrenos planos, que segundo os autores varia de 10 a 11 cm acima da superfície do solo.

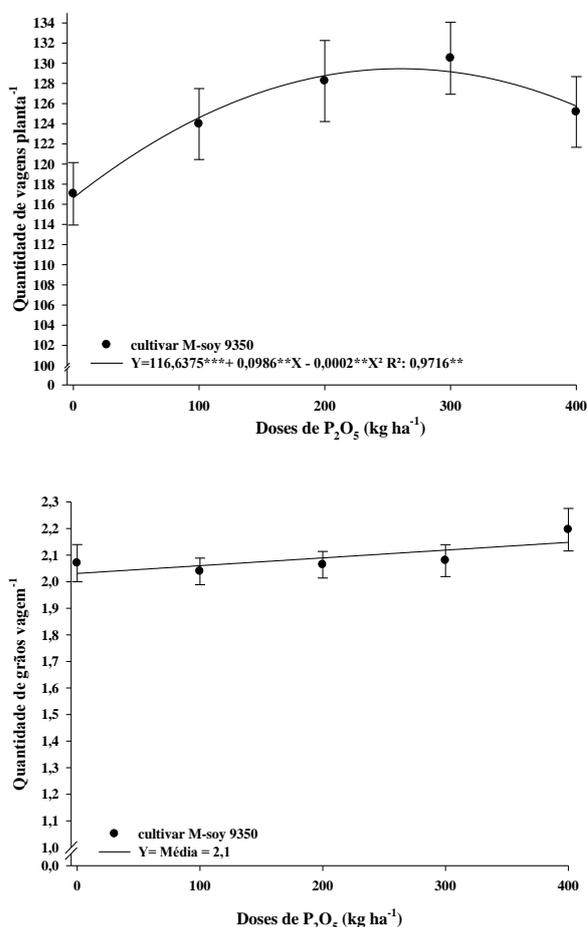
Para a altura de inserção de primeira vagem (AIPV), Alcântara et al [9] não observaram diferença significativa, e ainda não verificaram ajuste significativo à regressão, corroborando os resultados aqui apresentados. Estes pesquisadores observaram que as plantas apresentaram em média uma AIPV de 10,64 cm, onde a amplitude de variação desta característica foi muito pequena (apenas 0,5 cm), variando de 10,6 a 11,1 cm. O resultado deste trabalho também é concordante com aqueles encontrados por [17] estudando as cultivares de soja BRS Jiripoca e BRSMT Uirapuru, sob diferentes doses de fósforo (0, 36, 72, 110, 144 e 177 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e [19] avaliando a aplicação do fósforo via foliar, não observaram influência dos níveis de fósforo sobre a altura de inserção da primeira vagem (AIPV). Apesar de o fósforo ser exigido durante todo o ciclo da cultura, 60% do total é absorvido após o florescimento (estádio R1) e 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 [19].

A quantidade de vagens por planta (QVP) apresentou resposta quadrática significativa às doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, enquanto a quantidade de grãos por vagem (QGV) apresentou resposta linear em função das doses de fósforo (P) aplicadas a partir do fertilizante BASIDUO® (Figura 2). A quantidade de vagens por planta apresentou máxima resposta na dose 246,5 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, atingindo 128,79 vagens por planta, o que correspondeu a um aumento de 10,4% em relação às plantas que não receberam adubação fosfatada.

Avaliando a produção da soja MG/BR 46 (Conquista) [10], sob diferentes doses de P (0, 40, 80, 120 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verificaram resposta linear na quantidade de vagens por planta (QVP) às doses de P utilizadas. Os mesmos verificaram um aumento de 22,3% na QVP em relação às plantas testemunhas. Os autores [20, 21] também observaram aumento significativo na quantidade de vagens por planta em resposta a adubação fosfatada, corroborando os resultados alcançados neste trabalho. Discordando com os resultados até aqui apresentados [22], avaliando a adubação fosfatada não observou diferença significativa na quantidade de vagens por planta em relação a testemunha.

A quantidade de grãos por vagem (QGV) apresentou aumento linear em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas via fonte BASIDUO®. Os resultados obtidos para a quantidade de grãos por vagem não apresentaram ajuste significativo à regressão,

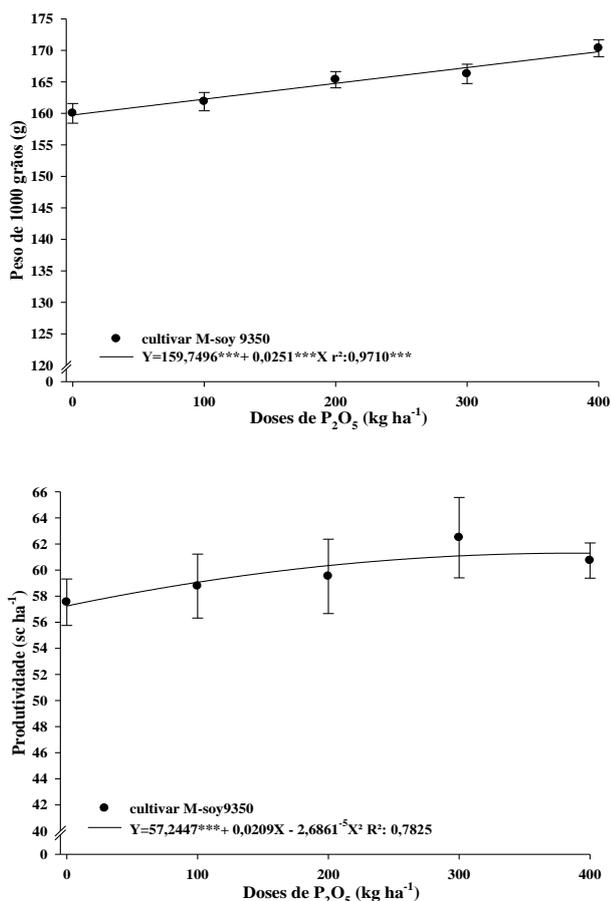
indicando que as doses de fósforo não apresentaram efeito significativo sobre essa variável. A produção de grãos por vagem apresentou pouca variação em função das doses de fósforo (P), diferindo em apenas 0,16 grãos por vagem entre a maior e a menor resposta às doses da adubação fosfatada, produzindo em média 2,1 grãos por vagem.



**Figura 2.** Quantidade de vagem por planta (QVP) e quantidade de grãos por vagem (QGV) de plantas de soja M-soy 9350 em função de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado via fertilizante BASIDUO®, Luiz Eduardo Magalhães-BA (2014).

Vários pesquisadores avaliando a resposta dessa característica agrônômica das plantas de soja não observaram efeito significativo da adubação fosfatada sobre essa variável [10, 21, 22]. A amplitude verificada na quantidade de grãos por vagem (QGV) por esses pesquisadores foi baixa, corroborando com os resultados apresentados neste trabalho. Diante disso, pode-se inferir que as plantas acabaram investindo no tamanho e qualidade do grão produzido, que na quantidade. Isso fica provado com o aumento observado no peso de 1000 grãos e na produtividade nestes trabalhos.

O peso de mil grãos (PMG) apresentou resposta linear significativa em função das doses de  $P_2O_5$  aplicadas com o uso da fonte BASIDUO® (Figura 3). As plantas de soja apresentaram máxima resposta na maior dose de P (400  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) atingindo um PMG de 169 g, aumentando cerca de 5,5% em relação as testemunhas em função da adubação fosfatada. Para essa variável ainda é possível obter resposta significativa a doses superiores, já que o fertilizante ainda não atingiu sua máxima eficiência agrônômica.



**Figura 3.** Peso de mil grãos (PMG) e produtividade (P) de plantas de soja M-soy 9350 em função de doses crescentes de  $P_2O_5$  aplicado via fertilizante BASIDUO®, Luiz Eduardo Magalhães-BA (2014).

Avaliando as doses de 0, 40, 80, 120 e 160  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  para o cultivo da soja MG/BR 46 (Conquista) Batistella et al [10], verificaram aumento no peso de grãos das plantas de soja em 3,1% em relação as plantas testemunhas. As plantas apresentaram resposta linear às doses de P, atingindo na dose máxima (160  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) ao peso de mil grãos (PMG) equivalente à 161 g. Discordando com os resultados apresentados pelos autores [18] avaliando as cultivares de soja Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107 e quatro

doses de fósforo (0, 90, 180 e 270  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) não observou ajuste dos resultados do peso de 1000 grãos a regressão em função das doses de P. As plantas apresentaram em média peso de 1000 grãos de 145,9; 115,0; 100,2 e 115,5 g para as cultivares Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107, respectivamente.

Segundo Segateli [21] na maturidade das plantas a maior parte do fósforo transloca-se para as sementes, assim, cerca de 87% do P é destinada a produção de grãos, fato que explica a resposta em produção das plantas de soja as altas doses de P. Estudos realizados por Malavolta [23] indicam que são necessários 8,4 kg desse elemento para cada tonelada de grãos produzida, apesar de não ser uma quantidade tão expressiva, ainda é superior à demanda de culturas como o milho e o trigo. Dessa forma o fósforo aplicado no solo em grandes quantidades em solo com fertilidade já construída, promove um menor incremento no peso de mil grãos.

A produtividade (P) da soja M-soy 9350 apresentou resposta quadrática significativa em função das doses de  $P_2O_5$  aplicadas com o uso da fonte BASIDUO® (Figura 3). A produtividade (P) apresentou sua máxima resposta na dose de 389,04  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  com uma produção de 61,31  $sc \cdot ha^{-1}$ .

Avaliando diferentes doses de fósforo (0; 40; 60; 100; 120 e 140  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) na adubação de plantas de soja M-soy 9350 [9], verificaram respostas quadráticas das plantas em produtividade (P) em função das doses aplicadas. Os mesmos autores observaram máxima resposta das plantas na dose de 94,8  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , com uma produtividade de 2.614  $kg \cdot ha^{-1}$  de grãos, aproximadamente 43,6  $sc \cdot ha^{-1}$ . Schindwein e Gianello [24] também encontraram resposta quadrática quanto ao rendimento de grãos de soja à aplicação de doses de P, em solos de cerrado. Entretanto, os autores [10, 18], também avaliando doses crescentes da adubação fosfatada na cultura da soja verificaram resposta linear das plantas em produtividade às doses de P aplicadas.

Foi avaliado por Batistella et al [10] doses de 0, 40, 80, 120 e 160  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  para o cultivo da soja MG/BR 46 (Conquista), obtendo resposta da produtividade à adubação com P linear crescente, tendo as plantas aumentado a produtividade em 17,6 e 39,7% na primeira e segunda safra respectivamente, em relação ao tratamento testemunha. Estudando a produção das cultivares de soja Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107 em função de doses de fósforo (0, 90, 180 e 270  $kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ). Araújo, Sampaio e Medeiros

[18] verificaram resposta linear crescente para todas as cultivares. A produtividade dessas cultivares foi de 2.995,89; 2.571,18; 2.593,68 e 2.806,71 kg.ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a aproximadamente 49,9; 42,9; 43 e 46,78 sc.ha<sup>-1</sup> para as cultivares Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107, respectivamente. Avaliando diferentes doses (0, 36,72, 110, 144 e 177 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e duas cultivares de soja (BRS Jiripoca e BRSMT Uirapuru). Valadão Júnior et al [17] verificaram respostas diferentes das cultivares de soja às doses de P aplicadas. A cultivar BRS Jiripoca apresentou resposta linear do rendimento de grãos ao fósforo aplicado, ou seja, respondeu até as doses mais altas, não se verificando a máxima eficiência técnica no presente experimento. O rendimento estimado na maior dose (177 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) foi de 4.102,0 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos (68 sc.ha<sup>-1</sup>). Os mesmos verificaram um aumento de 15,6 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos para cada kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado no solo. Já o rendimento de grãos de soja da cultivar BRSMT Uirapuru apresentou uma resposta quadrática ao fósforo aplicado, onde as plantas obtiveram um rendimento de máxima eficiência técnica de 4.931,0 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos (82 sc.ha<sup>-1</sup>), obtido com a dose de 178,40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

O aumento na produtividade é explicado pelo aumento ocasionado na produção de vagens por planta (QVP) (Figura 2) e no peso de mil grãos (PMG) (Figura 3) observados com a aplicação das doses crescentes de fósforo.

A maior resposta das plantas de soja às doses elevadas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pode ser explicada pelo fato do solo possuir sua fertilidade construída, com residual de cultivos anteriores suficientes para suprir as demandas das plantas. Assim, as plantas não respondem a pequenas doses de P.

A disponibilidade desse nutriente pode ser explicada pela inter-relação de três grandezas do solo, o Fator Quantidade (Q), Intensidade (I) e o Fator Capacidade (FC) ou poder tampão (PT) do solo para o P, esse último é a relação entre o fator Q e o fator I, em que quanto maior for essa relação maior será a capacidade do solo em reter o P, ou seja, menor será a capacidade de reposição do P-lável para a solução do solo [25].

A capacidade do solo de reter ânions é diferente da troca catiônica, nessa propriedade não são atendidas tão perfeitamente as condições de rapidez, reversibilidade e estequiometria, sendo mais frequentemente denominada de adsorção aniônica. Esse tipo de adsorção é o principal responsável pela fixação de P no solo, principalmente em solos com alto grau de

intemperismo, como os latossolos, que apresentam características de elevados teores de Óxidos e Hidróxidos de Fe e Al, argilas de baixa atividade, baixa disponibilidade de nutrientes e muitas vezes apresentando carácter eletropositivo [13]. Nesses sistemas, existe uma forte competição entre o dreno planta e o dreno solo pelo íon fosfato em solução, sendo o solo um dreno mais forte que a planta.

Em laboratório, por exemplo, a medida da capacidade máxima de adsorção de fosfatos (CMAP) em solos revela valores de 1 mg.g<sup>-1</sup> de P, ou mais, naqueles mais argilosos e intemperizados (maior teor de óxidos de Fe e de Al), como os Latossolos. Esse valor corresponde a 1.000 mg.kg<sup>-1</sup> de P ou 2.000 kg.ha<sup>-1</sup> de P, ou a 4.600 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o que leva, em termos práticos, a 23.000 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (fertilizante com cerca de 200 g.kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) [26].

Trabalho semelhante realizado por Bahia [27], em um latossolo, demonstrou valores de Capacidade Máxima de Adsorção de P variando de 0,22 a 1,26 mg.g<sup>-1</sup> de P, isso significa retenção de aproximadamente 1000 a 6000 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na camada arável. No entanto, não só da quantidade de argila no solo é importante para retenção de P, mas também o tipo de argila presente, visto que amostras de Latossolo com diferentes teores de argila, apresentou uma maior CMAP em um solo com menor quantidade de argila [28].

Um outro motivo, importante de se ressaltar, que pode ter contribuído para menores incrementos na produtividade foi a ocorrência de um período de 28 dias de estiagem na área do experimento na fase reprodutiva da cultura.

Portanto, essas características podem indicar a possível causa do aumento, relativamente baixo, em produtividade (6,6% com aplicação de 389,04 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) obtida na cultura da soja, mesmo em um solo com alto teor de P.

No entanto, a adubação é responsável por aumentar a produção da soja, principalmente em solos pobres em fertilidade como os do Cerrado, mesmo quando com sua fertilidade construída. Sendo assim, o suprimento de fósforo é essencial para incrementar a produção da soja no Cerrado brasileiro, já que as plantas respondem a adição desse nutriente via fertilizantes.

Os teores dos nutrientes obtidos nas amostras foliares do presente trabalho foram comparados com valores de referência da literatura [29]. Com base nos resultados (Tabela 2) observou-se que os elementos N, Ca apresentaram-se abaixo da faixa estabelecida como suficiente para a cultura, em

todos os tratamentos avaliados, enquanto que o elemento P apresentou resultados de deficiência nos tratamentos com 0 e 100 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mesmo

em um solo como o do presente trabalho, com teores elevados de P.

**Tabela 2.** Teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn na cultura da soja obtidos na literatura e em função de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado via fertilizante Basiduo<sup>®</sup>, Luiz Eduardo Magalhães-BA (2014)

Valor Referência	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	dag kg <sup>-1</sup> ou %					mg kg <sup>-1</sup>		
Tratamentos	Valores das amostras dag kg <sup>-1</sup> ou %					Valores das Amostras mg kg <sup>-1</sup>		
0 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,49	0,18	2,88	0,50	0,40	640,00	45,00	378,00
100 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,18	0,23	3,25	0,75	0,50	670,00	50,00	442,00
200 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,04	0,29	3,50	0,75	0,55	742,00	55,00	450,00
300 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,86	0,31	3,38	0,75	0,60	790,00	62,00	472,00
400 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,02	0,47	3,77	0,75	0,62	775,00	65,00	510,00
	% de suficiência em relação ao valor referência							
0 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,22	-28,00	69,41	-50,00	0,00	1180,00	125,00	1790,00
100 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-7,21	-8,00	91,18	-25,00	25,00	1240,00	150,00	2110,00
200 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-10,20	16,00	105,88	-25,00	37,50	1384,00	175,00	2150,00
300 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-14,30	24,00	98,82	-25,00	50,00	1480,00	210,00	2260,00
400 kg.ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-10,73	88,00	121,76	-25,00	55,00	1450,00	225,00	2450,00

Por outro lado, os valores dos macronutrientes K, Mg e dos micronutrientes Fe, Mn e Zn encontrados neste trabalho, apresentaram-se acima da faixa de suficiência, não sendo estes os elementos limitantes na produtividade da soja.

## CONCLUSÃO

A adubação fosfatada influenciou de forma significativa na altura de plantas (AP), na quantidade de vagens por planta (QVP), no peso de mil grãos (PMG) e na produtividade (P) aumentando de forma significativa essas variáveis em relação às plantas testemunhas.

Nas condições do estudo, as plantas de soja M-soy 9350 respondem pouco mesmo em altas doses do fertilizante Basiduo<sup>®</sup>, aumentando sua produtividade em até 6,6% em função das doses crescentes P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em relação à não aplicação de fósforo.

A dose de maior eficiência agrônômica de fósforo para o cultivo da soja M-soy 9350 no Oeste

da Bahia foi de 1389,43 kg.ha<sup>-1</sup> do fertilizante Basiduo<sup>®</sup> equivalendo a 389,04 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## AGRADECIMENTOS

À Equipe Consultoria pela colaboração na condução do experimento.

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

1. Condução e avaliação do experimento, análises estatísticas e elaboração do artigo:

Antônio Carlos Martins dos Santos, Jefferson Santana da Silva Carneiro e Rubson da Costa Leite

2. Planejamento, orientação e revisão final do artigo:

Milena Andrade Silva de Souza, Gilson Araújo de Freitas e Rubens Ribeiro da Silva

## REFERÊNCIAS

- [1]. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira, Grãos, v. 1 - Safra 2013/14, n. 9 - Nono Levantamento, Brasília, p. 1-80. 2014.
- [2]. AIBA – Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia. Principais culturas. Disponível em: <<http://aiba.org.br/principais-culturas/>> Acesso em 13 jun 2014.
- [3]. PAULA, L. Cerrado é campeão em produtividade na agricultura. Disponível em: <<http://revistasafra.com.br/cerrado-e-campeao-em-productividade-na-agricultura/>>. Acesso em 13 jun 2014.
- [4]. SCHONINGER, E.L.; GATIBONI, L.C.; ERNANI, P.R. Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.1, p.95-106, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n1p95>
- [5]. SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. Encarte Técnico. Informações Agrônômicas nº 102. 2003.

- [6]. BREVILIERI, R.C. Adubação fosfatada na cultura da soja em Latossolo vermelho cultivado há 16 anos sob diferentes sistemas de manejo. 2012, 52f. Dissertação mestrado da Universidade Estadual De Mato Grosso do Sul. Aquidauana-MS.
- [7]. SFREDO, G.J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Documentos/Embrapa Soja, n.305 - Londrina: PR / Embrapa Soja, 2008. 148 p.
- [8]. MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de planta**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 638p.
- [9]. ALCÂNTARA NETO, F.; GRAVINA, G.A.; SOUZA, N.O.S.; BEZERRA, A.A.C. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.2, p.266-271, 2010.
- [10]. BATISTELLA FILHO, F.; FERREIRA, M.E.; VIEIRA, R.D.; CRUZ, M.C.P.; CENTURION, M.A.P.C.; SYLVESTRE, T.B.; RUIZ, J.G.C.L. Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.7. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000700011>
- [11]. PROCHNOW, L.I.; CHIEN, S.H.; TAYLOR, R.W.; CARMONA, G.; HENAO, J.; DILLARD, E.F. Characterization and agronomic evaluation of single superphosphates varying in iron phosphate impurities. **Agronomy Journal**, Madison, v.95, p.293-302, 2003.
- [12]. CASTRO, K.B.; MARTINS, É.S.; GOMES, M.P.; REATTO, A.; LOPES, C.A.; PASSO, D.P.; LIMA, L.A.S.; CARDOSO, W.S.; CARVALHO JUNIOR, O.A.; GOMES, R.A.T. **Caracterização Geomorfológica do Município de Luiz Eduardo Magalhães, Oeste Baiano, escala 1:100.000**. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento 288. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF. 2010.
- [13]. EMBRAPA - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ªed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa em Solos. 353p. 2013.
- [14]. STATSOFT Inc. STATÍSTICA (data analysis software system), version 7.0. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em 25 fev 2014.
- [15]. SYSTAT. Manual de uso do Sigmaplot 10, Windows. Disponível em: <<http://www.systat.com/products/sigmaplot>>. Acesso em 25 fev 2014.
- [16]. 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.
- [17]. VALADÃO JÚNIOR, D.D.; BERGAMIN, A.C.; VENTUROSO, L.R.; SCHLINDWEIN, J.A.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia Agraria**, v.09, n.03, p.369-375, 2008.
- [18]. ARAÚJO, W.F.; SAMPAIO, R.A.; MEDEIROS, R.D. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.2, p. 129-134. 2005.
- [19]. REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; CARVALHO, J.G.; GOMES, L.L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.06, p.1105-1111, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000600001>
- [20]. GUARESCHI, R.F.; GAZOLLA, P.R.; PERIN, A.; SANTINI, J.M.K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.4, p.643-648. 2011.
- [21]. SEGATELLI, C.R. **Produtividade de soja em semeadura direta com antecipação da adubação fosfatada e potássica na cultura de *Eleusinecoracana* (L.) Gaertn.** 2008, 118f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz –ESALQ/USP, Piracicaba –SP.
- [22]. GUARESCHI, R.F.; GAZOLLA, P.R.; SOUCHIE, E.L.; ROCHA, A.C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 769-774. 2008. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n4p769>
- [23]. MALAVOLTA, E.O. **fósforo na agricultura brasileira**. In: IPT. Tecnologia de fertilizantes fosfatados. São Paulo, p. 189-206, publicação especial, 1980.
- [24]. SCHLINDWEIN, J.A.; GIANELLO, C. Doses de máxima eficiência econômica de fósforo e potássio para culturas cultivadas no sistema de Plantio Direto. **Revista Plantio Direto**, n.85, p.20-25, 2005.
- [25]. NOVAIS, R.F.; MELLO, J.W.V.; IV – Relação Solo-Planta. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. SBCS, Viçosa-MG, 1017p. 2007.
- [26]. BALDOTTO, M.A.; BALDOTTO, L.E.B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, Suplemento, p.856-881, 2014.
- [27]. BAHIA FILHO, A.F.C. **Índices de disponibilidade de fósforo em Latossolos do Planalto Central com diferentes características texturais e mineralógicas**. 1982. 179f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- [28]. DIAS, L.E. **Dinâmica de formas de enxofre e de cátions trocáveis em colunas de solo tratados com diferentes formas de fósforo e de gesso**. 1992. 147f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- [29]. RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG. Viçosa, MG. 1999, 359p.