

08 DOSES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA CULTURA DA SOJA



BOLETIM TÉCNICO SAFRA 2014/15

Lucas do Rio Verde, MT
Agosto, 2015

Autores

Rodrigo Pengo Rosa, M. Sc.
Engenheiro Agrônomo
Fundação Rio Verde, MT
rodrigopengo@fundacaorioverde.com.br

Fabio Kempim Pittelkow, D. Sc.
Engenheiro Agrônomo
Fundação Rio Verde, MT
fabio@fundacaorioverde.com.br

Rodrigo Marcelo Pasqualli
Engenheiro Agrônomo
Fundação Rio Verde, MT
rodrigo@fundacaorioverde.com.br

Objetivo

Avaliar o efeito de diferentes doses e métodos de aplicação de fósforo na cultura da soja em Lucas do Rio Verde, MT.

Material e Métodos

O experimento foi instalado nas dependências da Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Rio Verde, localizada entre as coordenadas geográficas 13°00'27" S - 55°58'07" W e 12°59'34" S - 55°57'50" W, com altitude média de 387 metros, no município de Lucas do Rio Verde - MT, em um LATOSSOLO VERMELHO Amarelo distrófico de textura argilosa, em semeadura direta sob palhada residual da cultura de milho safrinha. A análise química do solo foi realizada na profundidade de 0 a 30 cm, e os resultados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo.

Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	Mat. Org	CTC (T)	Sat. de Bases (V)
cm	H ₂ O	mg/dm ³			cmol/dm ³			g/dm ³	cmol/dm ³	%
0 – 15	6,3	25,8	92,0	5,0	1,4	0,0	2,5	37	9,1	72,6
16 – 30	6,3	29,6	84,0	4,4	1,2	0,0	2,5	31	8,3	69,9

O experimento foi instalado em faixas de plantio, cada faixa foi composta por 15 linhas de plantio no espaçamento de 0,45 metros por 30,0 metros de comprimento, totalizando 202,5 m² por faixa de plantio.

O plantio foi realizado dia 10/11/2014 com a cultivar Monsoy 8210 IPRO, as sementes receberam tratamento em pré-plantio com 100



ml ha⁻¹ com Standak Top. Os tratamentos empregados no ensaio com a cultura da soja estão descritos na Tabela 2 e os dados de precipitação ocorridos a 10 dias antes da instalação do ensaio até a colheita estão apresentados na Figura 1.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento com a cultura da soja em Lucas do Rio Verde, MT, 2015.

Modo de Aplicação	Dose de P ₂ O ₅
Testemunha	
Sulco de Plantio	50 Kg/ha
Sulco de Plantio	100 Kg/ha
Sulco de Plantio	150 Kg/ha
Sulco de Plantio	200 Kg/ha
Lanço na Área	50 Kg/ha
Lanço na Área	100 Kg/ha
Lanço na Área	150 Kg/ha
Lanço na Área	200 Kg/ha
Lanço na Linha	50 Kg/ha
Lanço na Linha	100 Kg/ha
Lanço na Linha	150 Kg/ha
Lanço na Linha	200 Kg/ha

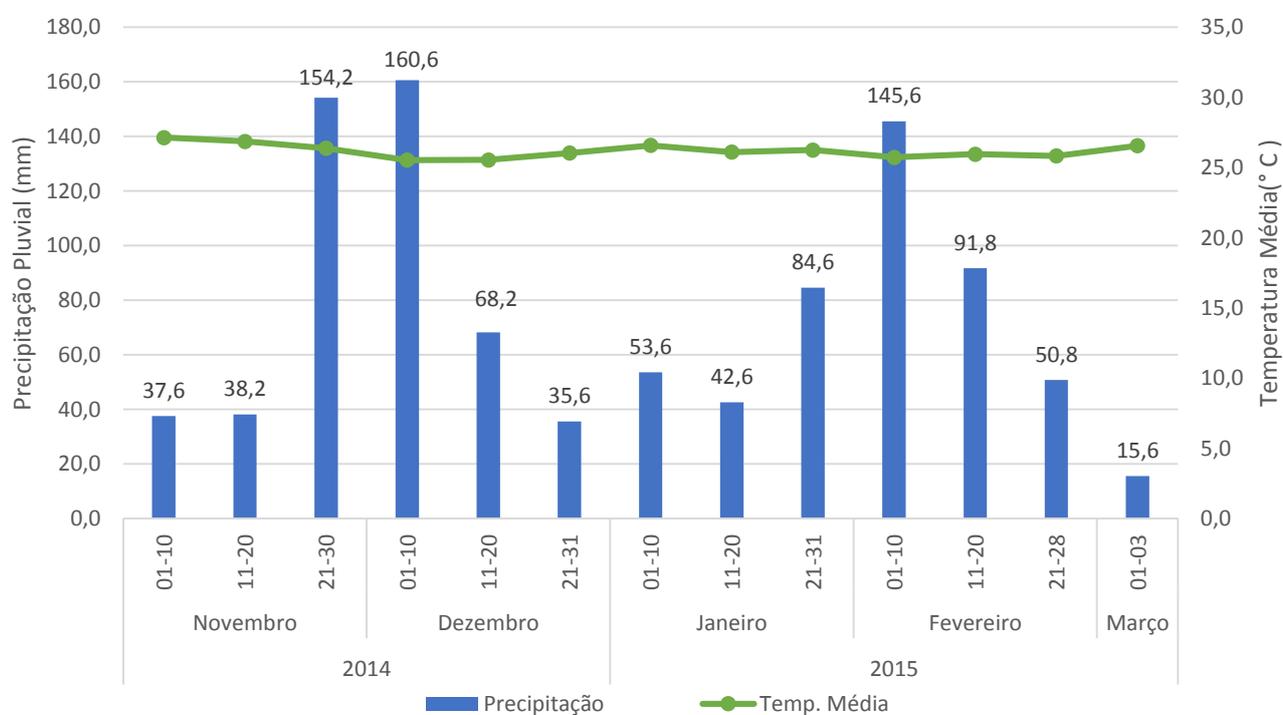
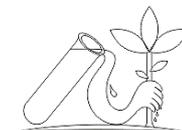


Figura 1. Temperatura Média e Precipitação ocorridos 10 dias antes da instalação do ensaio até a maturação, com acumulado de 979,0 mm de precipitação no período. Fundação Rio Verde, 2015.



O controle de plantas invasoras foi realizado com duas aplicações de glifosato na dose de 2,0 L ha⁻¹. Para o controle de pragas foi realizado através de duas aplicações de Premio[®] na dose de 0,05 L ha⁻¹, uma aplicação de Nomolt[®] na dose de 0,05 L ha⁻¹, duas aplicações de Galil[®] na dose de 0,2 L ha⁻¹ e duas aplicação de Tiger 100 EC[®] na dose de 0,25 L ha⁻¹ do produto comercial. Para o controle de doenças foram realizadas duas aplicações de Orkestra[®] na dose de 0,3 L ha⁻¹, sendo a primeira em R1, e a segunda com 21 dias de intervalo, e uma aplicação de Fox[®] na dose de 0,4 L ha⁻¹ após 15 dias.

No estágio R1 foram coletados 20 trifólios (3^a folha a partir do ápice) com pecíolo em quatro pontos aleatórios dentro de cada faixa de plantio para realização da análise do teor de fósforo, após a coleta os trifólios foram acondicionados e encaminhados para o laboratório, para comparativo dos resultados obtidos utilizou-se os padrões recomendados pela Embrapa, 1998 (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de referência dos teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura da soja.

Macronutrientes	Teor (g kg ⁻¹)	Micronutrientes	Teor (mg kg ⁻¹)
Nitrogênio	45,1 – 55	Boro	21 – 55
Fósforo	2,6 – 5	Cobre	6 – 14
Potássio	17,1 – 25	Ferro	51 – 350
Cálcio	3,6 – 20	Manganês	21 – 100
Magnésio	2,6 – 10	Zinco	20 - 50
Enxofre	2,1 - 4	Molibdênio	Sem informação

Em pré-colheita foi realizada avaliação de estande de plantas em 4 pontos aleatórios dentro de cada faixa de plantio, sendo observados 4 metros lineares por ponto amostrado. A altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem foi realizada em 8 plantas por faixa de plantio, e o grau de acamamento foi avaliado com nota de 1 a 5, sendo 1 para não acamado e 5 para totalmente acamado. A colheita da cultura foi realizada de forma manual, sendo colhido todo o material em duas linhas de 5 metros de comprimento em 4 pontos aleatórios dentro de cada faixa de plantio, o material colhido foi então trilhado em equipamento específico para posterior avaliação de umidade, pesagem de 100 grãos e peso total da amostra.

Os resultados da avaliação de estande foram convertidos em unidade de área padrão, o peso de 100 grãos foi convertido para massa de mil grãos em umidade padrão de comercialização de 13 % e o peso total da amostra foi convertido em unidade de área com umidade padrão de comercialização de 13%, posteriormente foram submetidos à análise de fatorial e regressão. Os valores do teor de fósforo na folha e produtividade foram submetidos a análise estatística utilizando o esquema de fatorial 2x4+1 e a comparação de médias foi realizada pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade através do programa computacional Assistat 7.7 Beta (Silva et al. 2009).



Resultados e Discussão

A cultivar de soja Monsoy 8210 IPRO não apresentou variação de maturação entre os tratamentos (colhida aos 110 dias após o plantio).

Em comparação com os padrões sugeridos por Embrapa (1998), o teor de nitrogênio dos tratamentos que receberam aplicação de 50 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio e a lanço na área e os tratamentos que receberam 50 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ à lanço na linha apresentaram valores abaixo do recomendado. Os tratamentos que receberam aplicação de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio e a lanço na área, apresentaram valores acima do recomendado para os macronutriente Potássio e Fósforo, respectivamente (Tabela 4).

O teor do micronutriente Boro ficou abaixo do valor recomendado para o tratamento testemunha, assim como, os valores do micronutriente Cobre para os tratamentos que receberam aplicação de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de plantio e 50 kg ha⁻¹ a lanço na área (Tabela 5).

Tabela 4. Teor de macronutrientes no tecido foliar da soja no estágio R1 em função dos tratamentos testados. Fundação Rio Verde, 2015.

Tratamentos		N	P	K	Ca	Mg	S
Modo de Aplicação	Dose (kg/ha)	Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
Testemunha		47,3	4,2	22,3	10,5	5,2	2,6
Sulco de Plantio	50	42,2	4,1	21,4	11,9	5,2	2,7
	100	47,1	5,0	26,4	11,0	5,3	2,8
	150	38,8	4,5	22,2	14,8	5,3	2,8
	200	46,7	4,5	22,2	10,6	5,1	2,8
À Lanço na Área	50	44,7	3,8	18,7	11,2	5,1	2,8
	100	52,2	5,1	24,7	9,7	5,1	3,0
	150	44,3	4,9	22,4	12,7	5,2	3,3
À Lanço na Linha	200	50,8	5,0	24,5	12,6	5,1	3,2
	50	44,9	4,2	22,2	13,2	5,2	3,0
	100	46,1	4,5	22,3	11,7	4,8	3,0
	150	46,5	4,2	21,7	12,8	5,0	2,8
	200	44,4	4,5	23,8	13,5	4,9	2,9
Média		45,8	4,5	22,7	12,0	5,1	2,9



Tabela 5. Teor de micronutrientes no tecido foliar da soja no estágio R1 em função dos tratamentos testados. Fundação Rio Verde, 2015.

Tratamentos		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Modo de Aplicação	Dose (kg/ha)	Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
Testemunha		18,5	8,3	142,1	29,4	34,7
Sulco de Plantio	50	21,0	7,0	178,9	31,9	32,7
	100	22,1	8,1	159,3	36,8	33,6
	150	23,3	7,6	178,9	49,0	32,3
	200	21,3	5,1	137,2	41,7	32,9
À Lanço na Área	50	21,8	5,6	134,8	44,1	31,9
	100	22,6	8,3	134,8	44,1	39,4
	150	25,4	6,6	164,2	46,6	33,9
	200	28,0	7,0	127,4	51,5	37,2
À Lanço na Linha	50	27,8	7,0	129,9	49,0	33,9
	100	31,6	6,2	134,8	46,6	35,1
	150	33,5	5,8	129,9	39,2	30,9
	200	35,6	5,6	156,8	61,3	33,8
Média		25,6	6,8	146,8	43,9	34,0

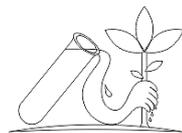
Na análise estatística do teor de fósforo no tecido foliar foi verificada interação significativa entre os fatores testados (modos de aplicação x doses). Para a dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ o modo de aplicação não interfere na quantidade de fósforo absorvido pela planta (Tabela 6). Para a dose de 100 kg ha⁻¹ os modos de aplicação que favoreceram o acúmulo de fósforo no tecido foliar foram a aplicação no sulco de plantio e à lanço na área. A aplicação a lanço na área proporcionou o maior acúmulo de fósforo na planta nas doses de 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Tabela 6. Teor de fósforo no tecido foliar da soja no estágio R1 em função dos tratamentos testados. Fundação Rio Verde, 2015.

Doses	Modo de Aplicação			Média ^{ns}
	Sulco de Plantio	Lanço na Área	Lanço na Linha	
50 kg/ha	4,05 bA	3,82 bA	4,20 aA	4,02 c
100 kg/ha	4,95 aA	5,10 aA	4,52 aB	4,86 a
150 kg/ha	4,52 bB	4,90 aA	4,17 aB	4,53 b
200 kg/ha	4,47 bB	5,00 aA	4,45 aB	4,64 b
Média^{ns}	4,50 B	4,71 A	4,34 B	
Testemunha				4,15
Coefficiente de Variação (%)				7,0

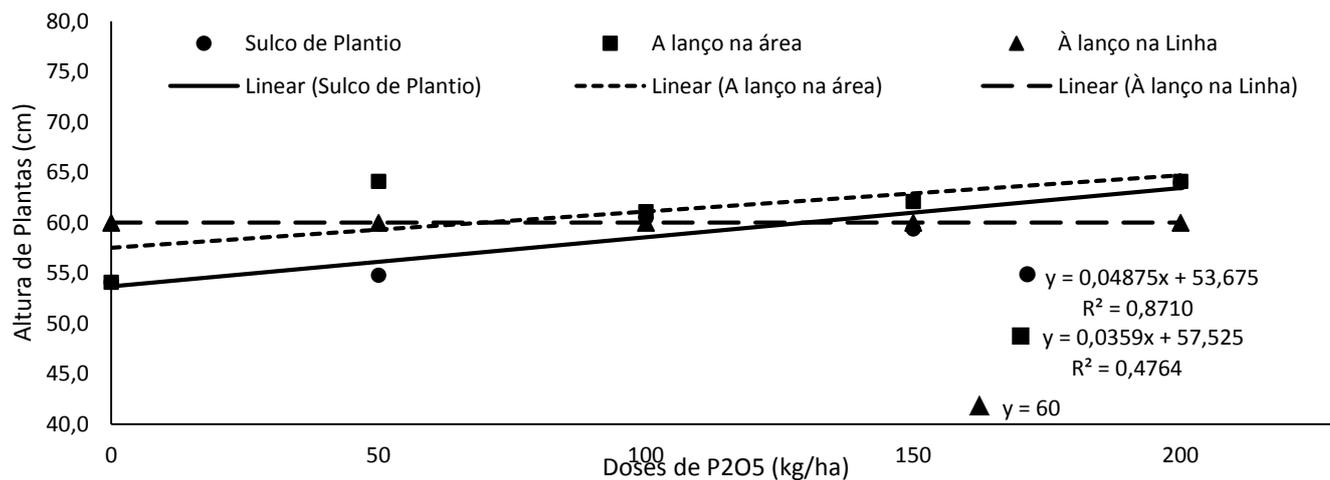
*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ns – não significativo.

A variável altura de plantas apresentou um modelo linear significativo para os tratamentos que receberam aplicação de fósforo no sulco de plantio e a lanço na área, onde os maiores valores foram obtidos com a maior dose estudada (200 kg ha⁻¹), sendo respectivamente 63,4 e 64,7 centímetros de altura. O



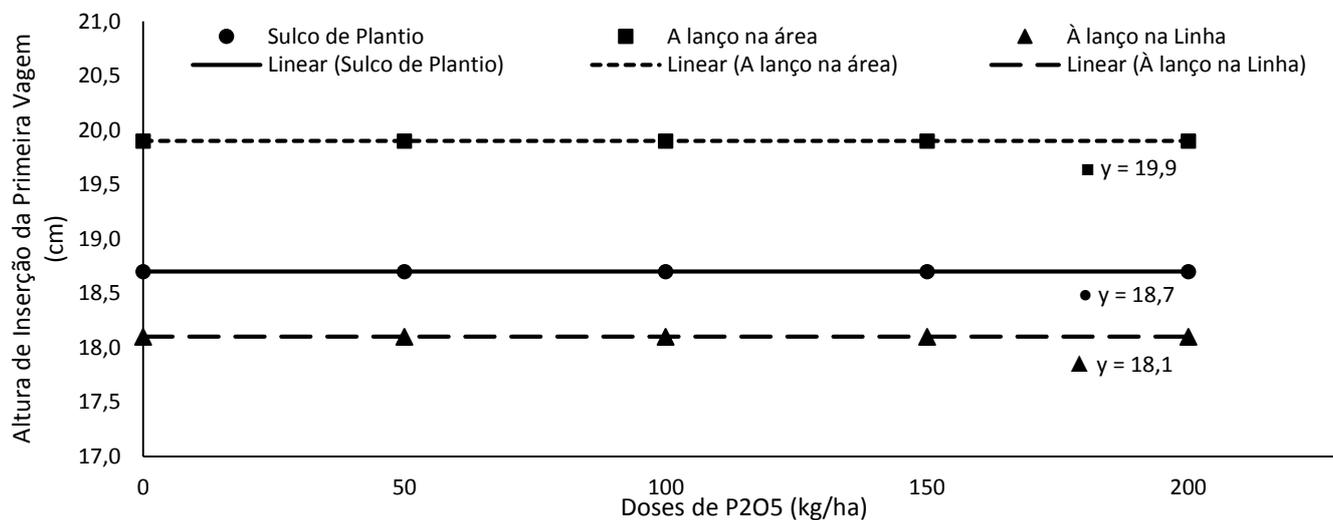
tratamento que recebeu aplicação a lanço na linha não apresentou um modelo significativo, obtendo um valor médio de 60,0 centímetros de altura (Figura 2).

Para a variável altura de inserção da primeira vagem, nenhum modelo foi significativo, independentemente do modo de aplicação, as médias dos tratamentos aplicados no sulco de plantio, a lanço na área e a lanço na linha foram respectivamente 18,7 cm, 19,9 cm e 18,1 cm (Figura 3).



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t" de Student. ns – não significativo.

Figura 2. Altura de plantas de soja em função de diferentes doses e modos de aplicação do fósforo em Lucas do Rio Verde, MT. Fundação Rio Verde, 2015.



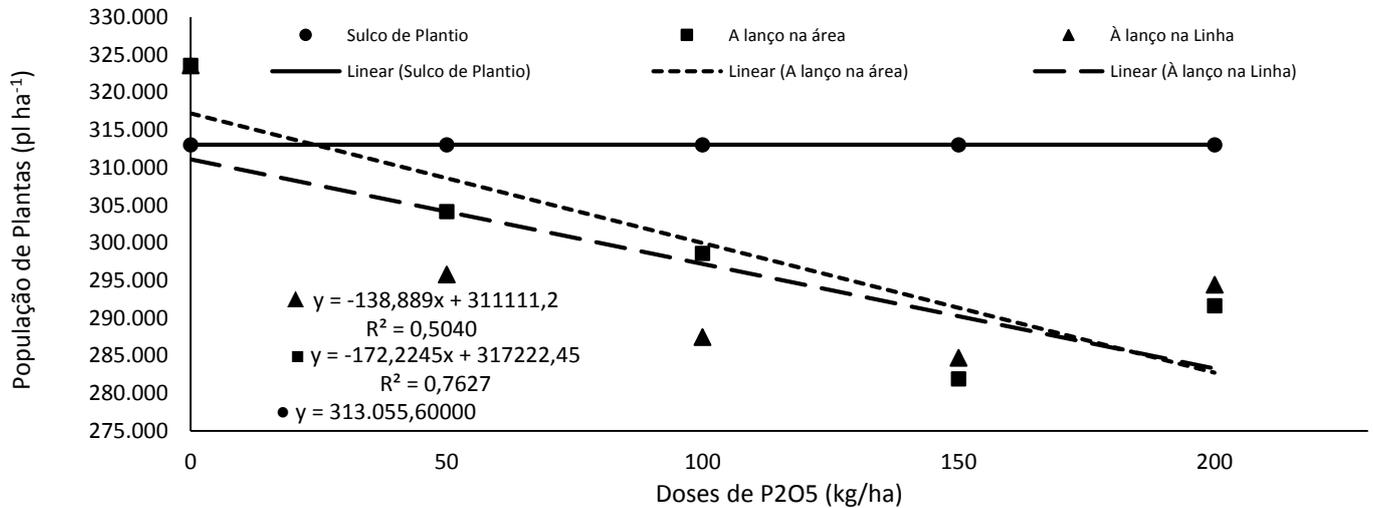
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t" de Student. ns – não significativo.

Figura 3. Altura de inserção da Primeira Vagem em função de diferentes doses e modos de aplicação de fósforo em Lucas do Rio Verde, MT. Fundação Rio Verde, 2015.

Não foi verificada diferença estatística para a variável população de plantas, quando a aplicação do adubo ocorreu no sulco de plantio, conforme Figura 4. Para o modo de aplicação a lanço na área e na linha foi



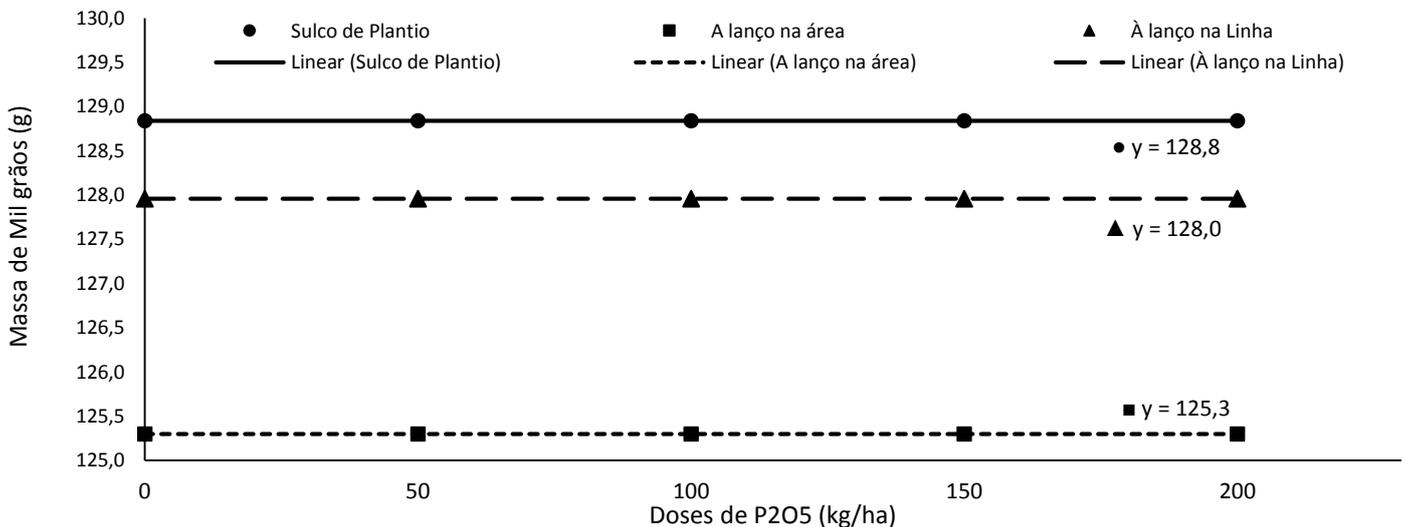
encontrado um modelo linear, onde a maior população observada foi para o tratamento que não recebeu aplicação de fósforo em ambos os casos.



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t" de Student. ns – não significativo.

Figura 4. População Final de Plantas em função de doses e métodos de aplicação de fósforo em Lucas do Rio Verde, MT. Fundação Rio Verde, 2015.

Não foi encontrado nenhum modelo significativo para a variável Massa de Mil Grãos, onde as médias observadas para as aplicações no sulco de plantio, a lanço na área e a lanço na linha foram respectivamente, 128,8 g, 125,3 g e 128,0 g (Figura 5).

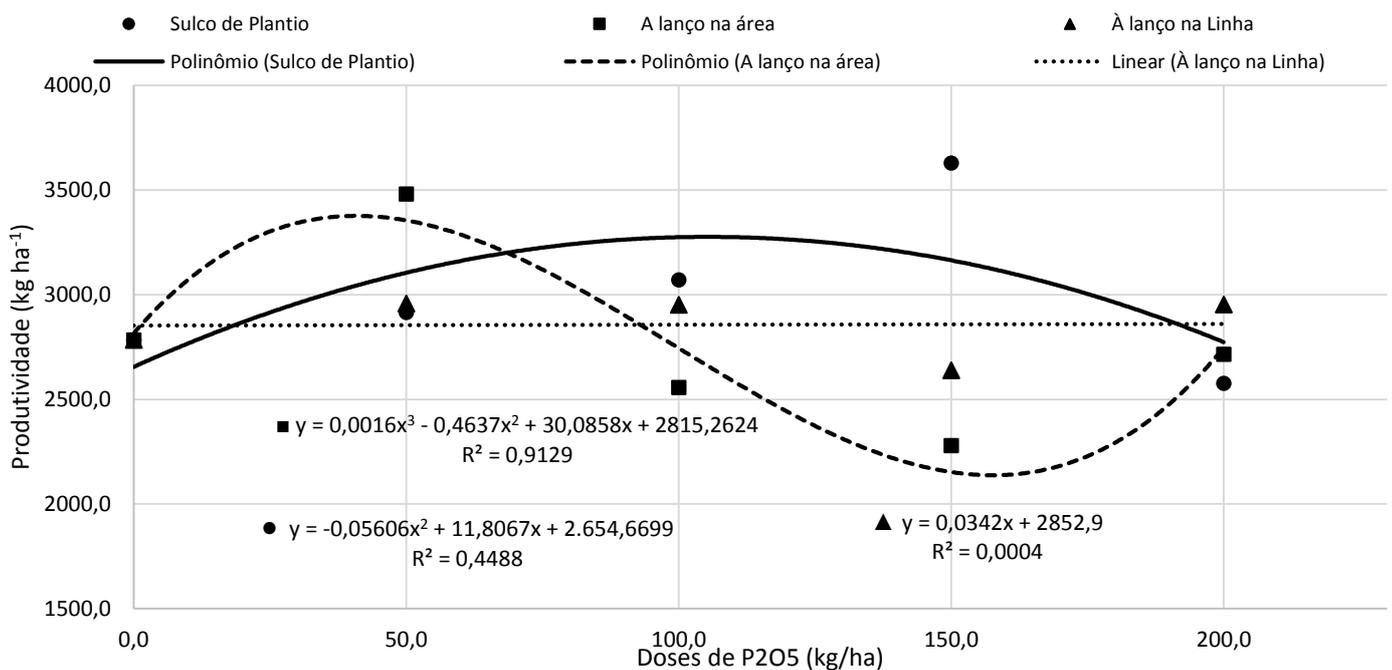


*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t" de Student. ns – não significativo.

Figura 5. Massa de Mil Grãos em função de doses de fósforo e métodos de aplicação em Lucas do Rio Verde, MT. Fundação Rio Verde, 2015.



Cada modo de aplicação de fósforo apresentou um modelo significativo para a produtividade de grãos na cultura da soja. A aplicação de fósforo via sulco de plantio apresentou um modelo quadrático, onde a dose de fósforo que apresentou o melhor ganho produtivo foi de 105,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A aplicação de fósforo via a lanço na área apresentou um modelo cúbico, onde a dose de fósforo que apresentou a melhor resposta foi de 41,2 kg ha⁻¹. E o modelo significativo para a aplicação de fósforo via a lanço na linha apresentou um modelo linear, porém com uma significância muito baixa (0,04%), não sendo dessa forma um modelo que represente com eficiência a aplicação de fósforo a lanço na linha para o ganho de produtividade (Figura 6).



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t" de Student. ns – não significativo.

Figura 6. Produtividade da soja em função de diferentes doses de fósforo e métodos de aplicação em Lucas do Rio Verde, MT. Fundação Rio Verde, 2015.

Para a aplicação de fósforo via sulco de plantio a dose que apresentou o melhor resultado foi a de 150 kg ha⁻¹. Já quando o fósforo é aplicado via lanço na área a melhor dose foi a de 50 kg ha⁻¹ e quando a aplicação ocorre a lanço na linha de plantio as doses utilizadas não apresentaram diferença estatística para a produtividade de grãos na cultura da soja (Tabela 7).



Tabela 7. Produtividade da soja em função de diferentes doses e métodos de aplicação de fósforo em Lucas do Rio Verde, MT. Fundação Rio Verde, 2015.

Doses	Modo de Aplicação			Média ^{ns}
	Sulco de Plantio	Lanço na Área	Lanço na Linha	
50 kg ha ⁻¹	2.915,0 bB	3.480,9 aA	2.957,2 aB	3.117,7
100 kg ha ⁻¹	3.069,5 bA	2.555,6 bA	2.950,6 aA	2.858,6
150 kg ha ⁻¹	3.627,6 aA	2.278,1 bB	2.637,7 aB	2.847,8
200 kg ha ⁻¹	2.575,9 bB	2.715,1 bB	2.952,1 aA	2.747,7
Média^{ns}	3.047,0	2.757,4	2.874,4	
Testemunha		2.783,8		
Coefficiente de Variação (%)		12,7		

*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ns – não significativo.

Considerações Finais

A aplicação de fósforo a lanço na área proporcionou o maior acúmulo de P no tecido foliar da cultura da soja.

As diferentes doses de fósforo influenciaram a altura de plantas e população final de plantas neste estudo.

A aplicação de fósforo via sulco de plantio apresentou curva de resposta esperada para a produtividade da soja em função das doses testadas. Já para a aplicação a lanço em área total e a lanço na linha de plantio a curva de resposta não explica de maneira conclusiva os efeitos da adoção desta prática.

Os resultados encontrados neste ensaio são inconclusivos, provavelmente este fato se deve ao elevado teor de fósforo já existente no solo antes do plantio, desta forma, novos estudos se fazem necessários para verificar a resposta da soja ao longo dos anos e dentro do sistema de manejo de nutrientes.

Referências Bibliográficas

EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1998/99.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 182p.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de, **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance.** In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Boletim Técnico Safra 2014/15

Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Rio Verde
Rodovia MT 449 – KM 08 – Caixa Postal 159
CEP: 78.455-000 – Lucas do Rio Verde – MT
fundacao@fundacaorioverde.com.br
www.fundacaorioverde.com.br
Telefone: (65) 3549-1161

Versão *on-line* (2015)

