

Indicativo de ajustes nos parâmetros para recomendação da fertilização fosfatada em soja sob semeadura direta⁽¹⁾.

Fernando Dubou Hansel⁽²⁾; Telmo Jorge Carneiro Amado⁽³⁾; Antônio Cesar Batista Mazuco⁽⁴⁾; Cristian Alexandre Nienow⁽⁴⁾; Rafael Pivotto Bortolotto⁽⁴⁾; Cristiano Keller⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES.

⁽²⁾ Doutorando do programa de pós-graduação em engenharia agrícola; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria; Rio Grande do Sul; fernandodhansel@gmail.com; ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾ Estudantes, Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: Alterações nos parâmetros diagnósticos para estimar a fertilidade do solo são esperados ao longo dos anos sob sistema de semeadura direta (SSD). O objetivo deste trabalho foi investigar os atuais parâmetros utilizados para recomendação da fertilização fosfatada sob SSD. O estudo foi realizado em um Bruno-Acinzentado alítico úmbrico utilizando-se doses crescentes de fertilizante fosfatado nas doses de 0, 10, 20, 40, 80, 92 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Amostras de solo nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m foram coletadas anteriormente ao estudo, a fim de se obter a caracterização inicial da área. Foram determinados os valores de máxima eficiência técnica (MET) e máxima eficiência econômica (MEE) da fertilização fosfatada. Houve resposta à fertilização fosfatada mesmo em um solo com teor alto de P. A MET foi encontrada próxima aos 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e a MEE foi atingida com a dose de 63 kg ha⁻¹ (simulação para o ano de 2011) e 87 kg ha⁻¹ (ano de 2012). Verificou-se que os níveis críticos estabelecidos estão acima daqueles propostos pela CQFS-RS/SC (2004), para a obtenção de 90 % da MET. Também, considerando –se diferentes profundidades de amostragem, foi observado interpretações distintas quanto ao nível de disponibilidade de P. Os resultados encontrados sugerem a necessidade de ajustes nos parâmetros para a recomendação da fertilização fosfatada em soja sob sistema de semeadura direta.

Termos de indexação: Diagnóstico da fertilidade, adubação, *Glycine Max*.

INTRODUÇÃO

A ascensão do sistema de semeadura direta (SSD) na década de 70, repercutiu na necessidade de uma rápida adequação de equipamentos e técnicas agrícolas, a fim de proporcionar satisfatórias condições de cultivo.

O sistema de recomendação de adubação e calagem também teve que ser ajustado às novas condições de manejo, de maneira que a produtividade das culturas não fosse afetado. Desta

forma, as atuais tabelas utilizadas na recomendação para o sistema convencional foram conservadas e optou-se apenas pelo ajuste da profundidade de coleta do solo, de menor custo e tempo de obtenção (CQFS-RS/SC, 2004).

Porém, com os avanços no melhoramento genético e o ganho em potencial produtivo das culturas, houve maior demanda nutricional pelas plantas em que os atuais valores críticos nutricionais do solo podem estar limitando a produção das culturas (Cubilla et al., 2007). Da mesma forma, a profundidade diagnóstica utilizada para o fósforo pode não estar representando corretamente os níveis adequados para este elemento no solo (Silveira & Stone, 2002). Sendo assim, ao longo dos anos parâmetros como faixas de fertilidade, quantidade de fertilizantes para as culturas e os teores críticos podem sofrer alterações (Schlindwein & Gianello, 2008), havendo a necessidade de ajustes.

Este trabalho objetivou analisar os parâmetros utilizados atualmente, como profundidade de amostragem e nível crítico para a recomendação da fertilização fosfatada em SSD, relacionando-os com a produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento desenvolvido com a cultura da soja (safra 2011/2012) localizou-se no município de São Vicente do Sul, região central do Rio Grande do Sul, Brasil. A área está situada entre as coordenadas 29° 46' 38,51" S e 54° 46' 54,92" W usando datum WGS 84, em uma altitude média de 100 metros.

O clima segundo a classificação de Köppen é "Cfa" subtropical úmido. As chuvas apresentam uma uniforme distribuição em praticamente todos os meses do ano, sem estação seca definida, com índices pluviométricos anuais de 1600 mm a 1800 mm (Brasil, 1983).

O solo é do tipo Argissolo Bruno-Acinzentado alítico úmbrico (Embrapa, 2006), com média 16 % de argila enquadrando assim, na classe 4 de interpretação da CQFS-RS/SC (2004). Apresenta

relevo suave ondulado ebemdrenado.

Tratamentos e amostragens

A amostragem do solo foi realizada em cada unidade experimental, com o objetivo de se obter a caracterização inicial da área, na profundidade de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m. Na **tabela 1** são apresentados dados relativos à condição inicial da fertilidade do solo na profundidade de 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. O extrator utilizado nas análises foi o Mehlich-1.

Para constatar o efeito da fertilização fosfatada na produtividade da soja foi realizada uma curva de resposta à fertilização *in loco*. As doses utilizadas foram de 0, 10, 20, 40, 80, 92 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A partir desta foram determinados os valores de máxima eficiência técnica (MET) e máxima eficiência econômica (MEE) da fertilização fosfatada, utilizando-se como base para cálculo valores cambiais de dois anos agrícolas (2011 e 2012).

Os valores de MET da utilização da fertilização foram calculados a partir da **equação de produtividade 1** (equação polinomial quadrática), em que se fez a primeira derivada, e igualando-a a zero, resultando na **equação 2**. Quando a equação ajustada foi uma polinomial linear positiva, a MET era obtida com utilização da maior dose.

$$\hat{y} = a + bx + cx^2 \quad (1)$$

$$dy/dx: 0 = b + 2cx \quad (2)$$

Para determinar a máxima eficiência econômica (MEE), foi utilizada a mesma derivada da equação, multiplicando-se pelo preço do produto (pp) e subtraindo o preço do insumo (pi), resultando na **equação 3**. Os preços utilizados nos cálculos dos custos são preços médios da região sul do Brasil: US\$ 1,00 kg⁻¹ P₂O₅ na forma de MAP no ano de 2011, US\$ 1,30 kg⁻¹ P₂O₅ na forma de MAP no ano de 2012, US\$ 0,77 kg⁻¹ de soja no ano de 2011 e US\$ 1,06 kg⁻¹ de soja no ano de 2012 (SIACESP/FOB, 2012). Estes valores estiveram dependentes das mudanças cambiais do dólar, o qual em dois anos apresentou forte queda e posterior valorização da moeda no exterior.

$$dy/dx: 0 = pp(b + 2cx) - pi \quad (3)$$

onde:

pp = preço do produto

pi = preço do insumo

Análise estatística

O delineamento experimental foi constituído em

blocos ao acaso, com 6 doses de fertilizante fosfatado e quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR 5.0, (Ferreira, 2010) utilizando o teste de Tukey a 5 % de significância. O procedimento da análise de regressão foi realizado pelo programa JMP IN® Version 3.2.1 (Sall et al., 2005), utilizando o teste F a 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve resposta à fertilização fosfatada mesmo em um solo com teor alto de P, conforme interpretação proposta pela CQFS-RS/SC (2004). A MET foi encontrada próxima aos 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (**Figura 1**), atingindo a produtividade de 3041 kg ha⁻¹ de grãos (safra 2011/2012), o qual indica um ganho de 46 % em relação à testemunha. A MEE foi atingida com a dose de 63 kg ha⁻¹ (simulação para o ano de 2011) e 87 kg ha⁻¹ (ano de 2012).

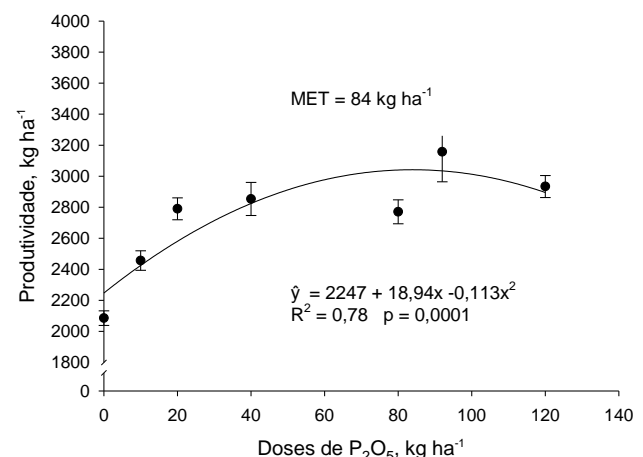


Figura 1. Curva de resposta da produtividade da soja à doses de P₂O₅ sobre manejo de fertilização a lanço.

A partir dos dados apresentados verifica-se que os níveis críticos estabelecidos estão acima daqueles propostos pela CQFS-RS/SC (2004), para a obtenção de 90 % da MET. Segundo sua recomendação a dose a ser aplicada em um solo com teor alto de P na profundidade de 0-0,10 m é de 45 kg ha⁻¹ cultivo⁻¹ de P₂O₅, sendo 30 kg ha⁻¹ cultivo⁻¹ a menos do que a MEE média encontrada entre os anos 2011 e 2012 no presente estudo. Nestas condições há uma perda do potencial produtivo da área ocasionada pela reduzida fertilização.

Ao analisar os teores de P no solo considerando-se diferentes profundidades de amostragem, nota-se interpretações distintas quanto ao nível de disponibilidade de P. A interpretação para o teor de 23,5 mg dm⁻³, encontrado na camada de 0-0,10 m, é de alta disponibilidade do elemento no solo (CQFS-



RS/SC, 2004), enquanto que o teor de $14,5 \text{ mg dm}^{-3}$, considerando-se a camada de 0-0,20 m, é considerado de médio/baixo disponibilidade de P no solo, seguindo a mesma classificação.

A variabilidade vertical dos teores de P observada (**Tabela 1**) e a distinta interpretação dos níveis de disponibilidade do elemento no solo sugerem ajustes nos valores críticos e/ou na metodologia de coleta do solo para o diagnóstico da fertilização fosfatada. Para Schlindwein & Gianello (2008), estudando a calibração de métodos de determinação de P em culturas sob SSD, as doses do fertilizante para as culturas de soja e milho devem ser maiores que as atualmente recomendadas para a produção de 90 % do rendimento máximo, havendo desta forma a elevação dos teores críticos. Também, Cubilla et al. (2007) ressalta a necessidade de um ajuste nos teores críticos atribuídos à fertilização, devido ao aumento das concentrações superficiais 0-0,10 m e ao incremento em produtividade das culturas.

Por outro lado, Silveira & Stone (2002), estudando o ajuste da profundidade de amostragens de solo para o SSD, constataram que para o P, a profundidade de amostragem no SSD que teve o mesmo valor de disponibilidade do elemento no sistema convencional foi a de 0,10-0,20 m, justificando-se o ajuste da atual profundidade de amostra para SSD.

Em outro estudo, Schlindwein & Anghinoni (2000), trabalhando em experimentos de longa duração (10 a 19 anos), verificaram que o ajuste de profundidade de amostragem, para fins de recomendação de P no SSD, é justificado quando o solo apresenta teores desses nutrientes abaixo dos níveis críticos na profundidade de 0-0,20 m. Quando os teores estiverem acima dos teores críticos, a amostragem em qualquer profundidade até 0,20 m não altera as recomendações de adubação. Nestas condições, não haveria a necessidade de estabelecer novas tabelas de recomendação de fertilizantes fosfatados (Pöttker, 2001). Assim, o ajuste da profundidade de amostragem deve levar em consideração a variação vertical existente no solo, existente no presente estudo.

CONCLUSÕES

Verificou-se a necessidade de ajustes nos parâmetros para a recomendação da fertilização fosfatada em soja sob sistema de semeadura direta nas condições do presente estudo.

Novos estudos devem ser realizados explorando diferentes solos e condições de campo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro: DNPV, 1983. 764 p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CUBILLA, M. M. et al. Calibração visando à fertilização com fósforo para as principais culturas de grãos sob sistema plantio direto no Paraguai. R. Bras. Ci. Solo, 31:463-1474, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar versão 5.3 (Biud 75). Sistemas de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras, 2010.

PÖTTKER, D. Resposta da soja e do trigo a fósforo no sistema plantio direto. Rev. Plantio direto, Ed., 2001.

SALL, J.; CREIGHTON, L.; LEHMAN, A. J. M. P. start statistics: a guide to statistics and data analysis using JMP and JMP IN software. 3rd ed. Cary: Duxbury Press, 2005. 580p.

SCHLINDWEIN, J.A. & ANGHINONI, I. Variabilidade vertical de fósforo e potássio disponíveis e profundidade de amostragem do solo no sistema plantio direto. Ci. Rural, 30:611-617, 2000.

SCHLINDWEIN, J.A. & GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de fósforo em solos cultivados sob sistema de plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 32:2037-2049, 2008.

SIACESP/FOB. Sindicato da Indústria de Adubos e Corretivos Agrícolas. Disponível em: <<http://www.siacesp.com.br/ver2/>> Acesso em fev. de 2013.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Profundidade de amostragem do solo sob plantio direto para avaliação de características químicas. R. Bras.Ci. Solo, 26:157-62, 2002.

Tabela 1. Condição inicial média da fertilidade do solo na profundidade de 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. São Vicente do Sul, 2011

Prof. ¹	pH H ₂ O	SMP	MO ²	P ³	K ⁴	Ca ⁵	Mg ⁶	Al ⁷	S ⁸	Areia	Silte	Argila
m			%	mg dm ⁻³		cmol dm ⁻³				%		
0-0,10	5,7	6,5	2,8	23,5	90,6	7,8	4,4	0,0	3,0	74	10	16
0,10-0,20	5,3	6,2	-	8,4	50,7	6,4	4,1	0,4	2,3	69	11	20
0,20-0,40	4,7	5,3	-	5,3	36,6	2,8	2,0	3,5	2,2	70	11	19

¹Profundidade; ²Matéria orgânica do solo; ³Fósforo; ⁴Potássio; ⁵Cálcio; ⁶Magnésio; ⁷Alumínio; ⁸Enxofre.