



RESPOSTA DA SOJA À ADUBAÇÃO FOSFATADA EM LATOSSOLO SOB DIFERENTES MANEJOS DURANTE 16 ANOS

Brevilieri, R.C.^{1,*}; Mendes, P.B.²; Macedo, E.Q.²; Salton, J.C.³

¹ Mestrando do PPG em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS; ² Acadêmicos do Centro Universitário da Grande Dourados – Unigran/Estagiários da Embrapa Agropecuária Oeste;

³ Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados(MS)

*Autor de contato: reinaldo_brevilieri@hotmail.com; Rod. Aquidauana - UEMS, km 12 - C.P. 25, CEP 79200-000, Aquidauana (MS), Brasil

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar componentes de rendimento e a produtividade da soja, sob duas doses de adubação fosfatada, em três sistemas de manejo do solo, estabelecidos durante 16 anos consecutivos de cultivo. Foram comparados, o Sistema Plantio Direto (SPD), o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e o sistema de preparo convencional (SPC). O experimento, conduzido a campo, contou com delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições. Os fatores foram representados pelas doses de P e pelos sistemas de manejo. Os componentes de rendimento, bem como a produtividade da soja, foram superiores nos sistemas conservacionistas (SPD e ILP) comparados aos valores obtidos no sistema de preparo convencional, sem e com aplicação do adubo fosfatado. A utilização de pastagem por dois anos em rotação com a soja em plantio direto (ILP) não afetou o rendimento de grãos da soja. A aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não aumentou significativamente a produtividade da soja nos sistemas de manejo SPD e ILP, nos quais os teores de P estavam acima do nível crítico exigido pela cultura da soja. No sistema SPC verificaram-se as menores produtividades de soja e resposta significativa para a aplicação de P.

PALAVRAS-CHAVE

Glicyne max L., plantio direto, integração lavoura-pecuária.

INTRODUÇÃO

Os sistemas conservacionistas, ou seja, aqueles que demandam menor revolvimento do solo, aliado à manutenção de restos culturais na superfície do solo, podem afetar positivamente as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, interferindo por sua vez na distribuição das raízes, com reflexos no crescimento da parte aérea, e conseqüentemente, interagindo no rendimento de grãos da espécie em cultivo (Franzluebbers, et al., 1994; Klepker e Anghinoni, 1995; Da ros et al., 1997; Franchini et al., 2000). Conforme relata Santos et al.(2006), dentre os sistemas de manejo, o mais usado para a produção de grãos, considerando o aspecto conservacionista é o Sistema Plantio Direto (SPD). A soja é uma das plantas que melhor se adapta ao SPD, sendo a principal cultura para compor os sistemas de rotação lavoura - pastagem, não só devido a aspectos econômicos, mas, também, por ser eficiente fixadora de nitrogênio atmosférico (Kluthcouski e Aidar, 2003). A produtividade da soja é definida pela interação da planta com o ambiente e as práticas de manejo. Os solos em que a soja é cultivada, normalmente apresentam alta capacidade de fixação de P e isto, aliado à alta exigência da planta por esse nutriente, faz com que a adubação fosfatada seja uma prática indispensável (Motomiya et al,

2004). A deficiência de P no solo diminui o potencial de rendimento nos estádios reprodutivos iniciais, como o florescimento, pela menor produção de flores e maior aborto dessas estruturas; o efeito da deficiência de P continua a se manifestar na formação de menor quantidade e maior aborto de legumes, o que resulta na diminuição do potencial de rendimento (Ventimiglia et al, 1999). Esse elemento, mesmo absorvido em menor quantidade que o N e K, é o macronutriente aplicado em maiores proporções no Brasil, devido a sua forte fixação nas argilas, que reduz a eficiência da adubação fosfatada (Faquin, 1994). O objetivo do presente trabalho foi avaliar os componentes de rendimento da soja, bem como sua produtividade, em áreas com diferentes históricos de manejo do solo, em função da aplicação de P, em solos férteis, na forma de superfosfato triplo (SFT), nas doses zero e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, (22°14'S - 54°49'W) com altitude de 430 metros, em Dourados, MS, Brasil, num Latossolo Vermelho distroférrico típico, caulínico, textura muito argilosa (Amaral et al, 2000). Neste local está sendo conduzido um experimento, implantado em 1996, onde diferentes sistemas são avaliados e, em três destes, foi realizado esse estudo. Os sistemas selecionados foram: 1) sistema de preparo convencional (SPC), constituído do monocultivo de soja no verão e aveia no inverno e preparo do solo utilizando grades de discos (pesada + niveladora); 2) Sistema Plantio Direto (SPD), onde a área é cultivada com rotação de culturas, tendo no verão a soja e o milho, durante o outono-inverno e primavera, é cultivado o trigo para produção de grãos e, o nabo e a aveia para produção de palha, mantendo a seqüência:.../nabo/milho/aveia/soja/trigo/soja/...; 3) sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), com a alternância de lavoura (soja/aveia) com pastagem (*Brachiaria decumbens*) conduzida em plantio direto, com ciclos de dois anos. A pastagem foi submetida ao pastejo com bovinos de corte com lotação ajustada de forma a manter a oferta de forragem constante, em torno de 7% (7 kg de massa seca de forragem para 100 kg de peso vivo por dia). O delineamento experimental utilizado, em cada sistema de manejo, foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições. Os fatores foram representados pela dose de P e pelos sistemas de manejo. A área de cada parcela, em cada sistema de manejo foi 11,25 m² (5,0 m x 2,25m) com cinco linhas no total de vinte e quatro parcelas – doze com adubo e doze parcelas onde não houve aplicação de P. Antes da implantação do experimento foi realizada amostragem do solo, com amostras compostas em três profundidades, representando cada sistema de manejo. Os resultados da análise química estão apresentados na Tabela 1 e os da análise granulométrica, estão expressos na Tabela 2.

Tabela 1 – Análise química do solo, obtido de amostras compostas, coletadas em três profundidades, antes da adubação fosfatada e semeadura da soja em diferentes sistemas de manejo do solo, em Dourados, MS.

Manejo	Prof. -- cm --	P mg dm ⁻³	pH H ₂ O	-----cmol _c dm ⁻³ -----						SB	CTC	V -- % --	MO g dm ⁻³
				H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ²⁺					
SPD	0 – 5	43,60	6,23	4,11	0,00	0,99	7,35	3,00	11,34	15,45	73,29	34,74	
	5 – 15	23,57	5,10	11,26	1,27	0,35	3,28	1,43	5,05	16,31	30,99	26,23	
	15 - 30	18,17	5,08	11,38	1,38	0,32	3,30	1,38	5,00	16,38	30,92	24,33	
ILP	0 – 5	16,43	6,49	2,88	0,00	1,47	6,90	3,47	11,85	14,73	80,42	41,79	
	5 – 15	10,40	5,56	7,08	0,45	0,53	3,40	1,90	5,83	12,91	45,64	25,97	
	15 - 30	5,20	5,54	11,07	0,65	0,24	2,92	1,42	4,49	15,56	31,58	22,79	
SPC	0 – 5	23,30	5,91	5,29	0,03	0,54	5,86	2,27	8,68	13,96	62,13	33,79	
	5 – 15	20,08	5,62	6,42	0,18	0,38	5,09	2,00	7,47	13,89	53,76	29,76	
	15 - 30	6,45	5,23	9,54	1,15	0,20	3,52	1,39	5,11	14,70	34,88	23,97	

Extrator Mehlich 1 para P e K; MO por combustão seca em TOC; SPD: Sistema Plantio Direto, ILP: Sistema de integração lavoura-pecuária, SPC: preparo convencional

Tabela 2 – Análise de granulométrica de duas camadas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de manejo, em Dourados, MS.

Sistema de manejo	Profundidade	Areia	Silte	Argila
	----- m -----	----- g kg ⁻¹ -----		
SPD	0 a 0,1	131	144	725
	0,1 a 0,2	131	144	725
SPC	0 a 0,1	198	127	675
	0,1 a 0,2	198	127	675
ILP	0 a 0,1	131	127	742
	0,1 a 0,2	115	127	758

SPD: Sistema Plantio Direto, ILP: Sistema de integração lavoura-pecuária, SPC: preparo convencional

O adubo utilizado foi superfosfato triplo, na dose de 286 kg ha⁻¹, correspondendo a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O estudo foi realizado na safra de verão 2010/11, sendo a soja (cv. BRS 291 RR) semeada no dia 18/11/10, nos três sistemas de manejo, a semeadura foi sobre restos culturais de aveia no SPC e ILP, e sobre palha de trigo no SPD, cultivados na safra de inverno de 2010. A adubação fosfatada foi aplicada manualmente no sulco de semeadura e incorporada ao solo. Antes da colheita foram determinados, a altura das plantas e o número de vagens por planta, sendo coletadas dez plantas por parcela. A colheita foi realizada no dia 16/03/11. Os grãos foram pesados e a massa foi corrigida a 13% de umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do software SAS[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas conservacionistas (SPD e ILP) apresentaram maior quantidade de palha na superfície do solo que o sistema convencional, conforme dados apresentados na Tabela 3. Com relação ao número de vagens e altura de plantas, não houve diferença significativa (P<0.05) entre plantas cultivadas no SPD e no ILP. No entanto, as plantas cultivadas no SPC, apresentaram reduzido número de vagens e menor altura de plantas, quando comparadas às plantas cultivadas nos outros tratamentos, mesmo onde não houve aplicação de P. A produtividade da soja foi maior nos sistemas conservacionistas que no SPC, no qual se obteve os menores rendimentos. Nos sistemas SPD e ILP, não se verificaram aumento significativo na produtividade, devido à adição de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na linha de semeadura, enquanto isso ocorreu no SPC, apesar da baixa produtividade.

Tabela 3 – Quantidade de cobertura vegetal no momento da semeadura da soja em diferentes sistemas de manejo do solo, componentes de produção e produtividade da soja, submetida à presença e ausência de adubação fosfatada, safra

Sistemas de manejo	MSi	NV		AP		Produtividade	
	--- kg ha ⁻¹ ---			----- cm -----		----- kg ha ⁻¹ -----	
		sem P	com P	sem P	com P	sem P	com P
SPD	2979,6 A	45 a	51 a	81,0 b	89 b	2879,0 aA	2924,7 aA
ILP	4143,3 A	46 a	49 a	88,3 a	95 a	2760,9 aA	2958,4 aA
SPC	818,5 B	33 b	35 b	68,5 c	79 c	1497,2 bA	1764,8 bB
C. V. (%)	16,9	30	33,4	8,4	6,4	12	11,9

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha para a produtividade da soja, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. MSi (massa seca inicial), NV (número de vagens por planta), AP (altura de plantas) e produtividade da soja cultivada na ausência e na presença de adubo fosfatado sob Sistema Plantio Direto (SPD), sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistema de preparo convencional (SPC).

Para Malavolta (1980) e Lantmann et al (2000) a grandeza da resposta dessa leguminosa está condicionada, em primeiro lugar, à disponibilidade de P nos solos. Seguindo a recomendação

para solos argilosos, com teores de argila situados entre 60-100%, teores de P disponível, acima de 12 mg dm^{-3} , encontram-se na faixa adequada para o suprimento desse elemento na cultura da soja. Quanto às respostas frente à produtividade da soja, os resultados desse trabalho corroboram com os obtidos por Salton & Hernani (1996) após 10 anos de plantio direto em solo argiloso e também com Houx III et al. (2010) e Hickman (2002) obtidos em experimentos de longa duração, envolvendo práticas de cultivo conservacionistas e convencionais, na cultura da soja, por 18 e 20 anos, respectivamente. Colomb et al. (2007), também não encontraram diferenças em produtividade, com o acréscimo de P num experimento no sul da França, em solo argiloso após 36 anos de rotação. Em trabalho semelhante conduzido por Santos et al. (2006), obteve as maiores alturas de plantas de soja, números de vagens e maiores rendimentos de grãos em sistemas conservacionistas, comparados ao sistema com preparo convencional por longo período no Estado do Rio Grande do Sul. Resultados similares também foram obtidos por Sidiras et al. (1983) em Londrina (PR), por Edwards et al. (1988) e em trabalho mais recente realizado nos Estados Unidos da América, em experimentos de longo período com a predominância de um mesmo sistema de manejo, também em solos argilosos (Pederson e Lauer, 2003). Hernani e Salton (2009) também observaram melhores resultados nos rendimentos de soja, milho e trigo em experimento de rotação de culturas por longo período, em Dourados (MS) sobre Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso. De acordo com Derpsch et al. (1991), a cobertura de solo através de resíduos vegetais oriundos de rotação de culturas mantém a água disponível, mesmo em períodos de estiagem, permitindo que a planta cresça muito mais do que nos preparos convencionais. Santos e Tomm (2003) ressaltam que pode haver acúmulo de nutrientes e matéria orgânica na camada superficial do solo que possibilita melhores rendimentos às culturas. Para as características químicas Houx III et al., (2010) constataram maior quantidade de nutrientes nos sistemas conservacionistas, oriundos da decomposição da palha, em várias camadas do solo, elementos que podem ser absorvidos pelas plantas, melhorando o rendimento. A adoção de práticas conservacionistas normalmente tem efeito positivo sobre o teor e a qualidade da matéria orgânica do solo (Bayer & Mielniczuk, 1997), com reflexos diretos ou indiretos sobre as características químicas (Frazão et al., 2008). Com relação à aplicação de P, mesmo estando em níveis considerados adequados, o SPC apresentou resposta à aplicação da adubação fosfatada. Resultados semelhantes foram obtidos por Corrêa et al., (2004) e Perin et al., (2010) que constataram melhores rendimentos da soja ao elevar a dose de P acima de 100 kg ha^{-1} . Comparando-se os sistemas SPD e ILP, observaram-se produtividades semelhantes, embora os teores de P no solo, no ILP, sejam praticamente a metade dos verificados no SPD. Este fato conduz a afirmação de que o resultado de produtividade da cultura não está relacionado apenas aos teores de P apontados pela análise, mas ao conjunto de fatores decorrentes do sistema de manejo adotado.

CONCLUSÕES

O sistema ILP, com pastejo por bovinos de corte, em rotação com a soja, não afetou o rendimento de grãos, podendo ser utilizado sem restrições, uma vez que assegurou bom rendimento da soja, mesmo sem a adição de adubos no período de pastagem por dois anos consecutivos; a produtividade da soja pode ser influenciada por sistemas de manejo, sendo os maiores rendimentos de grãos evidenciados em sistemas conservacionistas; a resposta da soja frente à adição de P em solos com níveis adequados desse elemento, depende do histórico do sistema de manejo adotado.

AGRADECIMENTOS

À UEMS e a Embrapa Agropecuária Oeste pelo suporte na realização desse trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. A. M. et al. Levantamento semidetalhado dos solos do campo experimental de Dourados, da Embrapa Agropecuária Oeste, município de Dourados, MS. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 68 p. Documentos, 22.
- BAYER, C. E MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.105-112, 1997.
- COLOMB, B.; DEBAEKE, P.; JOUANY, C. & NOLOT, J. M. Phosphorus management in low input stockless cropping systems: Crop and soil responses to contrasting P regimes in a 36-year experiment in southern France. *Rev. European Journal Agronomy*, v.26, p.154-165, 2007.
- 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*, Brasília, v.39, n.12, p.1231-1237, dez. 2004.
- DA ROS, C.O. et al. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.2 p.241-247, 1997.
- DERPSCH, R. et al. Importância da rotação de culturas. In: __. Controle de erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ/IAPAR, 1991. p.147-164.
- EDWARDS, J. H. et al. Influence of tillage and crop rotation on yields of corn, soybean, and wheat. *Agronomy Journal*, Madison, v.80, n.1, p.76-80, 1988.
- FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras, MG: ESAL, 1994.
- FRANZLUEBBERS, A.J. et al. Long-term changes in soil carbon and nitrogen pools in wheat management systems, *Soil Science Society of América Journal*, Madison, v.58, n.6, p. 1639-1645, 1994.
- FRAZÃO, L.A.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C. & CERRI, C.E.P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:641- 648, 2008.
- GHAFFARZADEH, M. Economic and biological benefits of intercropping berseem clover with oat in corn-soybean-oat rotations. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v.10, n.2, p.314-319, 1997.
- HERNANI, L. C. & SALTON, J. C. Atributos do solo e produtividade de culturas em sistemas de manejo conduzidos por dezesseis anos. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste*. Dourados, MS, 2009.
- HICKMAN, M.V. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical and mineral properties. *J. Plant Nutr.* v.25, p.1457-1470, 2002.
- HOUS III, J.H. WIEBOLD, W.J. & FRITSCHI, F.B. Long-term tillage and crop rotation determines the mineral nutrient distributions of some elements in a Vertic Epiaqualf. *Soil & Tillage Research*, v.112, p. 27-35, 2010.
- KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.3, p.395-401, 1995.
- FRANCHINI, J. C. et al. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.2, p459-467, 2000.
- KLUTHCOUSKI, J. & AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: Kluthcouski, J.; Stone, L. F.; Aidar, H. (Eds.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão-CNPAP, 2003. p. 407-441.
- LANTMANN, A. F.; ROESSING, A. C.; SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. Adubação fosfatada e potássica para a sucessão soja-trigo em Latossolo Roxo distrófico sob semeadura direta. Londrina: Embrapa Soja, 2000. (Embrapa Soja, Circular técnica, 15).
- MALAVOLTA, E. O fósforo na agricultura brasileira. In: IPT. *Tecnologia de fertilizantes fosfatados*. São Paulo, p. 189-206, publicação especial, 1980.
- MOTOMIYA, W. R.; FABRÍCIO, A. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. A.; ROBAINA, A. D.; NOVELINO, J. O. Métodos de aplicação de fosfato na soja em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.4, p.307-312, abr. 2004.
- DERSON, P. & LAUER, J. G. Corn and soybean response to rotation sequence, row spacing, and tillage system. *Agronomy Journal*, Madison, v.95, n.1, p.965-971, 2003.
- PERIN, A.; MEDEIROS, L. C.; VALDERRAMA, M.; GAZOLLA, P. R.; SANTINI, J. M. K.; SILVEIRA, F. O. E SALIB, G. C. Resposta da Aplicação de Doses Crescentes de Superfosfato Triplo Revestido por Polímeros na Cultura da Soja. In: *Fertbio*, 13-17 setembro de 2010, Guarapari, ES.

- SALTON, J. C. & HERNANI, L. C. Respostas de cultivares de soja à adubação, em condições de alta fertilidade do solo, no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. Resumos expandidos... Manaus: Universidade do Amazonas, 1996. p. 147-168.
- SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.3, p.477-486, 2003.
- SANTOS, H. P. dos et al. Plantio direto versus convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação com cevada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.3, p.449-454, 1995.
- SANTOS, H. P. LHAMBY, J. C. B. SPERA, S. T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.1 p21-29, jan-fev, 2006.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). SAS/STAT user's guide: version 8. Cary, 1999. 1243p.
- SIDIRAS, N. et al. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento de grãos de soja, em Latossolo Roxo distrófico (Oxisol). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.1 p.103-106, 1983.
- 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, v.34, n.2, p.195-199, 1999.
- YUSUF, R. I. et al. Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. *Agronomy Journal*, Madison, v.91, n.6, p.928-933, 1999.