

**Influência no Rendimento de Plantas de Soja pela
Aplicação de Fósforo, Calcário e Gesso em um Latossolo
Sob Plantio Direto**

**Influence of Phosphorus, Limestone and Gypsum
Fertilization on the Yield of the Soybean Plants Grown in no
Tillage System**

Dirceu Luiz Broch

Universidade Federal de Pelotas - UFPEL
Fundação MS - Caixa Postal 40, CEP 79150-000, Maracaju, MS
dirceu.fms@cooagri.coop.br

Antonio Nolla

Departamento de Agronomia - UEM
Campus de Umuarama - PR
anolla@uem.br

Erci Marcos Del Quiqui

Departamento de Agronomia - UEM
Campus de Umuarama - PR
emdquiqui@uem.br

Jean Carlo Possenti

Departamento de Agronomia - UTFPR
Dois Vizinhos - PR
jpossenti@utfpr.edu.br

Resumo: A prática da calagem tem sido largamente empregada nas áreas cultivadas com soja no cerrado brasileiro. Visando minimizar problemas de deficiência hídrica em veranicos, o uso do gesso agrícola tem sido bastante frequente. Em um sistema de plantio direto, onde mantém-se a palhada na superfície do solo, com um mínimo de mobilização, verifica-se uma alteração na dinâmica dos nutrientes, especialmente fósforo e cálcio. Conduziu-se um experimento com duração de três anos em Maracaju (MS), em um latossolo vermelho distrófico tipo argiloso, após quinze anos com

pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens*). Adotou-se o sistema de plantio direto, onde aplicou-se quatro doses de fósforo, 0; 100; 200 e 300 kg de P_2O_5 ha^{-1} na forma de superfosfato triplo, totalizando doze parcelas de 20x 5 m. As parcelas foram divididas em duas subparcelas que receberam os tratamentos de 0 e 2,5 t ha^{-1} de calcário + gesso agrícola (1.500 kg ha^{-1} de calcário + 1.000 kg ha^{-1} de gesso). Semeou-se a soja cultivar BR-16 usando o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Avaliou-se a produtividade e os atributos químicos do solo. Verificou-se que a aplicação de doses crescentes de fósforo aumentou a produtividade da soja e esta foi incrementada quando aplicou-se calcário + gesso.

Palavras-chave: acidez; adubação fosfatada; calagem; gessagem; *Glycine max*.

Abstract: The practice of liming has been widely employed in the areas planted with soybeans in the Brazilian “cerrado”. To minimize problems of water deficit in dry weather, the use of gypsum has been quite frequent. In a system of no tillage, keeping the straw on the soil surface, with minimum moving, there is a change in the dynamics of nutrients, particularly phosphorus and calcium. Our experiment was carried out for three years in Maracaju (MS), in a clay dystrophic latosol, after fifteen years of *Brachiaria decumbens* pasture. The system of no tillage was adopted which application of four rates of phosphorus (0, 100, 200 and 300 kg P_2O_5 ha^{-1}) in the form of triple superphosphate, totaling 12 plots of 20 x 5 m. The plots were divided into two subplots that received the treatments of 0 and 2.5 t ha^{-1} of gypsum + limestone (1,500 kg ha^{-1} of limestone + 1,000 kg ha^{-1} gypsum). The soybean cultivar BR-16 was sown using the experimental design of blocks at random with three replications. The productivity and chemical attributes of the soil were considered. It was found that the progressive application of doses of phosphorus increased the yield of soybean and the yield was also greater when limestone + gypsum were applied.

Key words: acidity; gypsum; *Glycine max*; lime; phosphate fertilization.

1 Introdução

O advento da agricultura mecanizada, associada a técnicas, tais como o desmatamento, fogo, preparo convencional, calagem, fosfatagem, adaptação da soja ao clima tropical, entre outras, nos anos 70, foi o principal responsável pelo desbravamento do cerrado brasileiro. Entretanto, observa-se que a maioria dos solos do cerrado brasileiro apresenta problemas de acidez, com pH-H₂O baixo (<5,5), alta concentração de alumínio (> 1,0 cmol_c kg⁻¹) e baixos teores de cálcio e magnésio, abrangendo a camada superficial (0-20 cm) e subsuperficial (> 20 cm) [1]. Dessa forma, a obtenção do alto rendimento das lavouras comerciais requer a correção da acidez do solo na camada arável, para que as raízes explorem um maior volume, favorecendo a absorção de água e os nutrientes pelo vegetal [2]. Para isso, têm sido empregados produtos que liberam hidroxilas (OH⁻), capazes de neutralizar os prótons (H⁺) da solução do solo. Os materiais empregados como corretivo de acidez são basicamente os óxidos, hidróxidos e carbonatos [3].

Uma prática usual na lavoura tem sido a calagem; entretanto, para uma reação eficaz do calcário aplicado no solo, é necessária a presença de água para sua dissolução, o que justifica a sua incorporação para uma maior eficácia [4]. Ele é capaz de neutralizar a acidez do solo e fornecer nutrientes, principalmente cálcio e magnésio, porém, grande parte da ação do calcário se restringe à camada de 0-20 cm [5]. No sistema plantio direto, onde geralmente a aplicação de calcário é feita na superfície do solo, a ação efetiva do calcário pode se resumir à camada de 0-10 cm [6, 7, 8], de modo que o sistema radicular da maioria das culturas irá predominar apenas na camada superficial do solo [7]. Essa predominância do sistema radicular das culturas na camada superficial (0-10 cm), pode ocasionar uma redução na produtividade das culturas, uma vez que nos solos de cerrado é frequente a ocorrência de veranicos, o que ocasiona uma baixa disponibilidade de água na camada superficial (0-20 cm) [1].

Para minimizar o problema de deficiência hídrica nos veranicos, tem sido utilizado o gesso (CaSO₄·2H₂O), produto condicionador de solo, que apresenta uma alta mobilidade no perfil, capaz de disponibilizar os íons Ca⁺² e SO₄⁻² em solução e pode ser lixiviado, enriquecendo de nutrientes as camadas

subsuperficiais e reduzindo a saturação por Al^{+3} em profundidade [4, 9], o que demonstra a possibilidade de aumentar o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade com a aplicação de calcário e gesso. Desde então, seu uso tem despertado interesse nos mais diversos solos e culturas, como fator atenuador dos efeitos depressivos da acidez do solo na produção. Raij *et al.* [10] avaliaram o efeito de calcário e gesso na produção de soja, cultivados em Latossolo Vermelho distrófico, e constataram diminuição da acidez do solo, atribuindo efeito do calcário na camada superficial e do gesso em profundidade.

No sistema plantio direto, a manutenção da palhada na superfície do solo e a mínima mobilização, a fertilização e calagem superficial, alteram a dinâmica de nutrientes, gerando aumento na sua disponibilidade, especialmente fósforo e cálcio [2, 6, 11]. O aumento do fósforo em solução no sistema plantio direto, ocasionado pelo aumento de pH, pelo manejo do solo (sistema plantio direto) ou pela adubação, pode estar contribuindo na inativação de parte do Al^{+3} (fitotóxico), pela formação de precipitado $Al(OH)_2H_2PO_4$, devido à alta afinidade química entre fósforo e alumínio e pelo efeito fisiológico e desintoxicante do cálcio [12].

Além disso, tem sido observada a interação entre o calcário e o fósforo no solo, na qual o aumento de um dos insumos provoca melhor eficiência de utilização do outro pelas plantas [13, 14, 15]. Isto ocorre, porque a aplicação do calcário, além de neutralizar parte do Al^{+3} trocável devido ao aumento de pH, proporciona diminuição na retenção de fósforo, o que contribui para o aumento na sua disponibilidade em solução [16, 17].

Têm sido observadas maiores respostas à fertilização fosfatada do que à calagem, além da existência de interação entre calcário e fósforo nas doses mais baixas [12, 13, 18], porém, faz-se necessária a obtenção de maiores informações para avaliar os efeitos da aplicação de doses de calcário e de fósforo no desenvolvimento das culturas no sistema plantio direto.

O presente trabalho teve por objetivo relacionar a produtividade da soja com níveis de fósforo e de acidez e gesso no sistema plantio direto sob condições de cerrado.

2 Materiais e métodos

Foi conduzido um experimento, com duração de três anos, no município de Maracaju (MS), Fundação MS, num Latossolo Vermelho distrófico típico muito argiloso [19], após quinze anos de pastagem com *Brachiaria decumbens* (de 1981-1996), cuja caracterização química está descrita na tabela 1. O clima predominante na área caracteriza-se como clima tropical chuvoso, megatérmico, com inverno seco.

Tabela 1. Atributos químicos das camadas de 0-5, 0-10 e 0-20 cm de um Latossolo Vermelho distrófico típico após 15 anos de pastagem de *Brachiaria decumbens*

Atributo químico	Profundidade (cm)		
	0-5	0-10	0-20
pH (CaCl ₂)	4,80	4,80	4,70
pH (H ₂ O)	5,40	5,40	5,30
Ca (cmol _c dm ⁻³) ¹	2,65	2,75	2,48
Mg (cmol _c dm ⁻³) ¹	0,80	0,70	0,62
Al (cmol _c dm ⁻³) ¹	0,19	0,24	0,35
P (mg dm ⁻³) ²	2,27	1,86	1,58
K (cmol _c dm ⁻³) ²	0,77	0,55	0,40
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ³	3,95	3,92	3,98
SB (cmol _c dm ⁻³) ⁴	4,22	4,00	3,50
CTC (cmol _c dm ⁻³) ⁵	8,17	7,91	7,48
V (%) ⁶	51,65	50,47	46,33
MO (g kg ⁻¹) ⁷	31,8	30,60	28,10

¹extrator KCl 1 mol L⁻¹; ²extrator HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹; ³acidez potencial - extrator Acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; ⁴soma de bases; ⁵CTC pH 7,0; ⁶Saturação por bases; ⁷matéria orgânica (Walkley - Black)

A partir de 1996, o solo foi cultivado em sistema plantio direto, com aplicação de quatro doses de fósforo: 0, 100, 200 e 300 kg de P₂O₅ ha⁻¹, na forma de Superfosfato Triplo totalizando doze parcelas de 20 x 5 m. Cada parcela foi dividida em duas subparcelas de 10m x 5 m, com e sem aplicação de calcário+gesso: 0 e 2,5 t ha⁻¹ (1500 kg ha⁻¹ de calcário+1000 kg ha⁻¹ de gesso), ambos aplicados a lanço antes do plantio. O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos casualizados, em parcelas subdivididas, com três repetições.

Realizou-se o cultivo de soja, utilizando-se a cultivar BR-16. Em setembro de 1996, antes da instalação do experimento, foram aplicados, superficialmente em área total, 100 kg ha⁻¹ de KCl, para elevar o nível de potássio. Em todas as parcelas foram utilizados 480 kg ha⁻¹ de 00-16-16 (N-P₂O₅-K₂O), que apresentava em sua composição 10% de Ca, 2,5% de Mg, 7% de S, 0,75% de Zn, 0,2% de B, 0,25% de Cu e 0,30% de Mn. Além disso, as sementes foram inoculadas (Nitragin 150 mL 50 kg⁻¹ de semente) e aplicou-se 350ml ha⁻¹ de micronutrientes através do composto Cofermol L. Para a dessecação da soja no período de colheita, utilizou-se Glifosate (520 g.kg⁻¹) na dose de 3,5 Lha⁻¹.

A colheita da soja foi efetuada manualmente em janeiro de 1997, avaliando-se a produção relativa de grãos em oito linhas centrais de cada parcela, procedendo-se em seguida a trilhagem, sendo então determinada a produção de grãos a 10,2% de umidade para cada parcela. Após a colheita da soja, avaliou-se a produtividade das plantas.

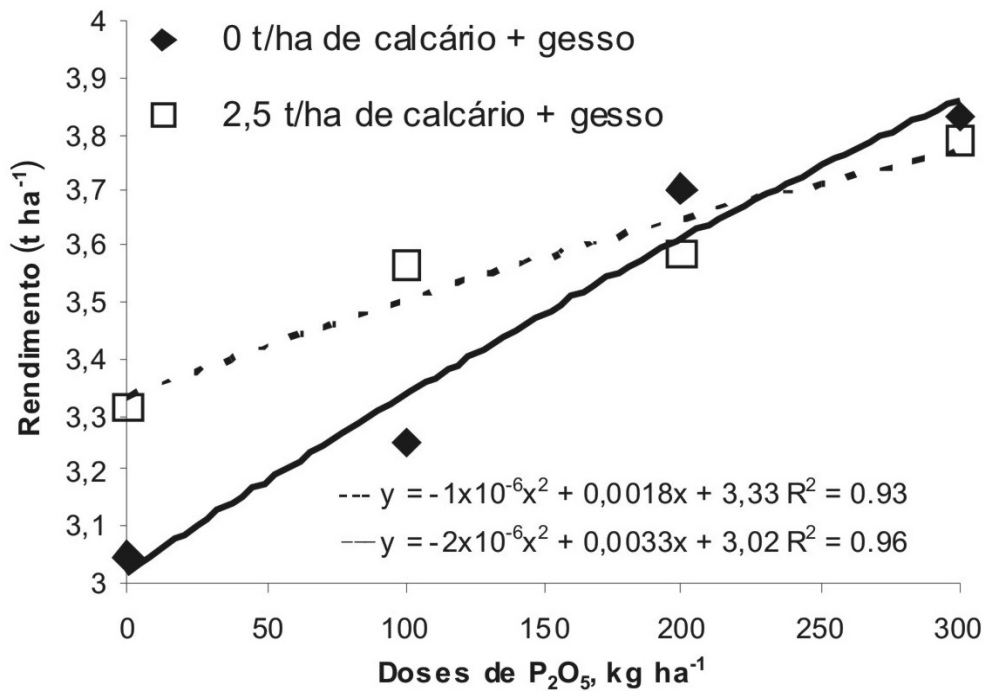
3 Resultados e discussão

A aplicação de doses crescentes de fósforo aumentou a produtividade de soja, independente da aplicação ou não de calcário + gesso (Figura 1), conforme esperado. Observa-se que nos tratamentos onde aplicou-se menos fósforo (0 e 100 t ha⁻¹), a produtividade foi inferior quando não foi efetuada a calagem + gessagem. Isso demonstra que nas condições originais de solo ácido (pH 4,8), faz-se necessária a aplicação de calcário para elevar o pH e saturação por bases e, dessa forma, proporcionar o aumento do potencial produtivo. Resultados semelhantes foram observados por Vidor e Freire [13] em sistema de plantio convencional e por Nolla [17] em sistema de plantio direto.

Nos tratamentos onde aplicou-se as maiores doses de fósforo (200 e 300 kg ha⁻¹), a produtividade da soja foi semelhante, independente da aplicação ou não de calcário + gesso. Isto indica que, [10, 20], a adubação fosfatada pode estar neutralizando parte do alumínio, substituindo em parte o efeito de correção de acidez do calcário. O fósforo acumulado tende a reagir com alumínio e manganês

em solos ácidos, formando compostos estáveis $[\text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4]$ e $[\text{MnPO}_4]$ de baixa solubilidade, que precipitam [20, 21] em função de sua elevada afinidade química com estes metais [22].

Figura 1. Produtividade da soja em função da aplicação superficial de doses crescentes de fósforo, com e sem aplicação de calcário + gesso em um Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistema de plantio direto Maracaju (MS).



Fonte: Autores

Além disso, observa-se que a maior resposta na produtividade da soja, ocorreu quando foi aplicado calcário e gesso, enquanto nos tratamentos com aplicação de doses de 200 e 300 kg ha^{-1} , a resposta na produção de soja foi menor. Segundo Nolla e Anghinoni [8], esta menor resposta de produção em função da aplicação de fósforo nas condições de menor acidez (maior efeito do calcário) e vice-versa caracteriza uma relação de substituição entre os dois insumos.

4 Conclusões

A aplicação de doses de fósforo aumentou a produtividade da soja. Este incremento foi superior quando aplicou-se calcário e gesso, o que indica a necessidade de calagem e adubação nas condições de solo ácido.

5 Referências

- [1] SOUSA, D. M.; LOBATO, E. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.
- [2] NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. *R. Ci. Ex. Nat.*, v. 6, n.1, p. 97-111, 2004.
- [3] ALCARDE, J. C. *Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas*. 2. ed. São Paulo, ANDA, 1992. 26p. (Boletim técnico, 6).
- [4] ALCARDE, J. A.; RODELLA, A. A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; et al., eds. *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa, Sociedade brasileira de Ciência do Solo, p. 291-334, 2003.
- [5] AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I. Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 36, p. 695-702, 2001.
- [6] SÁ, J.C. de M. *Manejo da Fertilidade do solo no plantio direto*. Castro, Fundação ABC, 1993. 94p.
- [7] AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F.C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 28, p. 115-123, 2004.
- [8] NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Critérios de calagem para a soja no sistema plantio direto consolidado. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 30, p. 475-483, 2006.
- [9] RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; COSTA, U.F. Relação entre o teor de cálcio no solo e o desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 7, p. 269-275, 1983.

- [10] RAIJ, B. van; H.A.A. MASCARENHAS; PEREIRA, J.C. V. N. A. IGUE, T. e SODI G. de Efeito de calcário e de gesso para soja cultivada em latossolo roxo ácido saturado com sulfato. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 18, p. 305-312, 1994.
- [11] MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a camada arável do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 7, p. 95-102, 1983.
- [12] ANGHINONI, I. Fertilidade do solo no ambiente subtropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife, PE. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 22 p. CD ROM.
- [13] VIDOR, C.; FREIRE, J.R.J. Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a fixação simbiótica do nitrogênio pela soja. *Agron. Sulriogr.*, v. 8, p. 181-190, 1972.
- [14] PÖTTKER, D.; BEN, J.R. Calagem em solos sob plantio direto e em campos nativos do Rio grande do Sul. In: NUERNBERG, N.J. (Ed.) *Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto*. Lages: NRS-SBCS, p. 77-92, 1998.
- [15] FREITAS, J.G. de; CANTARELLA, H.; CAMARGO, C.E. de O Efeito do calcário e do fósforo na produtividade de grãos e seus componentes nos cultivares de trigo. *Bragantia*, v. 58, p. 1-8, 1999.
- [16] ERNANI, P. R.; FIGUEIREDO, O.R.A.; BECEGATO, V.; ALMEIDA, J.A. Decréscimo da retenção de fósforo no solo pelo aumento do pH. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 20, p. 159-162, 1996.
- [17] NOLLA, A. *Critérios para a calagem no sistema plantio direto*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 169 p. Tese (Doutorado em Ciência do solo).
- [18] ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Reaplicação de calcário no sistema plantio direto consolidado. In: KAMINSKI, J. (Coord.). *Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto*. Pelotas: Núcleo Regional Sul, 2000. p.41-59. (Boletim Técnico, 4)
- [19] EMBRAPA - *Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Embrapa Produção de informação, 1999. 412p.
- [20] NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399p

[21] RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1991. 344p

[22] HAYNES, R.J. Lime and phosphate in the soil-plant system. *Adv. Agron.*, v. 37, p. 249-315, 1984.