



## RESIDUAL DE MODOS DE APLICAÇÃO E REAPLICAÇÃO E DOSES DE CALCÁRIO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA CULTURA DA SOJA

---

Tiago de Lisboa Parente<sup>1</sup>, Edson Lazarini<sup>2</sup>, Sheila Caioni<sup>1</sup>, Luiz Gustavo Moretti de Souza<sup>3</sup>, Flavio Henrique Franzote<sup>4</sup>

1. Pós-graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira SP, Brasil.  
(tiago.c4@hotmail.com)
2. Professor Dr.º adjunto da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira SP, Brasil.
3. Graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira SP, Brasil.
4. Engenheiro agrônomo, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira SP, Brasil.

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

---

### RESUMO

A calagem é a forma mais utilizada para correção de acidez nos solos do Cerrado, pois eleva o pH e promove a neutralização do alumínio tóxico ao sistema radicular, porém, na adoção do Sistema Plantio Direto não é recomendado a incorporação do calcário, visto que o não revolvimento do solo é um dos princípios básicos deste sistema. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de modos de reaplicação de calcário e diferentes doses na cultura da soja, numa área cultivada ao longo de dez anos sob Sistema Plantio Direto. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x4, ou seja, 3 modos de aplicação de calcário (incorporado, em superfície e sem aplicação de calcário). O experimento se iniciou na safra 99/00, sendo aplicado calcário a cada três anos (99/00, 02/03, 05/06 e 08/09) e as avaliações feitas nas safras 08/09, 09/10 e 10/11. Na mesma área, em uma faixa de cultivo a parte (porém com as reaplicações sendo feitas nos mesmos períodos) foram testadas diferentes doses em superfície, sendo 0,0; 0,5; 1,5; 2,0 e 2,5 vezes respectivamente a dose calculada para os demais tratamentos. Foram avaliadas a altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, massa de mil grãos e produtividade. Nas três safras avaliadas, a produtividade da soja não diferiu entre as formas de aplicação incorporada ou em superfície, com relação às doses em superfície os demais caracteres não apresentaram nenhuma diferença estatística.

**PALAVRAS-CHAVE:** aplicação em superfície, calagem, *Glycine max*

## RESIDUAL OF MODES OF APPLICATION AND REAPPLICATION AND DOSES OF LIME UNDER NO-TILLAGE SYSTEM IN THE SOYBEAN CROP

### ABSTRACT

Liming is the form most commonly used to correct acidity in the soils of the Cerrado, it elevates the pH and promotes the neutralization of toxic aluminum to the root system, however, the adoption of No-Tillage System is not recommended lime incorporation, since the no soil disturbance is one of the basic principles of this system. Thus, we aimed to evaluate the effect of modes applied lime at different doses in soybean, grown in over ten years under No-Tillage System area. The design was completely randomized with a 3x4, or 3 modes of application of lime (embedded in the surface and without liming). The experiment began on 99/00 crop, lime being applied every three years (99/00, 02/03, 05/06 and 08/09) and assessments made during the harvest 08/09, 09/10 and 10 / 11. In the same area, a region of growing the party (but with the reapplication being made in the same periods) different concentrations in surface, being 0.0; 0.5; 1.5; 2.0 and 2.5 times respectively the calculated dose to the other treatments. The height of plant, height of the first pod, number of pods, thousand grain weight and yield. In the three crops, soybean yield did not differ between the forms of embedded or surface with respect to the application surface doses in the remaining characters showed no statistical difference.

**KEYWORDS:** *Glycine max*, lime, surface application.

### INTRODUÇÃO

De acordo com a FEBRAPDP & CONAB (2012), na safra brasileira 2011/12 mais de 31,8 milhões de hectares no país foram cultivados em SPD e esse número é crescente a cada ano. O Sistema Plantio Direto (SPD) foi implantado inicialmente no país com o intuito de minimizar os efeitos da erosão e a compactação dos solos, no entanto, segundo ALTMANN (2010) com o passar do tempo este sistema evoluiu e passou a ter uma visão sistêmica fundamentada no não revolvimento do solo, na cobertura permanente do mesmo e na rotação de culturas.

VERONEZI et al. (2012) afirmam que os solos tropicais têm como característica marcante elevada acidez e toxicidade por Al, além de baixos teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ . Devido a isso o emprego da calagem em áreas de Cerrado é um fator determinante para o sucesso dos produtores.

Contudo, a adoção da calagem no SPD tem levantado questões em relação à eficiência das formas de aplicação, pois no plantio convencional o calcário é incorporado com as operações de mobilização do terreno promovendo a correção do pH até as camadas subsuperficiais, já no plantio direto não há revolvimento do solo, sendo o corretivo então aplicado em superfície. Na contramão desta prática há estudos apontando que, em razão da baixa solubilidade e mobilidade do calcário no perfil do solo (PAVINATO et al., 2009), a correção da acidez em subsuperfície é prejudicada quando a calagem é realizada em superfície (COSTA & ROSOLEM, 2007).

Por sua vez, CAIRES (2013) salienta que a água da chuva exerce sim grande influência no transporte de calcário para correção da acidez subsuperficial, no entanto, ainda há necessidade de se investigar as condições de campo no SPD, deve-se considerar as diferentes situações de solo, clima e o tempo de adoção do sistema sem preparo.

Outro ponto que exerce grande influência no sistema conservacionista é a quantidade e a qualidade da palhada usada como cobertura do solo, pois vários estudos dos últimos anos têm mostrado os efeitos benéficos da utilização de culturas de cobertura nas propriedades do solo, refletindo na produtividade das lavouras. Mesmo assim ainda há pontos a serem elucidados em relação ao assunto, já que em alguns casos esta linha de raciocínio não acontece na prática, como citam MACHADO & ASSIS (2010) que não observaram efeito de oito espécies de cobertura do solo usadas na entressafra da soja, sobre a produtividade de grãos, mesmo tendo alta produção de fitomassa.

O estudo das plantas de cobertura do solo tem se intensificado pelo fato das mesmas constituírem uma forma de aumentar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, tais como o milho e as braquiárias. Essas duas se destacam pela possibilidade de cultivo em sucessão as grandes culturas comerciais, e assim podendo-se optar pelo pastejo na entressafra de verão, e ainda produzir palhada para o SPD (SORATTO et al., 2011). De acordo com CASTRO et al. (2004), a capacidade dos resíduos vegetais em mobilizar cátions em solos ácidos está ligada intimamente com o teor de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, como por exemplo, o ácido málico e o cítrico.

Segundo ROSOLEM et al. (2004) os resíduos vegetais liberam compostos orgânicos hidrossolúveis de baixa massa molar (ácidos orgânicos) antes do início da decomposição, sendo este um dos principais mecanismos responsáveis pela eficiência da correção da acidez do solo com aplicação de calcário em superfície em Sistema Plantio Direto. Corroborando com esta opinião, FRANCHINI et al. (2003) também apontam que a matéria orgânica é a principal fonte de ácidos orgânicos, no entanto a lavagem direta dos resíduos vegetais e a produção de exsudados radiculares e microbianos também podem fornecer tais substâncias.

Segundo AMARAL et al. (2001) a utilização do calcário superficialmente permite que as partículas finas aprofundem-se no perfil do solo, em razão de uma melhor estruturação, ocorrendo dessa forma o aumento do pH e neutralização do Al em camadas mais profundas. Contudo, CAIRES et al. (2001) salientam que a calagem em superfície requer a adoção de critérios adequados para estimar a dose correta a ser aplicada, pois ela pode causar redução na absorção de Zn e Mn acarretado pelo aumento do pH nas camadas superficiais, podendo inclusive comprometer a produtividade das culturas.

Desta forma, tendo em vista que no SPD não ocorre movimentação do perfil do solo ao longo do tempo e aplicação de corretivos é feita apenas na superfície, é levantada a hipótese da necessidade de incorporação de corretivos mesmo em sistemas cultivados a vários anos, teoricamente já estabilizados.

O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência da calagem em superfície ou incorporada bem como a necessidade ou não da reaplicação ao longo do tempo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido na área experimental da FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS. O clima da região é tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, segundo a classificação internacional de Köppen, apresentando temperatura, precipitação e umidade relativa média anual de 24,5°C, 1370 mm e 64,8%, respectivamente (HERNANDEZ et al., 1995). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (EMBRAPA, 2013).

No ano agrícola 1999/00, iniciou-se o experimento com modos de aplicação de calcário e culturas de cobertura, na implantação do Sistema Plantio Direto. Nos tratamentos foram utilizados três modos de aplicação de calcário (incorporado, em superfície e sem calcário). Sempre antes do plantio da soja foi feito o cultivo de milho (*Pennisetum americanum* L. Leeke) para formação de palhada.

Antes do preparo da área foram feitas amostragens de solo a 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade, para caracterização química, cujos dados estão na Tabela 1.

**TABELA 1.** Resultado da análise química do solo da área experimental, realizada antes da instalação do experimento no ano agrícola 1999/00.

Prof. cm	P resina mg dm <sup>-3</sup>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>							CTC	V %
				K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB		
0 - 20	22	23	4,9	1,2	21	6	28	1	28,2	56,2	50
20 - 40	5	16	4,6	0,6	13	3	31	4	16,6	47,7	36

O preparo inicial do solo foi realizado pelo sistema convencional com uma aração e duas gradagens. Nos tratamentos com incorporação, o calcário foi aplicado a lanço, 50% antes da aração e 50% após a aração e antes da primeira gradagem no mês de agosto de 1999, com a segunda gradagem realizada pouco antes da semeadura das culturas de cobertura do solo. Nos tratamentos em superfície, o calcário foi aplicado imediatamente após a semeadura das culturas de cobertura, que foi realizada em 17/08/99.

Nos tratamentos que receberam calagem, o calcário foi distribuído a lanço e pretendeu-se elevar a 70% a saturação por bases, aplicando-se assim 1.235 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com PRNT de 91%. A quantidade de calcário a ser utilizada foi calculada pelo método da saturação por bases (SOUSA & LOBATO, 2004). Para implantação dos tratamentos, no sentido transversal da área foram alocados os modos de aplicação de calcário e, no sentido longitudinal, a área foi primeiramente semeada com milho para posterior plantio da soja. A adubação para esta cultura seguiu as recomendações de MASCARENHAS & TANAKA (1996).

Ao final de novembro de 2001 foi implantada novamente a cultura da soja. Em agosto de 2002 realizou-se amostragem de solo (0-10 cm) em todas as parcelas nas entrelinhas da soja, em cada tratamento onde houve ou não aplicação de calcário em 1999. Calculou-se a dose de calcário a ser reaplicada, pelo método de elevação da saturação por bases, objetivando elevar o valor de V% a 70, estipulando como dose máxima 2,5 t ha<sup>-1</sup>.

No ano agrícola 2002/03 os tratamentos com modos de aplicação de calcário utilizados no início do experimento foram subdivididos em quadro, onde instalou-se os tratamentos com reaplicação ou não de calcário e na presença ou ausência de escarificação. Cada parcela passou a possuir as dimensões de 4,5 m de largura e 22,5 m de comprimento.

Nos tratamentos onde houve escarificação (com ou sem reaplicação do calcário), esta foi realizada com arado escarificador, a uma profundidade máxima de 30 cm. Objetivou-se com a escarificação promover uma descompactação superficial do solo e auxiliar na incorporação do calcário reaplicado em superfície e nos tratamentos sem reaplicação de calcário, isolar o efeito desta operação, em função da compactação superficial que ocorre em áreas onde se utiliza plantio direto há alguns anos.

A reaplicação do calcário nos respectivos tratamentos foi realizada no início de setembro de 2002. Nos anos agrícolas 02/03, 03/04 e 04/05 o milho foi

novamente semeado na primavera antes da semeadura da soja, e a adubação da cultura sempre seguiu a recomendação de MASCARENHAS & TANAKA (1996), utilizando-se 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16.

No ano agrícola 2005/06, manteve-se os modos de aplicação de calcário e reaplicou-se o mesmo em outubro de 2005 para elevar a saturação por bases para 60%. Neste ano, numa área separada no mesmo local e com as mesmas reaplicações de calcário passaram a ser testadas diferentes doses de corretivo, onde foi reaplicado novamente 0,0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 vezes a dose do calcário (PRNT 81,9%) necessária para elevar o V% a 60. Com isso objetivou-se comparar doses de calcário aplicadas em superfície após a implantação do Sistema Plantio Direto. O milho foi novamente semeado para formação de palhada para o cultivo da soja subsequente, o que se repetiu em 06/07 e 07/08.

Para safra 08/09 foi realizada novamente a amostragem e feita nova reaplicação de calcário para elevar a saturação por bases a 60%. A dose recomendada por ser relativamente pequena (464 kg ha<sup>-1</sup>), foi reaplicada anualmente nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11. A dessecação da cultura do milho foi realizada utilizando os herbicidas glyphosate na dose de 1.440 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 2,4 D na dose de 670 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Sendo o milho manejado mecanicamente com rolo faca posteriormente.

Realizou-se a semeadura da soja com o auxílio de uma semeadora - adubadora de precisão, para plantio direto, com 7 linhas com disco de corte frontal para corte da palha e haste para deposição do adubo. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m, com 16 sementes por metro de linha. As sementes foram tratadas com fungicida à base de carboxin (200 g i.a. L<sup>-1</sup>) e thiram (200 g i.a. L<sup>-1</sup>), na dose de 250 mL p.c. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, a inoculação foi realizada com inoculante turfoso visando colocar 600 mil células semente<sup>-1</sup>. Foi utilizada a cultivar BRSMG - 68 (Vencedora) no ano agrícola 08/09 e a cultivar MG/BR 46 Conquista em 09/10 e 10/11. Na adubação de semeadura foram utilizados 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-20-20, na linha de semeadura. Aplicação de fungicida e inseticida na cultura ocorreu de acordo com a necessidade, sendo que foram utilizados os produtos azoxistrobina (200 g i.a. L<sup>-1</sup>) na dose 0,3 L p.c. ha<sup>-1</sup> + o inseticida cypermotrina (250 g i.a. L<sup>-1</sup>) na dose de 200 mL p.c. ha<sup>-1</sup>.

As avaliações realizadas seguiram a metodologia abaixo.

Quando as plantas atingiram o estágio R8 coletou-se na área útil de cada parcela, duas amostras aleatórias de 5 plantas seguidas na linha de semeadura. Posteriormente foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas, altura de inserção das primeiras vagens, número de vagens e ramos por planta. A altura das plantas e da inserção da primeira vagem foram determinadas com o auxílio de uma fita métrica, medindo - se, respectivamente, a distância entre o colo ao ápice da planta e do colo à inserção da primeira vagem. O número de vagens por planta foi obtido pela razão entre o número de vagens obtidas em cada amostra e o número de plantas amostradas. O número de ramos por planta foi determinado pela contagem das mesmas.

Para produtividade de grãos realizou-se a colheita da área útil das parcelas que correspondeu a 2 linhas no centro da parcela com 3 m de comprimento (2,7m<sup>2</sup>). Após arranquio as plantas foram trilhadas mecanicamente em trilhadora estacionária, sendo pesados posteriormente em balança de precisão (0,01 g) e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup>. Em seguida, retirou-se uma amostra de grãos para determinação da umidade (método da estufa - 105 °C/24 horas), para posterior

correção da massa da produtividade obtida a 13% de umidade (base úmida).

Massa de mil grãos: foi avaliada pela contagem de mil grãos, da produtividade obtida em cada repetição. Em seguida estes grãos foram pesados em balança de precisão (0,01 g) e realizada a correção dos dados a 13% de umidade (base úmida). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2000)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à avaliação das características agrônômicas da soja na safra 2008/09 podem ser observados de acordo com a Tabela 2. É possível verificar que a utilização de diferentes doses em SPD não influenciou na população final de plantas, altura das mesmas, altura de inserção da primeira vagem, no número de vagens, na massa de mil grãos e também na produtividade.

Estes resultados corroboram com os que foram encontrados por CORRÊA (2006), que realizou o mesmo trabalho na safra 2005/06 e também não obteve resultados semelhantes.

Em estudos feitos por LIMA et al. (2009) com cobertura vegetal e doses de calagem em superfície na soja em safrinha também não houve diferença nas características agrônômicas e nos componentes da produção, tanto pela ação conjunta de ambos, quanto pelo efeito isolado.

**TABELA 2.** Valores de F e médias obtidas na análise de regressão dos dados de altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem (cm), número de vagens por planta, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de soja em função dos tratamentos. Selvíria - MS, 2008/09.

Tratamento	Altura de planta (cm)	Altura de Inserção (cm)	Número de vagens/ planta	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Dose 0	107,7	21,2	58,6	134,7	3427
Dose 0,5	105,1	23,0	53,0	132,5	3535
Dose 1,0	108,5	20,0	57,8	128,6	4209
Dose 1,5	113,9	23,6	62,0	124,4	3414
Dose 2,0	113,8	22,9	48,0	135,7	3529
Dose 2,5	104,9	26,4	60,8	125,7	3598
Teste F					
Regr. linear	0,34 <sup>ns</sup>	4,40 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	2,73 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Regr. quadrática	2,04 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>
CV %	6,37	14,42	23,39	4,37	10,20

ns = não significativo a 5% no teste F.

Os dados referentes ao manejo de aplicação (incorporado, em superfície e ausência de calcário) do corretivo e as reaplicações ao longo dos anos são apresentados na Tabela 3.

**TABELA 3.** Valores de F e médias obtidas na análise de variância dos dados de população de plantas, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem (cm), número de vagens por planta, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de soja em função dos tratamentos. Selvíria - MS, 2008/09.

Tratamento	Altura de planta (cm)	Altura de Inserção (cm)	Número de vagens/planta	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Incorporado	101 b	24,33	48,05 ab	121,93 b	2987 b
Superfície	108 a	21,29	59,89 a	132,11 a	3107 b
Sem calcário	103 ab	24,29	46,30 b	129,83 a	3828 a
Reaplicação 1*	104	22,30	51,05	127,95	3660 a
Reaplicação 2*	108	23,12	53,32	130,08	3473 ab
Reaplicação 3*	100	24,24	44,47	128,05	3028 b
Reaplicação 4*	103	23,53	56,77	125,74	3067 ab
Teste F					
Manejo (M)	3,71 *	3,19 <sup>ns</sup>	4,11*	6,51 **	11,99 **
Reaplicação (R)	2,25 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	4,17 *
M x R	0,83 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
CV (%)	7,12	16,78	28,33	6,55	15,88

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade (\*) e 1% de probabilidade (\*\*).

\*Reaplicação 1: Calcário 1999/00, calcário 2002/03, calcário 2005/06 e calcário 2008/09;

\*Reaplicação 2: Calcário 1999/00, calcário 2002/03, calcário 2005/06, calcário 2008/09, calcário 2009/10 e calcário 2010/11;

\*Reaplicação 3: Calcário 1999/00 e calcário 2005/06;

\*Reaplicação 4: Calcário 1999/00;

Em relação ao manejo de aplicação, a utilização da calagem em superfície proporcionou maior altura de planta, enquanto que para massa de mil grãos e produtividade a não utilização de calcário se mostrou mais eficiente. Esse resultado ocorreu possivelmente devido a área já estar sob Sistema Plantio Direto a cerca de dez anos e o solo já se encontrava em uma situação de fertilidade favorável ao bom desenvolvimento da cultura, teoricamente devido a elevação dos teores de matéria orgânica (devido à manutenção da palhada) e ciclagem de nutrientes.

Em relação as reaplicações, a Reaplicação 1 foi a que se mostrou mais eficiente, indicando resultados mais satisfatórios com a correção do solo a cada três anos. Ao observar os dados referentes ao ano seguinte (2009/10), que pode ser visto na Tabela 4, pode-se ver que não houve diferença para altura de plantas e número de vagens, porém na ausência de calcário foram obtidas novamente as maiores médias para massa de mil grãos e produtividade.

Para altura de inserção da primeira vagem vê-se que a calagem superficial e ausência da mesma não diferiram entre si, porém o corretivo quando incorporado no solo acarretou plantas com alturas de inserção menores do que as parcelas que não

continham calcário. DELAVALLE et al. (2000) não encontraram diferença na altura de inserção da primeira vagem em soja cultivada com diferentes manejos de aplicação e culturas de cobertura.

**TABELA 4** - Altura de planta e de inserção da primeira vagem (cm), número de vagens por planta massa de mil grãos (g) e produtividade de grãos sob o efeito de manejos de aplicação e formas de reaplicação de calcário. Selvíria - MS, 2009/10.

Tratamento	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção (cm)	Número de vagens/planta	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Incorporado	87,0	20,9 b	45,1	121,5 b	1828 b
Superfície	90,1	21,6 ab	43,1	134,4 ab	2109 ab
Sem calcário	103,1	23,2 a	36,5	138,9 a	2223 a
<b>Reaplicações</b>					
Reaplicação 1*	90,1	21,5	39,0	128,3 b	2071
Reaplicação 2*	89,5	21,7	42,1	122,7 b	1934
Reaplicação 3*	105,1	22,2	42,8	139,8 a	2142
Reaplicação 4*	89,1	22,2	42,4	135,5 ab	2066
<b>Teste F</b>					
Manejo (M)	2,07 ns	5,03*	2,79 ns	15,51**	9,00**
Reaplicação (R)	1,28 ns	0,34 ns	0,32 ns	8,31**	1,23 ns
M*R	0,91 ns	1,04 ns	1,07 ns	8,47**	4,69**
<b>DMS</b>					
Manejo	20,6	1,8	9,4	7,9	235
Reaplicação	26,3	2,3	11,9	10,1	299
CV%	25,5	9,4	25,9	6,9	13,2

ns, \* e \*\* são, respectivamente, não significativo, significativo a 5% e a 1% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

\*Reaplicação 1: Calcário 1999/00, calcário 2002/03, calcário 2005/06 e calcário 2008/09;

\*Reaplicação 2: Calcário 1999/00, calcário 2002/03, calcário 2005/06, calcário 2008/09, calcário 2009/10;

\*Reaplicação 3: Calcário 1999/00 e calcário 2005/06;

\*Reaplicação 4: Calcário 1999/00.

Apesar de nenhuma das reaplicações ter demonstrado diferença ao serem analisadas separadamente houve interação significativa entre Manejo e Reaplicação, sendo o desdobramento representado na Tabela 5.

Com o desdobramento observou-se que as reaplicações 1 e 3 apresentaram valores iguais significativamente com os diferentes modos de aplicação de calcário, porém o modo sem calcário apresentou maiores produtividades. Para reaplicação dentro de manejo, no calcário incorporado houve diferenças significativas, sendo



que a reaplicação 1 apresentou valores mais expressivos, apontando que as varias aplicações de calcário ao longo dos anos podem influenciar na produtividade da soja. Já no modo sem calcário a reaplicação 4 apresentou o maior valor. Em estudos realizados por OLIVEIRA (2009) também foram encontradas as maiores produtividades nos tratamentos sem utilização de calcário, corroborando com o presente trabalho.

**TABELA 5** - Desdobramento da interação residual dos modos de aplicação de calcário x época de reaplicação de calcário, significativa para produtividade de grãos na cultura da soja. Selvíria – MS, 2009/10.

Manejo	Reaplicação			
	Reaplicação 1	Reaplicação 2	Reaplicação 3	Reaplicação 4
Incorporado	2114 a A	1928 a AB	1758 b AB	1510 b B
Superfície	1827 a A	2076 a A	2279 a A	2253 a A
Sem calcário	2271 a AB	1797 a B	2388 a A	2435 a A

DMS – Desdobramento do manejo dentro da reaplicação: 470

DMS – Desdobramento da reaplicação dentro do manejo: 518

Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%

Em relação à massa de mil grãos, pode-se observar o desdobramento da interação entre manejos de aplicação de calcário e reaplicações ao longo do tempo, demonstrado na Tabela 6. É possível observar que na reaplicação 3 (calcário em 1999/00 e 2005/06) a não utilização de corretivo se mostrou superior em relação às demais. Enquanto que na reaplicação 4 as formas de utilização em superfície e sem calcário foram igualmente superiores à incorporação com escarificador.

**TABELA 6** - Desdobramento da interação residual dos modos de aplicação de calcário x época de reaplicação de calcário, significativa para a massa de 1.000 grãos na cultura da soja. Selvíria – MS, 2009/10.

Manejo	Reaplicação			
	Reaplicação 1	Reaplicação 2	Reaplicação 3	Reaplicação 4
Incorporado	133,1 a A	122,4 a AB	119,5 c AB	111,1 b B
Superfície	123,2 a C	125,5 a BC	141,8 b AB	147,0 a A
Sem calcário	128,8 a B	120,1 a B	158,2 a A	148,4 a A

DMS – Desdobramento do manejo dentro da reaplicação: 15,9

DMS – Desdobramento da reaplicação dentro do manejo: 17,5

Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação às doses que foram utilizadas na safra 2009/10, os dados em relação à altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e massa de mil grãos não demonstraram ajuste de regressão significativo. Estes dados corroboram com os encontrados por CORRÊA (2006) em pesquisa semelhante. Como é possível ver na Tabela 7, apenas a produtividade foi significativa, apresentando inclusive ajuste linear.

**TABELA 7.** Médias de alturas de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos e produtividades de soja em função de doses de calcário. Selvíria – MS, 2009/10.

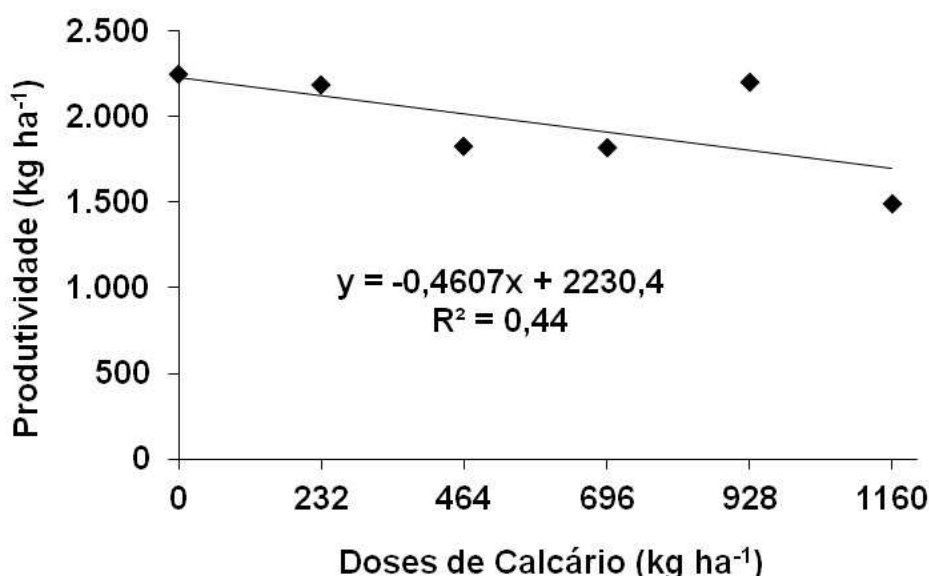
Doses de Calcário <sup>(1)</sup>	Altura de Planta (cm)	Altura da 1ª Vagem (cm)	Número de vagens	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade de (kg ha <sup>-1</sup> )
0,0	88,7	21,9	46,2	147,0	2.252
0,5	89,6	22,7	39,7	137,2	2.185
1,0	92,5	21,6	36,2	123,1	1.827
1,5	99,0	25,0	40,6	120,3	1.816
2,0	91,4	20,0	43,1	139,0	2.205
2,5	94,9	25,5	35,8	108,8	1.494
R.L.	2,33 ns	2,56 ns	2,21 ns	0,02 ns	22,08 <sup>**</sup> (2)
R.Q.	0,89ns	0,65 ns	0,54 ns	0,03 ns	0,06 ns
CV (%)	7,17	9,12	14,81	8,26	9,69
Média Geral	92,7	22,8	40,2	129,2	1.963

ns e \*\* são, respectivamente, não significativo e significativo a 1% pelo teste F.

(1) dose 0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 vezes a dose calculada para aplicação de área com soja com base na dose 1 calculada para elevar V% a 60.

(2)  $y = -149,6x + 2441,4$  ( $R^2 = 0,52$ )

Analisando-se o gráfico da Figura 1, vemos que a produtividade se comportou de forma linear decrescendo de acordo com as doses a serem utilizadas no período avaliado.



**FIGURA 1.** Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja em função das doses de calcário. Selvíria – MS, 2009/10.

Apesar de a produtividade ter sido relativamente baixa vemos que a dose 0 se destacou com a maior média. Ao longo do período os tratamentos já tinham recebido até 3 reaplicações de calcário, e segundo CAÍRES et al. (2001) isso pode interferir

na produtividade por conta da redução na absorção de Zn e Mn, devido à elevação do pH nas camadas superficiais do solo. Este efeito pode ter sido acentuado devido o fato de que a área já estava a mais de dez anos em Sistema Plantio Direto e recebendo calagem.

VERONEZE et al. (2012) também realizaram estudos testando o efeito de diferentes doses de calcário na soja em plantio direto, e verificaram aumento de produtividade conforme o incremento da dose de corretivo, diferentemente do presente trabalho. No entanto os autores verificaram este comportamento em área de primeiro cultivo de soja, o que reforça os dados do presente trabalho.

No último ano da avaliação, correspondente à safra 2010/11, podemos ver pela Tabela 8 que nenhum dos caracteres avaliados foi significativo para regressão linear ou quadrática. Para altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens e massa de mil grãos, este comportamento foi idêntico aos dois anos anteriores (2008/09 e 2009/10). Para a produtividade, igualmente ao ano agrícola 2008/09, também não houve ajuste de regressão.

Para altura de inserção da primeira vagem, CARVALHO et al. (2010) afirmam que a cultivar escolhida para uma determinada região, deve apresentar uma altura de inserção de pelo menos 10 cm a 12 cm, demonstrando que os dados do presente estudo se encontram dentro do adequado.

**TABELA 8.** Valores de F e médias obtidas na análise de regressão dos dados para, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem (cm), número de ramos, número de vagens por planta, massa de mil grãos (g) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de soja em função dos tratamentos. Selvíria - MS, 2010/11.

Tratamento	Altura planta (cm)	Altura inserção (cm)	Número vagens/planta	Massa de mil grãos (g)	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
Dose 0,0	78,00	18,60	63,50	185,40	2861
Dose 0,5	74,35	18,35	55,95	190,05	2997
Dose 1,0	72,10	16,15	82,90	185,95	2846
Dose 1,5	74,50	15,25	65,70	189,30	2845
Dose 2,0	80,25	15,65	79,85	188,72	3436
Dose 2,5	80,50	17,60	53,45	192,92	3180
Teste F					
Regressão Linear	0,54 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1,12 <sup>ns</sup>	3,46 <sup>ns</sup>	2,90 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
CV %	13,81	14,82	27,86	5,85	17,14

ns= não significativo a 5% no teste F.

Avaliando-se os diferentes manejos de aplicação e as reaplicações em 2010/11 na Tabela 9, vemos que as reaplicações novamente não influenciaram em nenhum dos parâmetros testados, ocorrendo interferência apenas com relação ao manejo.

Foi possível constatar que para altura de planta os tratamentos sem calcário

se mostraram mais eficientes, e para número de vagens a aplicação superficial do corretivo demonstrou maior eficiência, diferente do que foi observado por LIMA et al. (2009), que também testaram aplicação de calcário em superfície com plantas de cobertura no início da implantação do SPD, e não foi observada nenhuma diferença para as características agrônômicas da cultura. Os autores também não observaram interação entre o uso de corretivo e o manejo da aplicação, semelhante ao resultado do presente estudo.

**TABELA 9.** Valores de F e médias obtidas na análise de variância dos dados de altura de plantas (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm), número de ramos, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de soja em função dos tratamentos (Selvíria, MS, 2010/11).

Tratamento	Altura planta (cm)	Altura Inserção (cm)	Massa mil grãos (g)	Número de Vagens	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Incorporado	74,35 b	18,11	190,21	58,61 b	3058,22
Superfície	73,55 b	16,88	186,27	79,41 a	3007,84
Sem calcário	81,50 a	17,52	193,03	64,05 b	2915,84
Reaplicação 1*	75,90	17,18	188,96	66,36	2972,68
Reaplicação 2*	75,90	17,61	192,55	67,56	3059,24
Reaplicação 3*	76,53	17,08	187,19	68,63	3056,39
Reaplicação 4*	77,53	18,15	190,65	66,86	2887,57
Teste F					
Manejo (M)	6,28**	0,82 <sup>ns</sup>	2,34 <sup>ns</sup>	6,95**	0,57 <sup>ns</sup>
Reaplicação (R)	0,14 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>
M x R	1,68 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	1,84 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>
CV %	9,13	15,40	4,67	24,29	12,74

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 1% (\*\*) e 5% (\*) de probabilidade.

ns= não significativo pelo teste F.

\*Reaplicação 1: Calcário 1999/00, calcário 2002/03, calcário 2005/06 e calcário 2008/09;

\*Reaplicação 2: Calcário 1999/00, calcário 2002/03, calcário 2005/06, calcário 2008/09, calcário 2009/10, calcário 2010/11;

\*Reaplicação 3: Calcário 1999/00 e calcário 2005/06;

\*Reaplicação 4: Calcário 1999/00.

Tendo em vista os dados apresentados por este estudo, podemos ver que a calagem no plantio direto pode demonstra resultados contrários ao que se espera, ou exerce pouca influência na produção das culturas em alguns casos. Com relação a isso, CAIRES (2013) chama atenção para resultados de pesquisa no Brasil que tem demonstrado altas produtividades das culturas obtidas sem utilização de calcário em solos com elevada acidez (pH baixo e alumínio trocável alto) em SPD, a explicação seria a condição de maior umidade no solo, concentrações suficientes de cátions trocáveis e menor toxicidade de alumínio para as plantas, resultantes do Sistema Plantio Direto.

Quanto a estes casos, VIEIRA et al. (2009) também comentam que a baixa

resposta de algumas culturas à calagem pode ter relação com a complexação de Al em decorrência dos altos teores de matéria orgânica do solo, permitindo assim bons rendimentos mesmo em áreas de acidez elevada. Outro fator também que pode inferir tais resultados é o alto teor de P em algumas áreas com calagem (VIEIRA et al., 2012), pois a resposta das culturas à calagem também tem relação direta à disponibilidade de P, tanto pela diminuição da retenção do ânion fosfato no solo, quanto pelo maior volume de solo ocupado pelas raízes das plantas (ERNANI et al., 2000).

Dessa forma, apesar da eficiência do calcário ter sido comprovada a muito tempo, é importante ressaltar também que a condição química e física diferenciada, que a presença de material orgânico em boas quantidades proporciona ao solo, causam compensação dos índices negativos de pH.

### CONCLUSÃO

Em áreas onde já é utilizado o Sistema Plantio Direto a vários anos, como é o caso do presente trabalho, a produtividade de soja não difere em relação à aplicação de calcário em superfície ou incorporado, sendo preferível a utilização superficialmente devido a redução de custos operacionais e preservação da estrutura do solo.

Quanto à utilização de múltiplas doses a cada três anos e a reaplicação do corretivo, não há efeito positivo para produtividade de soja, podendo inclusive causar redução na produção, como ocorreu em uma das safras devido a alteração do pH acarretando dificuldade na absorção de micronutrientes.

Dessa forma, os critérios para adoção da calagem devem levar em consideração não apenas a acidez, os índices de saturação de bases e os teores de Ca e Mg no solo, mas também o período em que a área se encontra em SPD.

### REFERENCIAS

ALTMANN, N. **Plantio Direto no Cerrado: 25 anos acreditando no Sistema**. Passo Fundo, RS. Aldeia Norte Editora, 2010. 568p.

CAIRES, E. F. **Correção da acidez do solo em Sistema Plantio Direto**. Piracicaba: editora IPNI. Informações Agronômicas, n.141, 2013, 13p.

CAIRES, E.F. et al. Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema de plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.4, p.1029-1040, 2001.

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; OGOSHI, F. G. A.; BOTREL, E. P.; ALCANTARA, H. P.; SANTOS, J. P. Desempenho de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.892-899, 2010.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; MENEGALE, M. L. C. Calagem e silicatagem superficiais e a disponibilidade de cátions hidrossolúveis em culturas anuais e braquiária. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, p.740-748, 2012.

CORRÊA, P.C. **Reaplicação de calcário na cultura de soja em plantio direto**. Ilha Solteira, 2006, 32p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) –

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

COSTA, A.; ROSOLEM, C. A. Liming in the transition to no-till under a heat soybean rotation. **Soil and Tillage Research**, v.97, p.207-217, 2007.

DELAVALE, F. G.; LAZARINI, E.; BUZETTI, S. Efeitos de coberturas e manejo do calcário na implantação do sistema de plantio direto em solo característico de cerrado. In: FERTIBIO, 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.

ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, J. A. L.; CAMPOS, M. L.; CAMILLO, R. J. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:337-544, 2000.

FRANCHINI, J. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; TORRES, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, A. Organic composition of green manure during growth and its effect on cation mobilization in an acid Oxisol. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, p.2045-2058, 2003.

HERNANDEZ, F. B. T. et al. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série irrigação, 01).

LIMA, E. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agrônômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.069-080, 2009.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R. Soja. In: RAIJ, B van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996, 202p.

OLIVEIRA, W. A. S. **Modos e aplicação e reaplicação de calcário nas culturas de milho e soja em plantio direto: efeito residual**. 2009. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual paulista, Ilha Solteira, 2009.

PAVINATO, P. S.; MERLIN, A.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1031-1040, 2009.

ROSOLEM, C. A.; MIYAZAWA, M.; FRANCHINI, J. C.; PAVAN, M. A.; COSTA, A. Soil acidity, pH and aluminum management in tropical soils: the Brazilian experience. In: World soybean research conference, 7.; International soybean processing and utilization conference, 4.; Congresso brasileiro de soja, 3., 2004, Foz do Iguassu.

**Proceedings.** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.310-318.

SCHLINDWEIN, J.A. & GIANELLO, C. Necessidades de novos estudos de calibração e recomendação de fertilizantes para as culturas cultivadas sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, v.79, p.12-15, 2004.

SORATTO, R. P.; ROSOLEM, C. A.; CRUSCIOL C. A. C. **Integração lavoura-pecuária-floresta:** alguns exemplos no Brasil Central. Botucatu: FEPAF, 2011. 110p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2004. p.147-168. (Embrapa Cerrados, 2º edição).

VERONESE, M.; FRANCISCO, E. A. B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C. A. Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47, n.8, p.1158-1165, 2012.

VIEIRA, F. C. B.; BAYER, C.; ZANATTA, J. & ERNANI, P. R. Organic matter kept Al toxicity low in a subtropical notillage soil under long-term (21-year) legume-based crop systems and N fertilisation. *Austr. J. Soil Res.*, 47:707- 714, 2009.

VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ANGHINONI, I.; ERNANI, P. R.; MORAES, R. P. Critérios de calagem e teores críticos de fósforo e potássio em Latossolos sob plantio direto no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37:188-198, 2012.