

CALAGEM E GESSAGEM EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA DE SOJA NO NOROESTE PAULISTA

BORGES, Wander Luis Barbosa¹; **TOKUDA**, Flávio Sueo²; **HIPÓLITO**, Jorge Luiz³; **SOUZA**, Isabela Malaquias Dalto de⁴; **ANDREOTTI**, Marcelo⁵; **GASPARINO**, Adriano Custódio⁶

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3627

RESUMO: Sistemas de manejo conservacionistas que têm o intuito de evitar o desgaste ou a degradação do solo vêm sendo difundidos na agricultura. Entre esses sistemas está o sistema de semeadura direta. O presente trabalho foi realizado com o objetivo avaliar o efeito da calagem e da gessagem sobre a cultura da soja cultivada no sistema de semeadura direta na região Noroeste Paulista. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (T1 - calagem e gessagem para estabelecer que, respectivamente, o cálcio ocupe 70% da CTC na camada de 0-0,20 m e 60% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m; T2 - calagem e gessagem para estabelecer que o cálcio ocupe 52,5% da CTC na camada de 0-0,20 m e 45% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m; T3 - calagem e gessagem para estabelecer que o cálcio ocupe 35% da CTC na camada de 0-0,20 m e 30% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m; T4 - tratamento padrão, sem aplicação de calcário e gesso agrícola) e quatro repetições. Os parâmetros avaliados na cultura da soja foram: altura de inserção da primeira vagem, altura de plantas, estande final ha⁻¹, massa de cem grãos e produtividade de grãos ha⁻¹. Os dados foram submetidos ao teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). Constatou-se que o tratamento T2 apresentou maior altura de inserção da primeira vagem que o tratamento padrão. Para as demais características agrônômicas avaliadas não houve diferença entre os tratamentos.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill. Corretivos. Características agrônômicas.

LIMING AND GYPSUM APPLICATION IN NO-TILLAGE OF SOYBEAN IN THE NORTHWEST REGION OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL

SUMMARY: Conservation management systems that have the intention of avoiding soil erosion or degradation have been diffused in agriculture. Among these systems is the no-tillage system. The present work was carried out with the objective of evaluating the effect of limestone and agricultural gypsum application on the cultivation of soybean grown in the no-tillage system. The experimental design was a randomized block with four treatments (T1 - limestone and agricultural gypsum application to establish that, respectively, calcium occupy 70% of the CTC in the 0-0.20 and 60% of the CTCe layer in the 0.20-0.40 m layer - T2 - limestone and agricultural gypsum application to establish that calcium occupies 52.5% of the CTC in the layer of 0-0,20 m and 45% of the CTCe in the layer of 0,20-0,40 m; T3 - limestone and agricultural gypsum to establish that calcium occupies 35% of the CTC in the 0-0.20 m layer and 30% of the CTCe in the 0.20-0.40 m layer, T4 - standard treatment, without application of limestone and agricultural gypsum) and four replicates. The parameters evaluated in the soybean crop were: height of insertion of the first pod, height of plants, final stand ha⁻¹, mass of one hundred grains and grain productivity ha⁻¹. The data were submitted to the F test and the means were compared by the Tukey test (p <0.05). It was verified that the treatment T2 presented higher height of insertion of the first pod than the standard treatment. For the other evaluated agronomic characteristics, there was no difference between treatments.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill. Correctives. Agronomic characteristics.

¹ Pesquisador Científico, Dr. - IAC - CAP de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Votuporanga, SP;

² Assistente Agropecuário - CDRS - DSMM/NPS, Fernandópolis, SP;

³ Assistente Agropecuário - CDRS - DSMM/NPS, Araçatuba, SP;

⁴ Doutoranda, MSc. - UNESP - Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, SP. Bolsista FAPESP;

⁵ Professor Adjunto, Dr. - UNESP - Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, SP;

⁶ Assistente Agropecuário - CDRS - CA Américo de Campos, Américo de Campos, SP.

INTRODUÇÃO

Sistemas de manejo conservacionistas que têm o intuito de evitar o desgaste ou a degradação do solo vêm sendo difundidos na agricultura. Entre esses sistemas está o sistema de semeadura direta.

Neste sistema, geralmente, a correção da acidez do solo é realizada mediante aplicação de calcário na superfície, sem incorporação e, a baixa mobilidade dos produtos de dissolução do calcário aplicado na superfície limita sua eficiência na redução da acidez em camadas sub superficiais de solos com cargas variáveis e, que dependem da lixiviação de sais, orgânicos e, ou, inorgânicos, através do perfil do solo (CAIRES *et al.*, 2006).

A calagem na superfície cria uma frente de correção da acidez do solo em profundidade, proporcional à dose e ao tempo (CAIRES *et al.*, 2000; RHEINHEIMER *et al.*, 2000), no entanto, vários trabalhos mostraram efeitos positivos da calagem superficial mais pronunciados nas camadas superficiais do solo (CAIRES *et al.*, 1998, 1999; PÖTTKER; BEN, 1998; RHEINHEIMER *et al.*, 2000; MOREIRA *et al.*, 2001; PETRERE; ANGHINONI, 2001; CIOTTA *et al.*, 2002) e, as limitações causadas pela acidez no subsolo à produtividade agrícola, devido à restrição ao crescimento radicular e à absorção de água e nutrientes pelas culturas, têm sido amplamente relatadas na literatura (PAVAN; BINGHAM; PRATT, 1982; RITCHEY; SILVA; COSTA, 1982; QUAGGIO, 2000).

A melhoria das condições do solo abaixo das camadas superficiais pode ser um fator de aumento e/ou estabilidade de produtividade das culturas, especialmente quando há ocorrência de veranicos, comuns nas regiões com inverno seco, notadamente no Cerrado, que apresentam deficiência de Ca na sub superfície do solo, associada ou não à toxidez de Al (COSTA, 2015).

Uma opção interessante para melhoria das camadas sub superficiais em sistemas de semeadura direta é a utilização do gesso agrícola, o qual tem sido utilizado em solos ácidos como um produto complementar ao calcário (BRAGA; VALE; MUNIZ, 1995; SILVA *et al.*, 1998).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da calagem e gessagem sobre a cultura da soja cultivada em sistema de semeadura direta na região Noroeste Paulista.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado no Centro Avançado de Pesquisa de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônomo (IAC), da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA/SAA, localizado no município de Votuporanga, SP, (20°20'S, 49°58'W e 510 m de altitude), em um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (segundo o SiBCS, SANTOS *et al.*, 2013).

O clima é o tropical com invernos secos (Aw na classificação de Köppen) com temperatura média anual de 24°C, tendo a média das máximas de 31,2°C e a média das mínimas de 17,4°C, enquanto que a precipitação pluvial média anual é de 1328,6 mm.

A área do experimento era destinada à produção de grãos, com sistema convencional de preparo do solo. Na safra 2008/09 a área foi cultivada com amendoim e sorgo granífero sobre a resteva do amendoim. Após o cultivo do sorgo, todas as semeaduras foram realizadas em sistema de semeadura direta. O sistema de rotação de culturas adotado no sistema, no período de novembro de 2009 a outubro de 2018, consta na Tabela 1. O sorgo forrageiro, a *Urochloa ruziziensis* e a *U. brizantha* foram utilizados como plantas de cobertura e não foram retirados da área. A quantidade de nutrientes utilizada no sistema, no período de novembro de 2009 a outubro de 2018, encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1. Rotação de cultura utilizada no período de novembro (Nov) de 2009 a outubro (Out) de 2018.

Nov/Mar	Abr/Out	Nov/Mar	Abr/Out	Nov/Mar	Abr/Out
	2009/10		2010/11		2011/12
Soja	<i>Crotalaria juncea</i>	Milho	<i>C. juncea</i>	Soja	Sorgo forrageiro
	2012/13		2013/14		2014/15
Soja	Sorgo granífero	Soja	<i>C. juncea</i>	Milho	Sorgo forrageiro + <i>U. ruziziensis</i>
	2015/16		2016/17		2017/18
Soja	Sorgo forrageiro + <i>U. ruziziensis</i>	Soja	<i>C. juncea</i>	Milho	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu

Mar: março; Abr: abril.

Tabela 2. Quantidades de nutrientes utilizada no período de novembro (Nov) de 2009 a outubro (Out) de 2018.

N	P	K	N	P	K	N	P	K
				kg ha⁻¹				
	2009/10		2010/11		2011/12			
12	60	60	112	67	86	20	88	76
	2012/13		2013/14		2014/15			
12	60	60	14	70	70	144	168	142
	2015/16		2016/17		2017/18			
42	174	138	12	60	60	25	88	50

Foi realizada uma coleta de solo no dia 16/04/2018 para análise química de solo e determinação da sua fertilidade (RAIJ *et al.*, 2001), nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, e os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores referentes à análise de amostra de solo, nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, 2018.

Camadas	P	S-SO ₄	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V
	mg dm⁻³		g dm⁻³							%
					-----mmolc dm ⁻³ -----					
0-0,20	15	10	14	4,4	0,9	16	5	29	3	43
0,20-0,40	10	26	13	4,0	1,6	10	4	36	6	31

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se quatro tratamentos: T1 - aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que, respectivamente, o cálcio ocupe 70% da capacidade de troca de cátions (CTC) na camada de 0-0,20 m e 60% da capacidade de troca de cátions efetiva (CTCe) na camada de 0,20-0,40 m; T2 - aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que o cálcio ocupe 52,5% da CTC na camada de 0-0,20 m e 45% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m; T3 - aplicação de calcário e gesso agrícola em

superfície para estabelecer que o cálcio ocupe 35% da CTC na camada de 0-0,20 m e 30% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m; T4 - tratamento padrão (sem aplicação de calcário e gesso agrícola).

Cada parcela foi composta por dez linhas de soja (espaçamento de 0,50 m) e 5 m de comprimento, totalizando 25 m².

O calcário e o gesso agrícola foram aplicados manualmente sobre a superfície do solo, no dia 30/08/2018.

No dia 27/11/2018 foi realizada uma roçada da *U. brizantha* presente na área para facilitar a semeadura da soja, pois a mesma apresentava, em média, 18840 kg ha⁻¹ de matéria verde.

A semeadura da soja foi realizada mecanicamente no sistema de semeadura direta sobre a palhada da *U. brizantha* no dia 24/11/2017, utilizando a cultivar 74HO112TP IPRO Paranaíba no espaçamento de 0,50 m e população de 280000 plantas ha⁻¹, com adubação de base na dose de 300 kg ha⁻¹ do formulado 04-20-20.

Os parâmetros avaliados na cultura da soja foram: altura de inserção da primeira vagem, altura de plantas, estande final ha⁻¹, massa de cem grãos e produtividade de grãos ha⁻¹.

As avaliações foram realizadas no momento da colheita da cultura da soja, realizada no dia 01/04/2019. A massa de cem grãos e produtividade de grãos foi obtida padronizando-se a umidade dos grãos para 13% (base úmida).

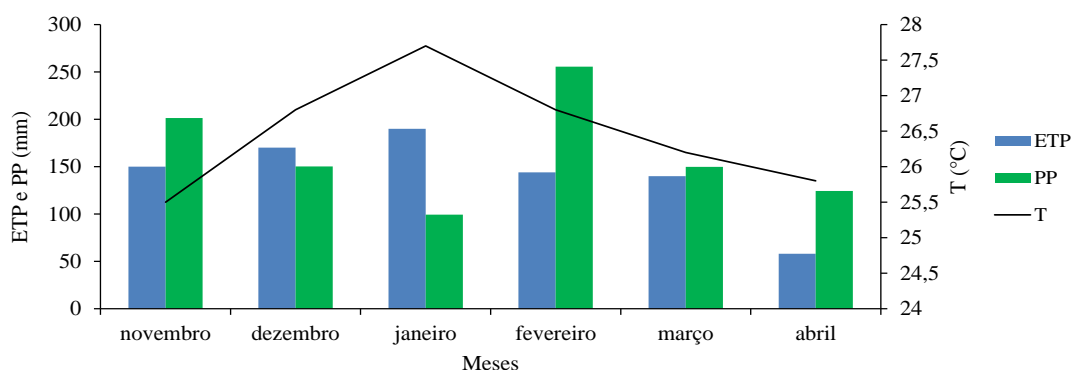
A amostragem da altura de inserção da primeira vagem e altura de plantas foi realizada em cinco plantas de cada parcela, e a amostragem do estande final ha⁻¹, massa de cem grãos e produtividade de grãos foi realizada em 3 m de duas linhas centrais de cada parcela.

As vagens foram debulhadas em debulhadora mecânica. Após a debulha os grãos foram pesados e mensurada sua umidade para o cálculo da produtividade de grãos. Em seguida separou-se cem grãos para cálculo da massa de cem grãos.

Os dados foram submetidos ao teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o uso do programa computacional Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Os dados mensais de evapotranspiração potencial, precipitação pluvial e temperatura média de Votuporanga, SP, no período de novembro de 2018 a abril de 2019, encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Dados de evapotranspiração potencial (ETP), precipitação pluvial (PP) e temperatura média (T), em Votuporanga, SP, no período estudado, novembro de 2018 a abril de 2019. Fonte: CIIAGRO (2019).



RESULTADO E DISCUSSÃO

As características agronômicas da cultura da soja estão demonstradas na Tabela 4. O tratamento T1 (aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que, respectivamente, o cálcio

ocupe 70% da CTC na camada de 0-0,20 m e 60% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m) apresentou menor massa de cem grãos e diferiu ($p < 0,05$) do tratamento padrão (sem aplicação de calcário e gesso agrícola).

Tabela 4. Características agrônômicas da cultura da soja, Votuporanga, SP, 2019.

Tratamentos ⁽¹⁾	Altura de inserção ⁽⁴⁾ (m)	Altura de plantas	Estande final (ha ⁻¹)	Massa de cem grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
T1	0,05 ^(ns)	0,79	132500	13,03 b ⁽⁵⁾	4100
T2	0,06	0,84	117778	13,57 ab	3514
T3	0,04	0,76	108889	13,18 ab	4190
T4 - Padrão	0,04	0,78	139167	14,27 a	4735
DMS ⁽²⁾	0,03	0,16	50723	1,17	1514
CV ⁽³⁾	30,22	9,33	18,42	3,92	16,57

⁽¹⁾ T1: 70% da CTC (0-0,20 m) e 60% da CTCe (0,20-0,40 m); T2: 52,5% da CTC (0-0,20 m) e 45% da CTCe (0,20-0,40 m); T3: 35% da CTC (0-0,20 m) e 30% da CTCe (0,20-0,40 m); ⁽²⁾ DMS: Diferença mínima significativa; ⁽³⁾ CV: Coeficiente de variação; ⁽⁴⁾ Altura de inserção: altura de inserção da primeira vagem; ^(ns): não-significativo; ⁽⁵⁾ significativo a 5% de probabilidade.

Para as características altura de inserção da primeira vagem, altura de plantas, estande final ha⁻¹ e produtividade de grãos ha⁻¹ não houve diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Caires *et al.* (2003) também não verificaram diferença em relação à produtividade de grãos de soja entre o tratamento padrão (sem aplicação de calcário e gesso) e os tratamentos com calagem e gessagem, em sistema de semeadura direta, em três anos de cultivo da soja. A ausência de resposta da soja à aplicação de gesso pode estar relacionada ao fato do crescimento do sistema radicular da soja, na ausência de déficit hídrico, não ser influenciado pela redução da saturação por Al no subsolo (Caires *et al.*, 2001) e, a falta de resposta da soja à aplicação de calcário pode ser devido ao calcário ter sido aplicado na superfície do solo, tendo sua reação reduzida pelo menor contato entre as partículas de solo e corretivo, retardando, conseqüentemente, sua ação em profundidade no perfil (Ciotta *et al.*, 2002).

CONCLUSÃO

A aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que, respectivamente, o cálcio ocupe 70% da CTC na camada de 0-0,20 m e 60% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m, proporcionou menor altura de inserção da primeira vagem da cultura da soja, em sistema de semeadura direta, no Noroeste Paulista.

AGRADECIMENTOS

A todos os funcionários do Centro Avançado de Pesquisa de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônomo - IAC, pelo apoio na instalação e condução do experimento.

REFERÊNCIAS

- CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v24n1/18.pdf>
- CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. Lime application in the establishment of a no-till system for grain crop production in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 89, n. 1, p. 3-12, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.06.006>
- CAIRES, E. F. *et al.* Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 275-286, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000200008>
- CAIRES, E. F. *et al.* Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 27-34, 1998. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000100004>
- CAIRES, E. F. *et al.* Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 1029-1040, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000400025>
- CAIRES, E. F. *et al.* Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 1, p. 315-327, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831999000200016>
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS - CIIAGRO. **Resenha: Votuporanga no período de 01/11/2018 até 30/04/2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/Resenha/LResenhaLocal.asp>
- CIOTTA, M. N. *et al.* Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 1055-1064, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000400023>
- COSTA, C. H. M. **Calagem superficial e aplicação de gesso em sistema plantio direto de longa duração: efeitos no solo e na sucessão milho/crambe/feijão-caupi**. 2015. 97 f. (Tese de Doutorado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2015.
- MOREIRA, S. G. *et al.* Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 71-81, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000100008>
- PAVAN, M. A.; BINGHAM, F. T.; PRATT, P. F. Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO₃, MgCO₃, and CaSO₄.2H₂O. **Soil Science Society of America Journal**, v. 46, n. 6, p. 1201-1207, 1982. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/46/6/SS0460061201>
- PETRERE, C.; ANGHINONI, I. Alterações de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 885-895, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000400011>
- PÖTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 675-684, 1998. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000400013>

RAIJ, B. van. *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônômico; 2001.

RHEINHEIMER, D. S. *et al.* Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 797-805, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v24n4/12.pdf>

RITCHEY, K. D.; SILVA, S. E.; COSTA, V. F. No TitCalcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. **Soil Science**, v. 133, p. 378-382, 1982.

SANTOS, H. G. *et al.* Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/5E8596460818>