

USO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA, GESSO AGRÍCOLA E CAL HIDRATADA AGRÍCOLA EM SISTEMA AGROPASTORIL NO NOROESTE PAULISTA: EFEITOS NA CULTURA DA SOJA

BORGES, Wander Luis Barbosa¹; **HIPÓLITO**, Jorge Luiz²; **BENSCH**, Carlos Henrique³; **GASPARINO**, Adriano Custódio⁴; **TOKUDA**, Flávio Sueo⁵; **SOUZA**, Isabela Malaquias Dalto de⁶; **FREITAS**, Rogério Soares de¹; **MATEUS**, Gustavo Pavan⁷

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.2995

RESUMO: O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de calcário agrícola, gesso agrícola e cal hidratada agrícola sobre as características agronômicas da cultura da soja, cultivada em sistema agropastoril, nas condições edafoclimáticas da região Noroeste Paulista. 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. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com sete tratamentos (T1: tratamento padrão: sem o uso de calcário agrícola, gesso agrícola e cal hidratada agrícola e sem revolvimento do solo, T2: calcário agrícola e gesso agrícola em superfície, T3: calcário agrícola e gesso agrícola incorporado, T4: calcário agrícola incorporado, T5: cal hidratada agrícola e gesso agrícola em superfície, T6: cal hidratada agrícola em sub superfície, na dose de 450 kg ha^{-1} e gesso agrícola em superfície, T7: cal hidratada agrícola em sub superfície, na dose de 260 kg ha^{-1} e gesso agrícola em superfície) e quatro repetições. Os dados foram submetidos ao teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Constatou-se que o uso de cal hidratada agrícola em sub superfície, na dose de 260 kg ha^{-1} , associado ao uso de gesso agrícola em superfície, propicia maior altura de plantas e maior produtividade de grãos da cultura da soja em sistema agropastoril no Noroeste Paulista. O revolvimento do solo para incorporação de calcário agrícola e/ou gesso agrícola deixou o solo vulnerável e a erosão causada pelas chuvas comprometeu o estande final ha^{-1} da cultura da soja.

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

AGRICULTURAL LIMESTONE, GYPSUM AND HYDRATED LIME USE IN AGROPASTORAL SYSTEM IN THE NORTHWEST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL: EFFECTS ON SOYBEAN CROP

SUMMARY: The objective of this work was to evaluate the effect of the application of agricultural lime, agricultural gypsum and agricultural hydrated lime on the agronomic characteristics of the soybean crop, cultivated in agropastoral system, under the edaphoclimatic conditions of the Northwest region of São Paulo State, Brazil. 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. The experimental design was a randomized block with seven treatments (T1: standard treatment: without the use of agricultural limestone, agricultural gypsum and hydrated agricultural lime and no tillage, T2: agricultural limestone and agricultural gypsum on the surface, T3: agricultural limestone and agricultural gypsum incorporated; T4: agricultural limestone incorporated, T5: agricultural hydrated lime and agricultural gypsum on the surface, T6: hydrated lime on the sub surface, at a dose of 450 kg ha^{-1} and agricultural gypsum on the surface, T7: hydrated agricultural lime on sub surface, at a dose of 260 kg ha^{-1} and agricultural gypsum on the surface) and four replications. 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 use of sub-surface agricultural hydrated lime, at a dose of 260 kg ha^{-1} , associated to the use of agricultural gypsum on the surface, provides a higher plant height and higher grain yield of the soybean crop in agropastoral system in the Northwest region of São Paulo, State. Soil tillage for

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

² Assistente Agropecuário - CATI - EDR Araçatuba, Araçatuba, SP;

³ Assistente Agropecuário - CATI - CA Brejo Alegre, Brejo Alegre, SP;

⁴ Assistente Agropecuário - CATI - CA Pontes Gestal, Pontes Gestal, SP;

⁵ Assistente Agropecuário - CATI - CA Riolândia, Riolândia, SP;

⁶ Doutoranda, MSc. - UNESP - Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, SP;

⁷ Pesquisador Científico, Dr. - APTA - PRDTA Extremo Oeste, Andradina, SP.

incorporation of agricultural limestone and / or agricultural gypsum left the soil vulnerable and the erosion caused by the rains compromised the final stand ha^{-1} of the soybean crop.

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

INTRODUÇÃO

De acordo com Franzluebbers (2007), os sistemas mais diversificados, como os sistemas agropastoris, são importantes para repor e manter a matéria orgânica do solo e proporcionar solos bem estruturados, o que favorece: maior taxa de infiltração de água das chuvas e, subsequentemente, maior disponibilidade para os cultivos; redução do escoamento superficial, para evitar erosões e poluição dos corpos d'água; penetração das raízes no perfil do solo, o que aumenta o volume de solo explorado pelo sistema radicular dos cultivos e, conseqüentemente, a eficiência de uso de água e nutrientes.

Nestes sistemas de produção, 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).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de calcário agrícola, gesso agrícola e cal hidratada agrícola sobre as características agrônômicas da cultura da soja, cultivada em sistema agropastoril, nas condições edafoclimáticas da região Noroeste Paulista.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado no mês de maio de 2009 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 510m de altitude), em um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (EMBRAPA, 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. A precipitação pluviométrica média anual é de 1328,6 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se sete tratamentos:

T1 - Tratamento padrão, sem o uso de calcário agrícola, gesso agrícola e cal hidratada agrícola e sem revolvimento do solo;

T2 - Aplicação em superfície de calcário agrícola, na dose de 2000 kg ha⁻¹ e de gesso agrícola, na dose de 2500 kg ha⁻¹;

T3 - Aplicação de calcário agrícola, na dose de 1000 kg ha⁻¹, incorporado com gradagem aradora Rome e inversão da leiva com arado de aiveca + aplicação de calcário agrícola, na dose de 1350 kg ha⁻¹ e de gesso agrícola, na dose de 1500 kg ha⁻¹, incorporados com gradagem niveladora;

T4 - Aplicação de calcário agrícola, na dose de 1000 kg ha⁻¹, incorporado com gradagem aradora Rome e inversão da leiva com arado de aiveca + aplicação de calcário agrícola, na dose de 1350 kg ha⁻¹, incorporado com gradagem niveladora;

T5 - Aplicação em superfície de cal hidratada agrícola, na dose de 725 kg ha⁻¹ e de gesso agrícola, na dose de 2500 kg ha⁻¹;

T6 - Aplicação em sub superfície de cal hidratada agrícola, na dose de 450 kg ha⁻¹ e aplicação em superfície de gesso agrícola, na dose de 2500 kg ha⁻¹;

T7 - Aplicação em sub superfície de cal hidratada agrícola, na dose de 260 kg ha⁻¹ e aplicação em superfície de gesso agrícola, na dose de 2500 kg ha⁻¹.

A cal hidratada agrícola utilizada continha 40% de CaO e 27% de MgO. O calcário agrícola utilizado continha 42% de CaO e 7% de MgO. O gesso agrícola utilizado continha 17% de Ca e 14% de S.

A área era destinada à produção de grãos e sementes em sistema convencional de preparo de solo. Na safra 2014/15 foi cultivada mamona para produção de sementes. Na safra 2015/16 foi cultivado milho na primeira safra e *Crotalaria juncea* na segunda safra. Na safra 2016/17 foi cultivado milho em consórcio com *Urochloa ruziziensis* na primeira safra, em sistema de semeadura direta sobre a palhada da *C. juncea*.

Foi realizada uma calagem em setembro de 2015, na dosagem de 1000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico.

Em outubro de 2017 foi realizada uma coleta de amostras de solo para caracterização química (RAIJ et al., 2001) nas camadas de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,80 m de profundidade, e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo, nas camadas de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,80 m, 2017.

P	S-SO ₄	MO	pH	-----mmolc dm ⁻³ -----				V
				K	Ca	Mg	Al	
mg dm ⁻³		g dm ⁻³						%
				0-0,10 m				
31	3	11	5,1	2,9	15	5	0	56
				0,10-0,20 m				
37	3	11	5,1	1,8	17	7	0	57
				0,20-0,40 m				
23	4	8	5,2	1,7	16	6	0	59
				0,40-0,80 m				
9	8	6	5,4	1,9	15	5	0	60

Foi realizada uma dessecação pré-plantio no dia 06/11/2017, utilizando-se glifosato 720 g kg⁻¹, na dose de 2,0 kg ha⁻¹ do produto comercial (p.c.) + carfentrazone-etílica 400 g kg⁻¹ na dose de 0,05 kg ha⁻¹ do p.c. + óleo mineral, na dose de 1 L ha⁻¹ do p.c.

No dia 16/11/2017 realizou-se uma amostragem de quantidade de palhada presente na área. Foram retiradas duas amostras de 0,5 x 0,5 m por parcela, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada, regulada a 65-70°C por 72 horas. A quantidade de matéria seca presente na área foi de 9550 kg ha⁻¹.

No dia 17/11/2017 foi realizada a aplicação do calcário em superfície nos tratamentos T2, T3 e T4 e, da cal hidratada agrícola em sub superfície (até 0,57 m) nos tratamentos T6 e T7.

No dia 20/11/2017 foi realizada a aplicação da cal hidratada agrícola em superfície no tratamento T5 e, incorporação do calcário com grade aradora Rome nos tratamentos T3 e T4.

No dia 21/11/2017 foi realizada uma gradagem niveladora nos tratamentos T3, T4, T6 e T7.

No dia 06/12/2017 foi realizada uma aração com arado de aiveca nos tratamentos T3 e T4, para inversão da leiva.

No dia 11/12/2017 foi realizada a aplicação de gesso agrícola em superfície nos tratamentos T2, T3, T5, T6 e T7 e, a incorporação do gesso agrícola no tratamento T3 com grade niveladora. No tratamento T4 também foi realizada uma gradagem niveladora.

A semeadura da soja foi realizada mecanicamente no sistema de semeadura direta sobre a palhada da *U. ruziziensis* no dia 11/12/2017, utilizando-se a cultivar de soja SeedCorp/HO Paranaíba IPRO no espaçamento de 0,5 m e população de 300000 plantas ha⁻¹, com adubação de base na dose de 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 04-20-20.

A semente foi tratada com fipronil 250 g L⁻¹ + piraclostrobina 25 g L⁻¹ + tiofanato-metílico 225 g L⁻¹, na dose de 0,25 L do p.c. 100 kg de semente⁻¹. Utilizou-se também fertilizante foliar a base de Co (1,5%), Mo (15%) e P₂O₅ (2,8%), na dose de 0,25 L do p.c. 100 kg sementes⁻¹ e, inoculante líquido, na dose de 2 doses 40 kg de semente⁻¹.

Após a semeadura, foi realizada uma dessecação pós-plantio no dia 12/12/2017, utilizando-se paraquat 200 g L⁻¹, na dose de 2,0 L ha⁻¹ do p.c. + adjuvante, na dose de 0,06 L ha⁻¹ do p.c.

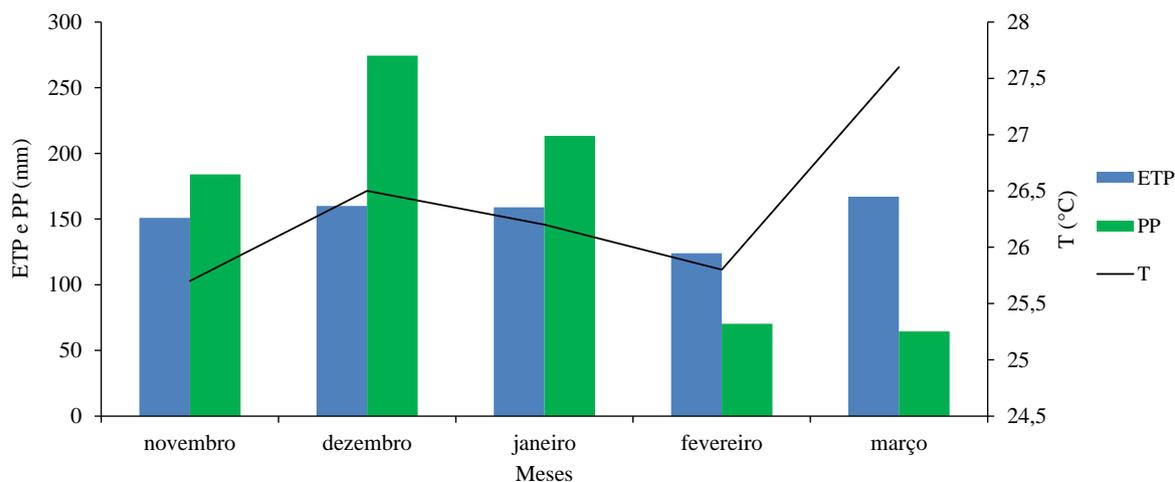
Os parâmetros avaliados na cultura da soja foram: altura de inserção da primeira vagem, altura de plantas, estande final ha⁻¹, massa de cem grãos e produtividade de grãos. As avaliações foram realizadas no momento da colheita da soja, realizada no dia 04/04/2018. A massa de cem grãos e a produtividade 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 2 linhas de 5 m 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 100 grãos para obtenção da massa de 100 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 e, o balanço hídrico semanal de Votuporanga, SP, no período de 27/11/2017 a 01/04/2018, encontram-se na Figura 1 e Tabela 2.

Figura 1. Dados de evapotranspiração potencial (ETP), precipitação pluvial (PP) e temperatura média (T), em Votuporanga, SP, no período estudado, novembro de 2017 a março de 2018.

Fonte: CIIAGRO (2018a).

Tabela 2. Balanço hídrico semanal de Votuporanga, SP, no período de 27/11/2017 a 01/04/2018.

Período	T ⁽¹⁾	PP ⁽²⁾	AR ⁽³⁾	ER ⁽⁴⁾	DH ⁽⁵⁾	EH ⁽⁶⁾
	(°C)	(mm)				
27/11/2017 a 03/12/2017	24,9	105,5	100	33	0	33
04/12/2017 a 10/12/2017	26,9	44,8	100	38	0	6
11/12/2017 a 17/12/2017	27,2	11,0	76	35	4	0
18/12/2017 a 24/12/2017	26,1	86,9	100	36	0	27
25/12/2017 a 31/12/2017	26,6	89,1	100	38	0	51
01/01/2018 a 07/01/2018	25,4	81,7	100	33	0	48
08/01/2018 a 14/01/2018	24,5	76,3	100	32	0	44
15/01/2018 a 21/01/2018	26,8	11,0	76	35	3	0
22/01/2018 a 28/01/2018	27,9	40,7	74	42	1	0
29/01/2018 a 04/02/2018	26,1	5,4	55	25	11	0
05/02/2018 a 11/02/2018	26,3	18,4	47	26	8	0
12/02/2018 a 18/02/2018	26,0	22,6	42	27	6	0
19/02/2018 a 25/02/2018	25,2	19,3	37	24	7	0
26/02/2018 a 04/03/2018	26,2	48,1	51	34	0	0
05/03/2018 a 11/03/2018	27,2	37,3	54	34	0	0
12/03/2018 a 18/03/2018	28,5	0,6	37	18	21	0
19/03/2018 a 25/03/2018	28,3	0,3	25	12	27	0
26/03/2018 a 01/04/2018	26,3	25,9	24	27	5	0

⁽¹⁾T: Temperatura média; ⁽²⁾PP: Precipitação; ⁽³⁾AR: Armazenamento; ⁽⁴⁾ER: Evapotranspiração real; ⁽⁵⁾DH: Déficit hídrico; ⁽⁶⁾EH: Excedente hídrico. Fonte: CIIAGRO (2018b).

RESULTADO E DISCUSSÃO

As características agronômicas da cultura da soja estão demonstradas na Tabela 3. Os diferentes tratamentos diferiram entre si ($p < 0,05$) em relação à altura de plantas, estande final ha^{-1} e produtividades de grãos.

Os tratamentos T3 (calcário agrícola e gesso agrícola incorporado) e T4 (calcário agrícola incorporado) proporcionaram menores alturas de plantas e menor estande final ha^{-1} . Enfatiza-se que estes dois tratamentos receberam preparo convencional do solo com gradagem aradora e niveladora e aração, para incorporação do calcário agrícola, no perfil de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, e do gesso agrícola (T3), e o solo do local tem estrutura “extremamente frágil”, pois apresenta apenas 10,0, 11,8 e 14,2% de argila nas camadas de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,80 m, respectivamente e, no período de 18/12/2017 a 24/12/2017, a precipitação foi de 86,9 mm e no período de 25/12/2017 a 31/12/2017 foi de 89,1 mm, com presença de chuvas torrenciais, o que provocou erosão do solo e assoreamento do sulco de semeadura, causando problemas no processo de emergência, com falhas e desuniformidade de plântulas, comprometendo o estande final ha^{-1} e, conseqüentemente, a produtividade de grãos. Deve-se refletir que o período que antecede a cultura da soja (primavera/verão), talvez não seja a época mais oportuna para se realizar tal incorporação e, se a realizar, é necessário a imediata introdução de uma planta de cobertura de solo.

Tabela 3. Características agronômicas da cultura da soja, Votuporanga, SP, 2018.

Tratamentos ⁽¹⁾	Altura de inserção ⁽⁴⁾	Altura de plantas	Estande final ha^{-1}	Massa de cem grãos	Produtividade de grãos
	(m)	(m)		(g)	(kg ha^{-1})
Padrão	0,64 ^(ns)	0,76 abc ⁽⁵⁾	223000 a	12,84	3650 ab
T2	0,69	0,80 ab	220500 a	13,81	3587 ab
T3	0,59	0,71 c	186500 b	12,85	3642 ab
T4	0,60	0,69 c	190000 b	13,03	3500 b
T5	0,78	0,80 ab	226000 a	14,13	3400 b
T6	0,67	0,74 bc	216000 a	13,46	3962 ab
T7	0,84	0,83 a	215000 a	14,15	4521 a
DMS ⁽²⁾	0,30	0,93	22854	1,82	963
CV ⁽³⁾	17,21	5,22	4,61	5,77	10,99

⁽¹⁾ Tratamento padrão: sem o uso de calcário agrícola, gesso agrícola e cal hidratada agrícola e sem revolvimento do solo, T2: calcário agrícola e gesso agrícola em superfície, T3: calcário agrícola e gesso agrícola incorporado, T4: calcário agrícola incorporado, T5: cal hidratada agrícola e gesso agrícola em superfície, T6: cal hidratada agrícola em sub superfície, na dose de 450 kg ha^{-1} e gesso agrícola em superfície, T7: cal hidratada agrícola em sub superfície, na dose de 260 kg ha^{-1} e gesso agrícola em superfície; ⁽²⁾ DMS: Diferença mínima significativa; ⁽³⁾ CV: Coeficiente de variação; ⁽⁴⁾ Altura de inserção: altura de inserção da primeira vagem; ⁽⁵⁾ significativo a 5% de probabilidade; ^(ns): não-significativo.

O tratamento 7 (cal hidratada agrícola em sub superfície, na dose de 260 kg ha^{-1} e gesso agrícola em superfície) propiciou maior altura de plantas e maior produtividade de grãos. Tendo em vista que a área vinha sendo cultivada em sistema convencional de preparo do solo até a safra 2015/16, pode-se ter levado a formação de “pé-de-arado ou pé-de-grade”.

Com a aplicação da cal hidratada agrícola até a camada de 0,57 m, através de escarificação, provavelmente rompeu-se esta possível camada adensada, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e, além do mais forneceu-se Ca até a camada de 0,57 m, sendo este um nutriente com papel preponderante no crescimento radicular das plantas (RITCHEY et al., 1982). De acordo com Quaggio (2000), quando a saturação de Ca no complexo de troca é inferior a 20%, há forte limitação ao crescimento das raízes no solo, na maioria das espécies cultivadas e, a absorção de Ca ocorre apenas nas partes mais novas, ainda não suberizadas das raízes, havendo assim necessidade de absorção contínua desse nutriente para assegurar o desenvolvimento do sistema radicular, o que implica que o Ca deve estar distribuído adequadamente no solo. Assim, a presença de Ca na solução do solo, em contato com o sistema radicular é essencial à sobrevivência das plantas, pois esse nutriente não se transloca da parte aérea para as porções novas das raízes em crescimento (CAIRES et al., 2001).

O fornecimento de 2500 kg ha⁻¹ de gesso neste tratamento, também contribuiu para a maior altura de plantas e maior produtividade de grãos da cultura da soja, pois segundo Zandoná et al. (2015), o gesso agrícola aumenta os teores de Ca²⁺, redistribui o Mg²⁺ para as camadas de 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m e diminui os teores de Al³⁺ na camada de 0,20-0,40 m e, aumenta a produtividade de grãos da cultura da soja, com resposta até a dose de 2 t ha⁻¹, com incrementos de 11,4% e 11,3%, respectivamente com e sem calcário.

Enfatiza-se que estes são resultados preliminares e que o presente trabalho continuar-se-á, com o monitoramento dos atributos químicos e físicos do solo em sistema agropastoril, utilizando-se o sistema de rotação: soja/*Crotalaria juncea*/milho em consórcio com *Urochloa brizantha*, com atenção especial ao comportamento dos nutrientes: cálcio e magnésio no perfil do solo.

CONCLUSÃO

O uso de cal hidratada agrícola em sub superfície, na dose de 260 kg ha⁻¹, associado ao uso de gesso agrícola em superfície, propiciou maior altura de plantas e maior produtividade de grãos da cultura da soja em sistema agropastoril no Noroeste Paulista.

O revolvimento do solo para incorporação de calcário agrícola e/ou gesso agrícola comprometeu o estande final ha⁻¹ da cultura da soja.

AGRADECIMENTOS

À Votorantim Cimentos e Agronelli Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários Ltda pelo apoio financeiro ao projeto proposto que originou este artigo.

A SeedCorp/HO pela doação da semente de soja utilizada no projeto.

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 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. 1, 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>

CIIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS . **Resenha:** Votuporanga no período de 01/11/2017 até 30/03/2018. São Paulo, 2018a. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/Resenha/LResenhaLocal.asp>

CIIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. **Balanco hídrico semanal de Votuporanga, SP, no período de 27/11/2017 a 01/04/2018.** São Paulo, 2018b. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/BH/LBalancoHidricoLocal.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.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated crop-livestock systems in the southeastern USA. **Agronomy Journal**, v. 99, p. 361-372, 2007. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=11615&content=PDF>

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>

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2000.

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 Oxisolsle. **Soil Science**, v. 133, p. 378-382, 1982.

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>

ZANDONÁ, R. R.et al. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 128-137, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v45n2/1517-6398-pat-45-02-0128.pdf>

