

Desenvolvimento agrônômico e produtivo da soja sob diferentes doses de gesso agrícola

João Paulo Ascari^{1*}
Inês Roeder Nogueira Mendes²

RESUMO: A soja é uma das principais culturas que movimentam o agronegócio brasileiro, por isso, torna-se necessário adotar técnicas que influenciam na melhoria da qualidade do solo, como a gessagem. Com este estudo, objetivou-se verificar a influência de doses de gesso agrícola no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da cultura da soja. O experimento foi conduzido na Universidade do estado de Mato Grosso, Tangará da Serra. O delineamento experimental foi em blocos casualizado (DBC) com cinco tratamentos, sendo 0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹ de gesso agrícola, com quatro repetições. Foi realizada a calagem e a gessagem aos 60 e 30 dias antes da semeadura, respectivamente. A semeadura foi realizada na segunda quinzena do mês de novembro com a cultivar P98Y30 em solo adubado no sulco. As avaliações foram realizadas em 10 plantas aleatórias no estágio fenológico R₉. Observou-se que as variáveis altura de planta, altura da primeira vagem, número de nós, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade foram influenciadas de forma significativa pelas doses de gesso agrícola, onde os melhores resultados ocorreram na dose de 2 t ha⁻¹, entretanto, o diâmetro do caule não sofreu influência. Com base no exposto, verificou-se que a dose de 2 t ha⁻¹ de gesso agrícola apresentou o melhor efeito no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da soja.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L.. Gessagem. Produtividade.

Agronomic and productive development of soybean under different doses of phosphogypsum

ABSTRACT: Soy is one of the main crops that move the Brazilian agribusiness, so it is necessary to adopt techniques that influence the improvement of soil quality, such as gypsum. This study aimed to investigate the influence of phosphogypsum doses in vegetative and reproductive development of the soybean crop. The experiment was conducted at the University of Mato Grosso, Tangara da Serra. The experimental design was a randomized block design (RBD) with five treatments, with 0, 1, 2, 3 and 4 t ha⁻¹ of phosphogypsum, with four replications. Liming and gypsum at 60 and 30 days before the seeds were sown, respectively. The seeds were sown in the second half of November with the cultivar P98Y30 in soil fertilized in the groove. Evaluations were performed on 10 random plants in the developmental stage R₉. It was observed that the variables plant height, first pod height, number of nodes, number of pods per plant, weight of 100 grains and productivity were influenced significantly by the levels of gypsum, where the best results occurred at a dose of 2 t ha⁻¹, however, the stem diameter was not affected.

*Autor para correspondência.

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Tangará da Serra – MT. Mestrando em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola. Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. E-mail: joaoascari@hotmail.com.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Tangará da Serra – MT. Mestranda em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola. Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. E-mail: ynes_nogueira@hotmail.com.

Comentado [JPA1]: Foi alterado o título conforme sugerido

Comentado [JPA2]: Alterado conforme sugestão

Based on the above, it was found that the dose of 2 t ha⁻¹ gypsum had the best effect on vegetative growth and reproductive soybeans.

KEY-WORDER: *Glycine max* L.. Gypsum. Productivity.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) apresenta grande importância na economia brasileira, de tal modo que o Brasil é o segundo maior produtor mundial desta oleaginosa, e lidera o ranking das exportações mundiais. O estado de Mato Grosso destaca-se entre os demais estados nacionais, sendo responsável de cerca de 28% da produção brasileira, de forma na safra 2015/2016 registrou produtividade média de 2.956 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016).

Geralmente a grande maioria das áreas cultivadas com a cultura da soja é realizado plantio direto (PD). O não revolvimento do solo nesses sistemas geram impasses quanto a aplicação de corretivos nas camadas subsuperficiais, onde tem alta concentração de alumínio tóxico, baixa disponibilidade de cálcio, magnésio, fósforo e outros nutrientes, formando uma camada que pode restringir o desenvolvimento das raízes, e consequentemente reduzir a produtividade da cultura (BROCH et al., 2008).

A aplicação de gesso agrícola pode contribuir para reduzir esses efeitos negativos sobre o desenvolvimento das plantas, além de minimizar a magnitude da lixiviação de cálcio, magnésio e potássio quando aplicado em superfície, garantindo assim, maior efeito residual no solo desses nutrientes. Também pode promover a liberação de enxofre em profundidade, tendo então a neutralização do alumínio (ERNANI et al., 2001),

O sistema radicular das plantas de soja explora um pequeno volume de solo, principalmente em solos de baixa fertilidade e em regiões onde ocorre períodos de seca. O gesso agrícola pode ser utilizado para melhorar o ambiente para o crescimento da raiz nas camadas subsuperficiais do solo, e isso contribui para que a cultura supere períodos de déficit hídrico e aumente a eficiência na absorção de nutrientes, consequentemente melhorando o desempenho e produtividade (SORATTO & CRUSCIOL, 2008; CARVALHO & NASCENTE, 2014).

Os solos do cerrado apresentam boas respostas a aplicação de gesso agrícola, principalmente naqueles com baixa disponibilidade de cálcio e enxofre, alta toxicidade de alumínio (TANAKA & MASCARENHAS, 2002). Aproximadamente, 80% da área desta região está sujeita a problemas de acidez subsuperficial do solo e períodos de seca frequentes, especialmente nos meses de janeiro e fevereiro, o momento crítico para o desenvolvimento de culturas da soja (Ramos et al, 2006; Caires et al., 2008). Sousa (2004) e Cardoso et al. (2014) encontraram maior produtividade de soja cultivada em solos do cerrado quando realizada aplicação de gesso agrícola. No entanto, existem pesquisas como a de Caires et al. (2003); Cherubin et al. (2010) que não verificaram efeitos desse corretivo sobre a produção da soja.

A calagem é a técnica de correção do solo mais utilizada na agricultura, porém, a gessagem é importante em circunstâncias específicas, como neutralizar alumínio em profundidade, lixiviar e liberar nutrientes nas camadas subsuperficiais do solo (RAIJ, 2008). Neste sentido, novos estudos são necessários para compreender os efeitos do gesso agrícola no solo e também no desenvolvimento das culturas, de acordo com as características edafoclimáticas de cada agroecossistema.

Comentado [JPA3]: Paragrafo e referencia atualizada conforme último levantamento da CONAB.

Comentado [JPA4]: Atualizado as referências conforme solicitado.

Por isso, espera-se que a técnica da gessagem melhore o desenvolvimento agronômico da cultura da soja, refletindo em incrementos de produtividade, em função da melhoria química do ambiente de exploração radicular e liberação de nutrientes no solo. Com base no exposto, o objetivo deste estudo foi verificar a influência de doses de gesso agrícola no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da cultura da soja.

Comentado [JPA5]: Adequado hipótese e justificativa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Tangará da Serra – MT, localizada da Rodovia MT 358. A região apresenta precipitação média anual de 1.800 mm, temperatura média de 24,4 °C, Umidade relativa do ar variando entre 70 e 80%, 440 m de altitude nas coordenadas geográficas 14°39'53" S, 57°25'46" W. O clima da região é classificado como tropical úmido megatérmico (AW), caracterizado por temperaturas elevadas, verão chuvoso e inverno seco (DALLACORT et al., 2011).

Comentado [JPA6]: Foi reajustado conforme sugestão dos revisores.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 2013), com 48% de argila e topografia plana. Inicialmente área era composta por pastagem, na safra 2013/2014 foi cultivada com milho no sistema convencional. A análise de solo foi realizada no mês de setembro de 2014, onde foram coletadas 10 amostras simples de solo de forma aleatória na área, em seguida, foram homogeneizadas formando uma amostra composta, que foi encaminhada ao laboratório para realização das análises químicas (EMBRAPA, 2011). A Tabela 1 mostra os resultados da análise de solo antes da aplicação do calcário e do gesso agrícola.

Tabela 1. Características químicas do solo nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade antes da aplicação de calcário e gesso agrícola. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Camada cm	pH	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC
	CaCl ₂	H ₂ O	---mg dm ⁻³ ---		-----cmolc dm ⁻³ -----				
0 – 20	4,9	6,2	1,9	32	2,6	1,8	1,3	6,3	12,1
	MO	V	Sat. Al	Zn	Cu	Fe	Mn	B	S
	g dm ⁻³	%	%	-----mg dm ⁻³ -----					
0 – 20	37,8	37,0	29,01	0,8	6,6	75,0	73,0	0,82	10,5

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos, sendo 0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹ de gesso agrícola, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de cinco metros de comprimento por cinco metros de largura, com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A área útil da parcela compreendeu as quatro linhas centrais, desconsiderando meio metro em cada extremidade como efeito de bordadura.

A calagem foi realizada 60 dias antes da semeadura da soja utilizando calcário dolomítico (28% CaO, 20% MgO, PRNT 90%) para elevar a saturação de bases a 60%, sendo aplicados 3 t ha⁻¹ de calcário, considerando os resultados da análise de solo e as recomendações de Sousa & Lobato (2004). A aplicação do gesso agrícola foi realizada 30 dias antes da semeadura, de modo que a aplicação foi feita a lanço e a dose conforme cada tratamento. Logo em seguida, foi realizado a incorporação do corretivo para acelerar as reações no solo (ERNANI et al., 2001).

A semeadura foi realizada na segunda quinzena do mês de novembro de 2014 utilizando a cultivar de soja P98Y30, por ser uma cultivar recomendada para o cultivo na região, apresentar estabilidade produtiva, tolerar chuva em período de colheita e ter precocidade no ciclo. Foi realizado o tratamento de sementes com Carbendazin + Thiran e a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, no mesmo dia da semeadura.

A adubação corretiva e de semeadura foi realizada com 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 70 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias após a semeadura (DAS) com 80 kg ha⁻¹ de K₂O, com base nas recomendações de Sousa & Lobato (2004). As fontes de nutrientes utilizadas foram superfosfato simples (18% P₂O₅ + 16% Ca), cloreto de potássio (60% K₂O). Foi feita aplicação foliar de macro e micronutrientes no estágio fenológico V8 com o produto Platon-25[®].

O controle fitossanitário foi realizado conforme as recomendações de manejo da cultura, onde as aplicações foram feitas de forma manual com equipamento pressurizado de CO₂, quando cada espécie atingiu o nível o de controle.

As avaliações vegetativas e reprodutivas foram realizadas no estágio fenológico de R₈, onde foram selecionadas aleatoriamente 10 plantas da área útil. As variáveis analisadas foram altura de planta, altura da primeira vagem, número de vagens por planta, diâmetro do caule, número de nós (ZAPPAROLI et al., 2013).

A colheita foi feita no estágio fenológico de R₉, em que as plantas da área útil foram colhidas e trilhadas. Em seguida, a umidade da massa de grãos foi corrigida para 13% (BRASIL, 2009), determinado a massa de 100 grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹).

Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e Correlação linear de Pearson, aplicando o pacote *stats* do software estatístico R. Após constatar distribuição normal de dados, realizou-se a análise de variância de dados paramétricos, utilizando o teste F para verificar a significância dos dados. As variáveis que apresentaram diferenças significativas, realizou-se análise de regressão utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2011) e a plotagem das Figuras com o *software* Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação do teste de Shapiro-Wilk, verificou-se que todas as variáveis apresentaram distribuição normal de dados, deste modo aceita-se H₀= os dados seguem uma distribuição normal (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado do teste de normalidade de Shapiro-Wilk (W) para para altura de planta (AP), altura da primeira vagem (A1^aV), diâmetro do caule (DC), número de nós (NN), número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (MCG), produtividade de grãos (PROD) em detrimento de doses de gesso agrícola na cultura da soja. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Variáveis	Shapiro-Wilk (W)			Conclusão
	Valor de W	Nº amostras	Sig. (valor - p)*	
AP	0,91624	20	0,08389	sig> 0,05 aceita-se H ₀
A1 ^a V	0,94779	20	0,3348	sig> 0,05 aceita-se H ₀
DC	0,94761	20	0,3323	sig> 0,05 aceita-se H ₀
NN	0,96927	20	0,7393	sig> 0,05 aceita-se H ₀
NVP	0,9122	20	0,07021	sig> 0,05 aceita-se H ₀
MCG	0,94464	20	0,2929	sig> 0,05 aceita-se H ₀
PROD	0,93723	20	0,2124	sig> 0,05 aceita-se H ₀

*Nível de significância de 5% (p≤0,05).

Comentado [JPA7]: Teste de normalidade dos dados, conforme solicitado. Também acrescentei correlação.

Com base na análise de variância (Tabela 3), observou-se que as variáveis altura de planta, altura da primeira vagem, número de nós, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade foram influenciadas de forma significativa pelas doses de gesso agrícola aplicadas na cultura da soja, entretanto, o diâmetro do caule não sofreu influência. Quanto ao diâmetro do caule, Zapparoli et al. (2013) também não verificaram diferenças significativas, registrando valores médios de 4,63 cm, inferior à média registrada no presente estudo (5,55 cm).

Comentado [JPA8]: Unir parágrafos conforme sugerido.

Tabela 3. Resultado da análise estatística, valores de FC, coeficiente de variação (CV) das fontes de variações (FV) para altura de planta (AP), altura da primeira vagem (A1^aV), diâmetro do caule (DC), número de nós (NN), número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (MCG), produtividade de grãos (PROD) em detrimento de doses de gesso agrícola na cultura da soja. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Comentado [JPA9]: Os dados dessa tabela não ficariam bons em gráficos, pois como são os resultados da análise estatística, os autores optaram por deixar dessa forma.

Fonte de Variação	DC	AP	A1 ^a V	NN	NVP	MCG	PROD
	-----cm-----			-----Unidades-----		-----g-----	kg ha ⁻¹
Doses de gesso*	1,86 ^{ns}	7,64**	11,97**	12,02**	37,53**	13,02**	54,81**
Média Geral	5,55	51,65	6,87	14,55	102,90	22,30	2.278,08
CV (%)	9,25	5,58	6,54	7,91	3,69	7,13	10,32

*Valor do Fc, ** Significativo a 5%, ^{ns} Não significativo pelo teste F.

Os maiores valores de altura de planta foram verificados nas doses de 2 e 3 t ha⁻¹ de gesso agrícola, com 54,25 e 55,50 cm, respectivamente. O menor valor ocorreu na dose zero, com 45,25 cm (Figura 1). Os valores obtidos de altura das plantas estão abaixo do considerado ideal a colheita mecanizada estabelecido por Bonetti (1983), que é superior a 65 cm de altura. Porém, de acordo com Souza et al. (2010), plantas com porte alto poderão sofrer com o processo de acamamento e dificultar a colheita.

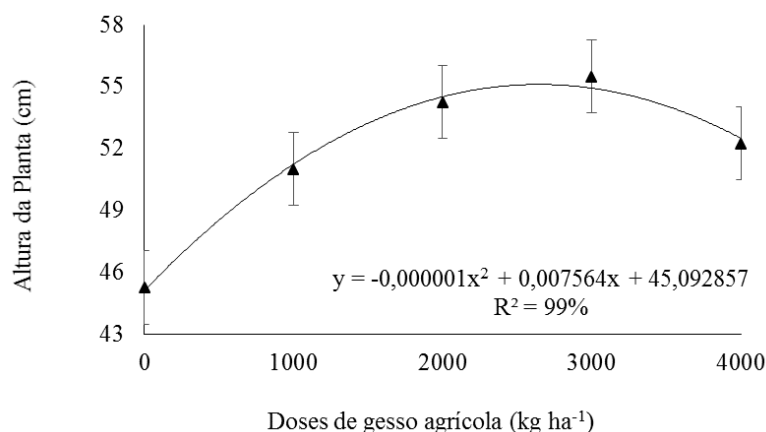


Figura 1. Influência de doses de gesso agrícola na altura de planta da cultura da soja. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Comentado [JPA10]: Em todas as Figuras, foi adicionada a barra de erros personalizada para cada variável. Entretanto, não foi possível atribuir a barra de erros para variável em cada tratamento.

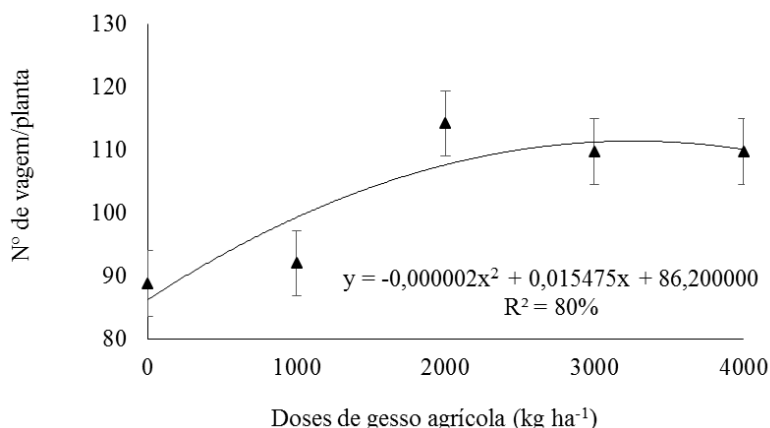
Resultados diferentes foram obtidos por Zapparoli et al. (2013), onde verificaram que a altura de planta não apresentou diferenças entre as doses de gesso utilizadas (0, 2, 4, 6, 8 e 10 t ha⁻¹) em um Latossolo Vermelho amarelo aluminífero de

textura arenosa. Tais resultados podem ser atribuídos ao fato do experimento ter sido conduzido em casa de vegetação, onde as plantas não sofreram com déficit hídrico.

Entretanto, valores superiores ao do presente estudo foram obtidos por Souza et al. (2010), que observaram altura de planta de 85 cm com aplicação de 2 t ha⁻¹ de gesso agrícola em Latossolo Vermelho Distroférrico. Esses pesquisadores justificaram que o melhor desenvolvimento das plantas na dose de 2 t ha⁻¹ de gesso agrícola, foi em decorrência da melhoria do ambiente de exploração radicular, em razão da maior agregação do solo, redução de elementos tóxicos como o alumínio, e favorecimento dos atributos químicos e físicos do solo.

O número médio de vagens por planta (Figura 2) foi superior nas doses de 2 t ha⁻¹ (114,25 vagens), 3 e 4 t ha⁻¹ (109,75 vagens), e o menor valor verificado na dose zero (88,75 vagens). Foi observado aumento de 28,73% de vagens por planta com aplicação de 2 t ha⁻¹ de gesso comparado a dose zero. Souza et al. (2010) não verificaram efeitos do gesso agrícola (2 t ha⁻¹) no número de vagens. Moda et al. (2013) também não verificaram acréscimo de produção da cultura da soja com aplicação de 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de enxofre, tendo como fonte o gesso agrícola, em um Latossolo Vermelho Eutrófico.

Comentado [JPA11]: Foi adicionada as características físicas do solo, porém o autor do trabalho não apresentou as informações hídricas.



Comentado [JPA12]: Parágrafos unidos

Figura 2. Número médio de vagens por planta em função de doses de gesso agrícola aplicado na cultura da soja. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Em estudo conduzido em Sapezal – MT em um Latossolo Franco-argilo-arenosa, Júnior et al. (2015) verificaram incrementos de produção com aplicação de gesso agrícola, no entanto, a dose máxima aplicada foi de 1 t ha⁻¹, onde observaram cerca de 72 vagens por planta. Porém, foi 22% inferior ao número de vagens observadas no presente estudo (92 vagens) com a mesma dose de gesso agrícola.

As plantas submetidas a dose de gesso de 2 t ha⁻¹ apresentaram os menores valores da altura da primeira vagem (média de 6 cm), enquanto que o tratamento zero foi 8 cm (Figura 3). Os valores da altura da primeira vagem foram inferiores aos preconizados por Mello (1988) para maior eficiência da colheita mecânica, que é de 13 cm. Queiros (2005) e Souza et al. (2010) não verificaram diferenças na altura da primeira vagem na condição de presença ou ausência de gesso agrícola.

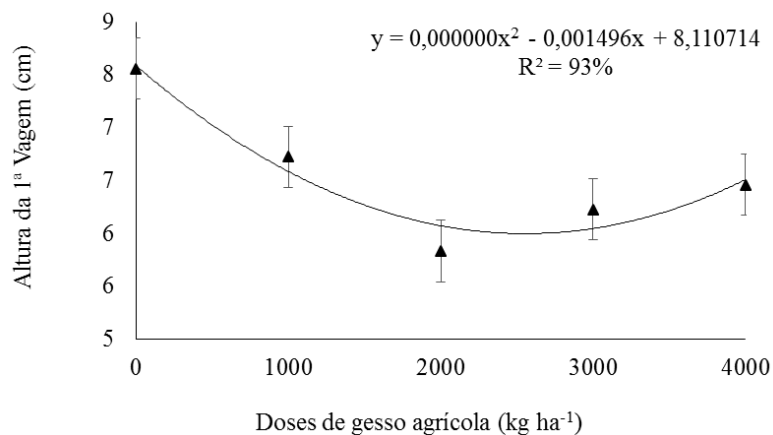


Figura 3. Altura da primeira vagem das plantas em função de doses de gesso agrícola aplicado na cultura da soja. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Além do número de nós (Figura 4), a altura de planta também foi maior no tratamento de 2 t ha⁻¹, e a partir da relação entre essas duas variáveis, verificou-se espaçamento entre os nós de 3,77; 3,71; 3,10; 3,76 e 3,54 cm para as doses de 0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹ de gesso agrícola, respectivamente.

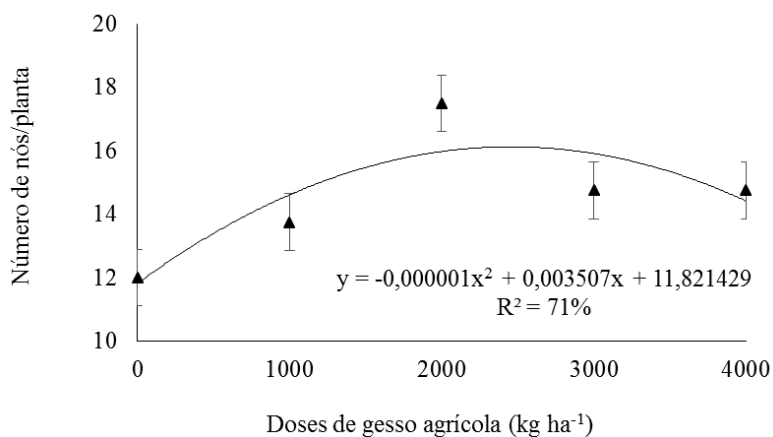


Figura 4. Número de nós por planta em função de doses de gesso agrícola aplicado na cultura da soja. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

O melhor desenvolvimento da cultura da soja em relação ao gesso nos permite entender que, ocorre melhoria da qualidade do ambiente de exploração radicular da planta, tendo assim condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Esses resultados corroboram com as afirmações de Caires et al. (2001) e Oliveira et al. (2009), que relataram que o efeito benéfico do gesso se dá pelo mesmo ser um condicionador de solo capaz de neutralizar o alumínio tóxico no subsolo, e assim, permitir maior área de exploração das raízes, tendo como efeito na planta um menor estresse hídrico, gerando

assim, melhor desenvolvimento das características vegetativas e reprodutivas (RAMPIM et al., 2011).

A massa de 100 grãos também apresentou-se superior na dose de 2 t ha⁻¹ de gesso (25 g) em comparação com a testemunha (18 g), representando um acréscimo de cerca de 39% na massa de grãos (Figura 5). Resultados inferiores foram observados por Júnior et al. (2015), que obtiveram aumento de cerca de 9% na massa de grãos na dose de 1 t ha⁻¹ em relação a dose zero. No presente estudo, a comparação com a mesma dose apresentou acréscimo de 11%. Broch et al. (2011) também verificaram acréscimo na massa de grão com aplicação de gesso agrícola.

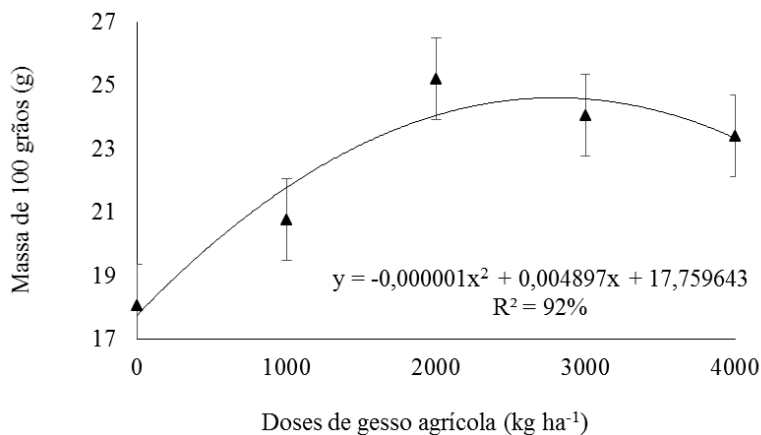


Figura 5. Massa de 100 grãos em função de doses de gesso agrícola aplicado na cultura da soja. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Não ocorreu períodos com veranicos (falta de chuva por determinados períodos durante a safra), entretanto, a saturação de alumínio no solo estava acima do recomendado (20%) por Sousa & Lobato (2004), devido a isso, atribui-se as respostas significativas da soja quanto a aplicação do gesso agrícola. No entanto, Pauletti et al. (2014) afirmaram que doses elevadas de gesso agrícola sob condições de boa disponibilidade hídrica, podem prejudicar a produção da cultura da soja, por induzir a deficiência nutricional de magnésio, promovendo a redução da produtividade e massa de grãos nas doses acima de 3 t ha⁻¹ de gesso.

A produtividade foi fortemente influenciada pelas doses de gesso agrícola aplicadas em superfície no solo, partindo de 985,00 kg ha⁻¹ na dose zero para 3.422,25 kg ha⁻¹ na melhor dose, de 2 t ha⁻¹ (Figura 6), incrementos de cerca de 250% a mais de produtividade. Resultados inferiores foram observados por Júnior et al. (2015), que tiveram acréscimos de 460,00 kg ha⁻¹ com aplicação de 1 t ha⁻¹ de gesso, sendo que, com essa mesma dose no presente estudo, verificou-se incrementos de 1.179 kg ha⁻¹.

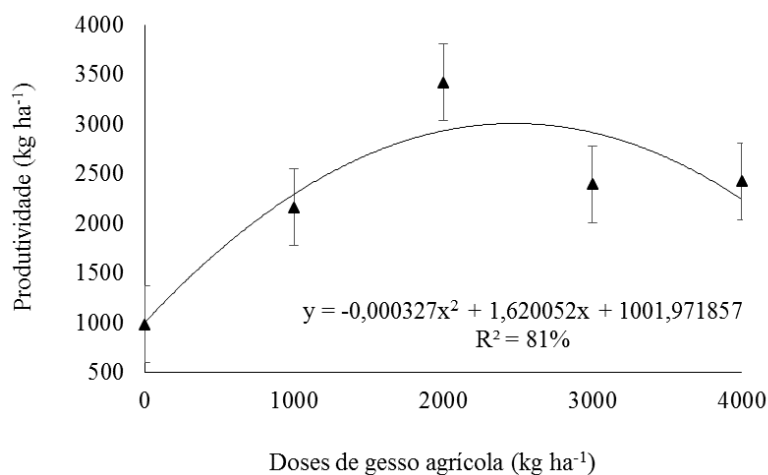


Figura 6. Produtividade de soja em função de doses de gesso agrícola aplicado superfície do solo. Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Em relação a produtividade de grãos de soja, Broch et al. (2011) relataram que a cultura apresenta boa resposta a aplicação de enxofre, pois o mesmo é importante para formação de grãos, entretanto, a exigência da planta acaba não sendo totalmente suprida em razão da baixa concentração nos solos do Cerrado, exigindo então sua reposição, que conforme Mascarenhas et al. (2013), são necessários 10 kg ha⁻¹ de S para produzir cerca de 3.000 kg ha⁻¹ de grãos.

Cardoso et al. (2014) testando os efeitos do gesso agrícola na cultura da soja em um Latossolo Vermelho Distroférrico, tiveram problemas com déficit hídrico durante a condução da pesquisa, contudo, observaram incrementos de produtividade em função da aplicação do gesso. De acordo os autores acima, isso ocorreu pela ação condicionadora do gesso agrícola no solo, que age neutralizando o alumínio em profundidade, liberando cálcio, enxofre e lixiviando nutrientes no perfil, além de atuar como descompactador do solo.

Em contrapartida, Caires et al. (2003) não observaram incrementos na produção de soja quando submetida ao efeito de doses de gesso agrícola, cabe ressaltar que, durante a condução dessa pesquisa não ocorreu déficit hídrico e a concentração de alumínio tóxico no solo ao final do ciclo da soja era de 2 a 5 mmolc dm⁻³, nível considerado baixo para solos do cerrado conforme Sousa & Lobato (2004).

Quanto a produção da soja em sucessão com o milho submetida a doses de gesso, Caires et al. (2011) observaram que a soja não apresentou respostas produtivas em função da aplicação do gesso, porém, ocorreu maior acúmulo de fósforo (P) e enxofre (S) nas folhas. Além disso, esses autores relatam que a soja não responde a aplicação de gesso agrícola em solos com adequada disponibilidade de cálcio, magnésio, enxofre e fósforo, visto que, esta cultura é bastante eficiente na absorção destes nutrientes da solução do solo.

Visto estas diferentes respostas da cultura da soja, atribui-se importância a pesquisas como está, realizada em uma região de grande participação na produção de soja do estado de Mato Grosso. Para melhor explicar a relação entre os parâmetros

analisados no presente estudo, foi possível verificar correlações negativas e positivas entre as variáveis analisadas (Tabela 4).

Tabela 4. Matriz de correlação linear de Pearson das variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de vagens por planta (NVP), altura de inserção da primeira vagem (A1^aV), número de nós (NN), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade (PROD). Tangará da Serra - MT, UNEMAT, safra 2014/2015.

Variáveis	Coeficiente de correlação de Pearson						
	AP	DC	NVP	A1 ^a V	NN	MCG	PROD
AP	1						
DC	0,3750 ^{ns}	1					
NVP	0,65367*	0,39201 ^{ns}	1				
A1 ^a V	-0,5985*	-0,37184 ^{ns}	-0,75081*	1			
NN	0,59994*	0,35492 ^{ns}	0,69324*	-0,65939*	1		
MCG	0,67966*	0,52534**	0,82004*	-0,68032*	0,69061*	1	
PROD	0,67246*	0,33665 ^{ns}	0,77724*	-0,76157*	0,83063*	0,82909*	1

*Significativo a 1% ($p \leq 0,01$). **Significativo a 5% ($p \leq 0,05$). ^{ns} não significativo.

Fonte: Dados elaborados pelos autores.

As correlações negativas das variáveis indicam que a medida que uma variável aumenta, a outra diminui. Já correlação positiva indica que uma variável aumenta e a outra apresenta o mesmo comportamento (ASCARI et al., 2015). É importante ressaltar que a produtividade apresentou correlação positiva com altura de planta, número de vagens por planta, número de nós e massa de 100 de grãos, e correlação negativa com altura de inserção da primeira vagem. Não ocorreu correlação significativa de diâmetro do caule com altura de planta, número de vagem por planta, altura de inserção da primeira vagem, número de nós e produtividade.

A partir desses dados, percebe-se a importância que as características vegetativas e reprodutivas exercem sobre a produtividade final da cultura, sendo estes aspectos importantes nas tomadas de decisões e escolha de cultivar.

Comentado [JPA13]: Teste de correlação

CONCLUSÃO

A soja apresentou resposta positiva a aplicação de gesso agrícola em superfície no solo, onde a dose de 2 t ha⁻¹ promoveu o melhor desenvolvimento das características agrônomicas e produtivas. A produtividade máxima de soja observada foi de 3.422 kg ha⁻¹ de grãos.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ASCARI, J.P. et al. Formas de adubação do sorgo granífero em semeadura tardia. *Revista Nucleus*, Ituverava, v. 11, n. 1, p. 7-14, 2015.

BONETTI, L.P. **Cultivares e seu melhoramento genético**. In: VERNETTI, F.J. Soja: genética e melhoramento. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p. 741-794.

Comentado [JPA14]: As referências foram todas conferidas.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDADNDV/CLAV, 2009. 399 p.

BROCH, D.L. et al. Influência no Rendimento de Plantas de Soja pela Aplicação de Fósforo, Calcário e Gesso em um Latossolo Sob Plantio Direto. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 10, n. 2, p. 211-220, 2008.

BROCH, D.L. et al. Produtividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 791-796, 2011.

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**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 275-286, 2003.

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**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 1029-1040, 2001.

CAIRES, E.F. et al. Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. **European Journal of Agronomy**. v. 28, n. 1, p. 57-64, 2008.

CAIRES, E.F. et al. Surface application of gypsum in low acidic Oxisol under no-till cropping system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 2, p. 209-216, 2011.

CARDOSO, J.A.E.; PERES, G.C.M.; LAMBERT, R.A. Influência da aplicação de calcário e gesso na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1980-1987, 2014.

CARVALHO, M. C. S.; RAIJ, B. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. **Plant and Soil**, v. 192, n. 1, p.37-48, 1997.

CARVALHO, M.C.S; NASCENTE, A.S. Limestone and phosphogypsum effects on soil fertility, soybean leaf nutrition and yield. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 17, p. 1366-1383, 2014.

CHERUBIN, M.R. et al. Influência da aplicação de gesso agrícola na produtividade da cultura de soja em latossolo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 33., 2010, Uberlândia. MG. **Anais...** Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Uberlândia, 2010.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Oitavo levantamento, Safra 2015/16**. Brasília: CONAB, v. 3, n. 8, 2016. p. 127-138.

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Brasília: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documentos, 132).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2013. 353 p.

ERNANI, P.R.; RIBEIRO, M.S.; BAYER, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 825-831, 2001.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

JÚNIOR, M.A.M. et al. Produção de grãos de soja no cerrado em função de gesso aplicado no solo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11 n. 21, p. 1220-1229, 2015.

MASCARENHAS, H.A.A. et al. Deficiência e toxicidade visuais de nutrientes em soja. **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 10, n. 2, p. 281-306, 2013.

MELLO, L.M.M. **Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da soja (Glycine Max (L). Merrill) e sobre algumas propriedades de um Latossolo Vermelho Escuro de cerrado**. Botucatu, 1998, 132f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciência Agronomia, Universidade Estadual Paulista.

MODA, L.R.M. et al. Gessagem na cultura da soja no sistema de plantio direto com e sem adubação potássica. **Revista AgroAmbiente**, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 129-135, 2013.

OLIVEIRA, I.P. et al. Efeitos de fontes de cálcio no desenvolvimento de gramíneas solteiras e consorciadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 592-598, 2009.

PAULETTI, V. et al. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 495-505, 2014.

QUEIROZ, R.P. **Adubação fosfatada corretiva e gesso no plantio direto de soja e sorgo sobre pastagem degradada na região do cerrado**. São Paulo, 2005. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

RAIJ, B.V **Gesso na Agricultura**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. 233p.

RAMOS, L.A. et al. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

RAMPIM, L. et al. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1687-1698, 2011.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Métodos de determinação de cálcio e magnésio trocáveis e estimativa do calcário residual em um Latossolo submetido à aplicação de calcário e gesso em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 663-673, 2008.

SOUSA, D.M.G. Resposta das culturas à adição de gesso agrícola. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., 2004, Lages, SC. **Anais... FERTBIO**, 2004. (Trabalho completo CDROM).

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004, 416 p.

SOUZA, F.R. et al. Atributos físicos e desempenho agrônômico da cultura da soja em um Latossolo Vermelho Distroférrico submetido a dois sistemas de manejos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1357-1364, 2010.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Resposta da soja à aplicação de gesso agrícola. **O Agrônomo**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 27-28, 2002.

ZAPPAROLI, R.A. et al. Associação calcário e gesso na cultura da soja e nas características químicas do solo com alta saturação em alumínio. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 4, p. 74- 84, 2013.