

**DESEMPENHO DE PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS EM SOLO ARGILOSO  
SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE GESSO COM E SEM CALAGEM**

Matheus Luiz Sbardelotto<sup>1</sup> e Júlia Ronzella Ottoni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Dinâmica das Cataratas – UDC, Departamento de Engenharia Agrônômica. Rua Castelo Branco, 349, Centro, Foz do Iguaçu, Paraná. CEP: 85850-010. E-mail: matheus\_353@hotmail.com, juliaottoni@udc.edu.br

**RESUMO:** Solos ácidos podem comprometer o rendimento das culturas e a correção dessa acidez pode ser realizada por meio da calagem ou com gesso incrementado com o calcário. Neste trabalho, o objetivo foi avaliar o desempenho de plantas de milho cultivadas em solo argiloso, submetidas à diferentes doses de gesso agrícola com e sem calagem. Doses de gesso agrícola de 0, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 8.000 kg ha<sup>-1</sup> foram combinadas a duas doses de calcário, de 0 e 1.200 kg ha<sup>-1</sup> em delineamento experimental em blocos casualizados, esquema fatorial 6x2. As doses de gesso influenciaram significativamente o diâmetro de colmo e a altura de inserção de espiga, o que não ocorreu com a calagem. O comprimento da espiga, foi influenciado pela gessagem e calagem (2.000 kg ha<sup>-1</sup> e 4.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso com 1.200 kg ha<sup>-1</sup> de calcário). A interação entre dose de gesso x calcário foi significativa para o número de grãos e a massa de grãos por planta (2.000 kg ha<sup>-1</sup> e 4.000 kg ha<sup>-1</sup>). A combinação de gesso de 3.221 kg ha<sup>-1</sup> associado à calagem na dose de referência elevou o desempenho das plantas de milho.

Palavras-chave: acidez do solo, calcário, gessagem.

**PERFORMANCE OF MAIZE PLANTS GROWN IN CLAYEY SOIL, SUBMITTED  
TO DIFFERENT DOSES OF GYPSUM WITH AND WITHOUT LIMING**

**ABSTRACT:** Acidic soils can compromise the yield of the crops and the correction of this acidity can be accomplished by means of liming or with gypsum incremented with limestone. In this work, the objective was to evaluate the performance of maize plants grown in clayey soil, submitted to different doses of gypsum with and without liming. Doses of 0, 500, 1,000, 2,00, 4,000, 8,000 kg ha<sup>-1</sup> of gypsum were combined to two doses of limestone, 0 and 1,200 kg ha<sup>-1</sup> in a complete randomized block design, factorial scheme 6x2. The gypsum doses significantly influenced stem diameter and ear insertion height, which did not occur with liming. The length of the ear was influenced by gypsum and liming (2,000 kg ha<sup>-1</sup> and 4,000 kg ha<sup>-1</sup> of gypsum with 1,200 kg ha<sup>-1</sup> of limestone). The interaction between gypsum dose and limestone was significant for the number of grains and the mass of grains per plant (2,000 kg ha<sup>-1</sup> and 4,000 kg ha<sup>-1</sup>). The combination of gypsum of 3,221 kg ha<sup>-1</sup> associated with liming at the reference dose increased the performance of maize grains.

KEYWORDS: soil acidity, limestone, plastering.

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal amplamente cultivado pelo mundo e, no Brasil, se destaca por sua representatividade no agronegócio, uma vez que a cultura apresenta elevada participação dentre os produtos destinados à exportação (Simão, 2016). A importância do milho está ligada às suas diferentes finalidades, sendo utilizado na alimentação humana e animal (Cancellier et al., 2011; Mumbach et al., 2017).

O cultivo de milho no Brasil adota duas modalidades em função da época de condução da cultura ao longo do ano: milho verão e milho safrinha. O milho safrinha geralmente é cultivado em sucessão à soja, sob condições menos favoráveis à sua produção, principalmente em relação à disponibilidade de chuvas (Cruz et al., 2013; Simão, 2016). A época de semeadura interfere na produtividade, e quanto mais cedo ocorrer, maior será o potencial de produção (Duarte et al., 2011). Contudo, a época de implantação do milho safrinha depende do ciclo e das operações de manejo e colheita realizados na cultura antecedente (Galvão et al., 2015).

Além das condições climáticas, as características do solo também precisam ser avaliadas antes da semeadura do milho safrinha, sendo imprescindível que o solo possua condições favoráveis ao pleno desenvolvimento das plantas (Broch e Ranno, 2009). O desenvolvimento do sistema radicular das plantas de milho é beneficiado em solos cujos atributos químicos estejam em níveis adequados (Simão, 2016). A atenção com as propriedades dos solos antes da semeadura é uma das bases tecnológicas mais responsivas para a cultura do milho e incluem práticas como a rotação de culturas, o plantio direto, o manejo de correção dos solos com uso de calcários, associado ao uso do gesso agrícola e a adubação equilibrada com macro e micronutrientes (Coelho, 2006).

A acidificação dos solos agrícolas é resultado da perda de nutrientes das camadas superficiais para as mais profundas (subsuperfície), o que prejudica a absorção de nutrientes pelas raízes das plantas. Safras subsequentes podem empobrecer e acidificar o solo após as colheitas, por meio da exportação de nutrientes (Almeida et al., 2016).

A acidez no solo está relacionada à presença de alumínio em forma da espécie iônica  $Al^{3+}$ , considerado fitotóxico, uma vez que pode modificar a estrutura das raízes por engrossamento e redução de suas ramificações, prejudicando a absorção de nutrientes e água (Ronquim, 2010; Prochnow e Cantarella, 2015). A correção da acidez do solo pode ser feita por meio da utilização de calcário, que eleva o índice de saturação por bases (V%) para valores maiores que 60%, auxilia a neutralização do alumínio trocável ao manter o pH do solo

acima de 5,5 e aumenta a disponibilidade de bases trocáveis (Alcarde, 2003; Fageria e Baligar, 2008; Rodrigues et al., 2017).

Com base neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de atributos vegetativos e componentes de produtividade de plantas de milho cultivadas em solo argiloso, submetido à doses de gesso agrícola com e sem calagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em condições de campo em uma propriedade rural localizada no município de Medianeira – PR, latitude 25°14'46.8" S e longitude 54°06'40.7" W, onde se cultivam culturas anuais, tais como soja, milho e trigo. O solo da área é manejado sob sistema de plantio direto consolidado (SPD).

O município de Medianeira é localizado na Mesorregião Oeste do Estado do Paraná, pertencendo ao Terceiro Planalto Paranaense (Pontoni, 2016). Segundo a classificação de Köppen, o município de Medianeira apresenta clima do tipo subtropical úmido (Cfa), com precipitação pluviométrica média anual que varia entre 1.800 a 2.000 mm, temperatura média anual de 20 °C e umidade relativa do ar variando de 75 a 80%.

Os tratamentos foram constituídos por seis doses de gesso agrícola (0, 500, 1.000, 2.000, 4.000 e 8.000 kg ha<sup>-1</sup>) combinados à duas doses de calcário (0 e 1.200 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 1), aplicados uniformemente sobre a superfície do solo em parcelas de 5,63 m<sup>2</sup>.

**Tabela 1:** Descrição das doses de gesso agrícola e calcário utilizados no estudo.

Tratamento	Dose de gesso Dose de calcário	
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----	
T1 (Testemunha)	0	0
T2	0	1.200
T3	500	0
T4	500	1.200
T5	1.000	0
T6	1.000	1.200
T7	2.000	0
T8	2.000	1.200
T9	4.000	0
T10	4.000	1.200
T11	8.000	0
T12	8.000	1.200

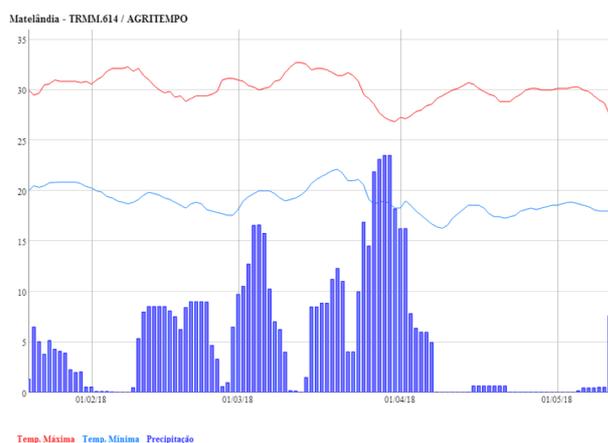
O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 6x2, totalizando 12 tratamentos com quatro repetições. Foram formadas 48 parcelas numa área total de 270 m<sup>2</sup>, sendo utilizadas estacas para marcação das parcelas.

O milho safrinha foi semeado no mês de fevereiro de 2018, com a utilização de sementes híbridas da variedade 2B210 PW (Dow Sementes). A variedade é transgênica, com proteínas de controle de insetos lepidópteros e proteínas de tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio.

O gesso e o calcário foram pesados nas doses correspondentes, em balança de precisão e posteriormente foram aplicadas de forma manual nas parcelas, num período de 30 dias antecedendo a semeadura.

A semeadura do milho foi feita de forma mecanizada com plantadeira adubadora de cinco linhas espaçadas em 0,45 m, com densidade de 55.000 sementes ha<sup>-1</sup>. A adubação de base foi realizada com 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante nitrogenado NPK 10-15-15. Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados manejos de controle de plantas daninhas, pragas e doenças com aplicações de agroquímicos específicos para cada caso.

As condições climáticas no decorrer do ciclo da cultura, caracterizadas pela temperatura e precipitação pluviométrica, foram registradas pela estação meteorológica situada no município de Matelândia – PR (Figura 1).



**Figura 1** - Dados de temperatura mínima e máxima (°C) e precipitação (mm), registrados pela estação meteorológica do Agritempo em Matelândia-PR, durante o período de condução do experimento.

**Fonte:** Agritempo, 2018.

Aos 130 dias após a emergência das plantas se procederam avaliações do diâmetro de colmo (DC), medido entre o primeiro e segundo entrenó basal e altura de inserção da primeira

espiga (AIE), medido da base da planta rente ao solo até o entrenó de inserção da espiga principal, utilizando trena métrica. Também foram avaliados os parâmetros comprimento da espiga, massa média de 100 grãos, número de grãos por planta e massa de grãos por planta. Foram avaliadas cinco plantas por parcela, sendo considerado para análise estatística o valor médio obtido em cada parcela.

Os dados foram submetidos a análise de variância (teste  $F \leq 0,05$ ), sendo as doses de gesso testadas por regressão linear e as doses de calcário submetidas ao teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade de erro. Adotou-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos vegetativos diâmetro do colmo, altura de inserção da espiga e comprimento da espiga foram influenciados significativamente pela interação entre doses de gesso e calagem (DG x C), de acordo com a Tabela 2. De forma isolada, as doses de gesso promoveram diferenças significativas para o diâmetro do colmo e a altura de inserção da espiga, o que não foi verificado em relação a calagem. O comprimento da espiga, por sua vez, foi influenciado tanto pela gessagem, quanto pela calagem.

**Tabela 2:** Teste F e coeficiente de variação para os atributos vegetativos de milho em função das doses de gesso agrícola e da calagem

Fonte de variação	Atributos vegetativos		
	Diâmetro de colmo	Altura de inserção da espiga	Comprimento da espiga
Teste F			
Dose de Gesso (DG)	0,0000**	0,0000**	0,0000**
Calagem (C)	0,0795 <sup>n.s.</sup>	0,5538 <sup>n.s.</sup>	0,0000**
Interação DG x C	0,0000**	0,0001**	0,0000**
C.V. (%)	9,07	5,77	9,91

C.V. = Coeficiente de variação. \*\* = significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. n.s. = não significativo.

Por disponibilizar os nutrientes cálcio e enxofre, o gesso pode incrementar os teores desses elementos em profundidade no solo (Ramos, 2012), o que cria condições para que o sistema radicular das plantas se desenvolva até camadas mais profundas. Ao explorar um maior volume de solo e nutrientes, as plantas se desenvolvem mais, o que resulta em maior acúmulo de biomassa e influencia outros parâmetros de crescimento, assim como observado em estudo de Amaral et al. (2017). Neste trabalho, os autores estudaram os efeitos da gessagem nos atributos vegetativos de milho e nas alterações químicas do solo, e observaram incremento dos teores de cátions (Ca e Mg) na camada de 20 - 40 cm da superfície do solo, com a liberação de enxofre e redução do Al trocável.

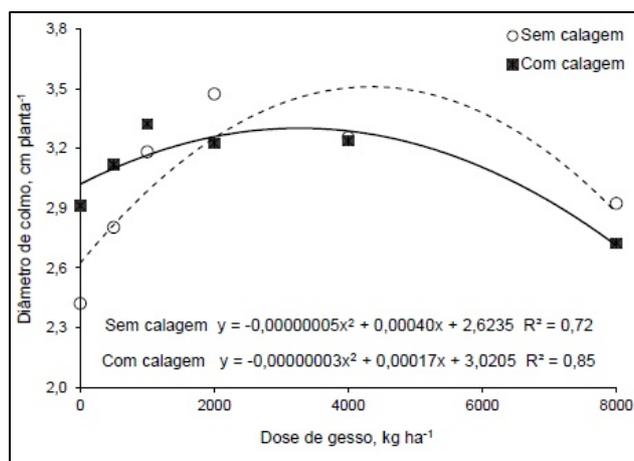
Na ausência de calagem, todas as doses de gesso avaliadas foram superiores à testemunha sem gesso para o diâmetro do colmo (Tabela 3). No entanto, a maior dose de gesso (8.000 kg ha<sup>-1</sup>) resultou em diâmetro inferior à doses de 2.000 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso. Um dos problemas apontados por Caires et al. (2004) pelo uso excessivo de gesso, é a possível lixiviação de cátions básicos para camadas mais profundas no solo, efeito este que pode ser acentuado a depender da dose aplicada. Assim, a dose de 8.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso se mostrou excessiva para o Latosso argiloso.

**Tabela 3:** Desdobramento da interação entre doses de gesso (DG) e calcário (DC) quanto ao diâmetro de colmo, altura de inserção da espiga e comprimento da espiga de plantas de milho cultivadas em Latossolo argiloso.

Interação DG x C	Diâmetro de colmo (cm)		Altura de inserção espiga (cm)		Comprimento da espiga (cm)	
	sem	com	sem	com	sem	com
Dose de Gesso (kg ha <sup>-1</sup> )	Calagem					
	sem	com	sem	com	sem	com
0	2,42 dB	2,91 bcA	75,8 cB	83,6 dA	15,0 bcA	15,9 dA
500	2,80 cB	3,12 abA	91,8 bA	93,4 bcA	17,0 aA	18,3 bcA
1.000	3,19 abA	3,33 aA	92,8 bB	97,2 abA	17,3 aB	19,3 bA
2.000	3,48 aA	3,23 abA	104,4 aA	101,3 aA	16,5 abB	21,8 aA
4.000	3,26 aA	3,24 abA	93,7 bA	90,9 cA	17,6 aA	17,0 cdA
8.000	2,92 bcA	2,73 cA	80,3 cA	75,3 eB	14,3 cA	13,3 eA
R.L.	0,018*	0,001**	0,009**	0,000**	0,007**	0,000**
R.Q.	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**

R.L. = Regressão Linear. R.Q. = Regressão Quadrática. \*\* e \* = significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

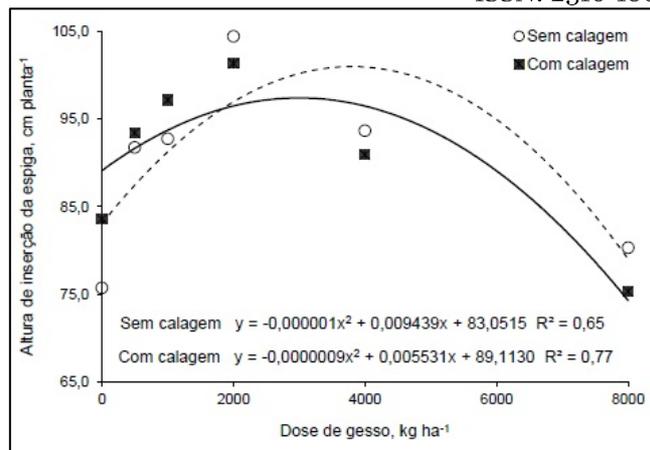
Na presença da calagem, o diâmetro de colmo apresentou a menor média com a aplicação de 8.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso. Devido a tais resultados, foi verificado comportamento quadrático para a interação DG x C, na presença e ausência de calagem, para o diâmetro de colmo, conforme a Figura 2. Em estudo de Dias et al. (2017), os autores também verificaram comportamento quadrático para o diâmetro de colmo, sendo que a dose de máxima eficiência técnica (MET) verificada por estes autores foi de 5,84 toneladas ha<sup>-1</sup> de gesso.



**Figura 2** - Diâmetro de colmo de milho cultivado em solo submetido à doses de gesso agrícola com e sem calagem.

Para a altura de inserção da espiga, as doses de gesso entre 500 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup>, na ausência da calagem, foram superiores à testemunha e também à maior dose testada de gesso, de 8.000 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). De acordo com Zapparoli et al. (2013), altas doses de gesso disponibilizam altos teores de cálcio e sulfato no solo, o que pode ocasionar a lixiviação de magnésio.

Na presença de calagem, a altura de inserção da espiga foi inferior com a dose de 8.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso em relação às demais doses e à testemunha, que por sua vez foi inferior as doses entre 500 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup>. Com base nesses resultados, também se observou comportamento quadrático para a altura de inserção da espiga (Figura 3), em relação à interação de DG x C.

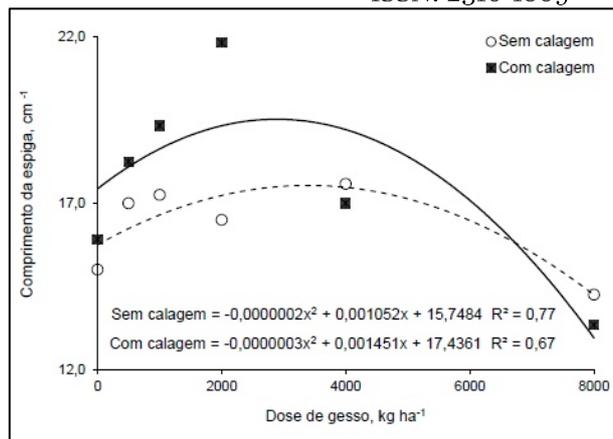


**Figura 3** - Altura de inserção da espiga de milho cultivado em solo submetido à doses de gesso agrícola com e sem calagem.

Derivando-se as equações obtidas a partir das curvas de regressão, nas Figuras 2 e 3, foi possível determinar os pontos de máxima eficiência técnica (MET) pela aplicação de gesso, na presença e ausência de calagem. Para o diâmetro de colmo, a dose de MET encontrada foi de 4.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso sem calagem e 2.833 kg ha<sup>-1</sup> de gesso com calagem.

Para a altura de inserção da espiga, a dose de MET foi de 3.932 kg ha<sup>-1</sup> de gesso sem calagem e 3.073 kg ha<sup>-1</sup> de gesso com calagem.

Observando-se os dados de comprimento da espiga, se verificou que a maior doses de gesso (8.000 kg ha<sup>-1</sup>), foi inferior às demais doses avaliadas, independente da presença ou não de calcário (Tabela 3). Uma possível explicação para isto, é que doses elevadas de gesso podem ocasionar desequilíbrio de cátions básicos no solo, que resultam também no desequilíbrio nutricional da planta, especialmente dos cátions Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>, que sofrem lixiviação para camadas mais profundas no solo (Medeiros et al., 2008). Dessa forma, se verificou comportamento quadrático para a interação entre DG x C, na presença e ausência de calagem, para o comprimento da espiga (Figura 4).



**Figura 4** - Comprimento da espiga de milho cultivado em solo submetido à doses de gesso agrícola com e sem calagem.

A dose de máxima eficiência técnica para o comprimento da espiga foi de 3.648 kg ha<sup>-1</sup> na ausência de calagem e 2.970 kg ha<sup>-1</sup> na presença de calagem, demonstrando que com a calagem é possível reduzir a quantidade de gesso a ser recomendada e ainda, proporcionar melhoria neste atributo de crescimento, que conseqüentemente, pode refletir em incremento na produtividade, já que uma espiga de maior comprimento pode comportar maior número de grãos, conforme Brachtvogel (2010).

Com relação aos componentes de produtividade, a interação entre DG x C influenciou significativamente os parâmetros número de grãos e a massa de grãos por planta, conforme a Tabela 4. Entretanto, a massa média de 100 grãos não se alterou em relação aos tratamentos e a interação.

**Tabela 4:** Teste F e coeficiente de variação para os componentes de produtividade de milho em função das doses de gesso agrícola e da calagem

Fonte de variação	Componentes de produtividade		
	Massa média de 100 grãos	Número de grãos por planta	Massa de grãos por planta
Teste F			
Dose de Gesso (DG)	0,3042 <sup>n.s.</sup>	0,0000**	0,0000**
Calagem (C)	0,3080 <sup>n.s.</sup>	0,0417*	0,0907 <sup>n.s.</sup>
Interação DG x C	0,1950 <sup>n.s.</sup>	0,0000**	0,0000**
C.V. (%)	3,79	5,97	4,69

C.V. = Coeficiente de variação. n.s. = não significativo. \*\* e \* = significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. Fonte: Dados do autor.

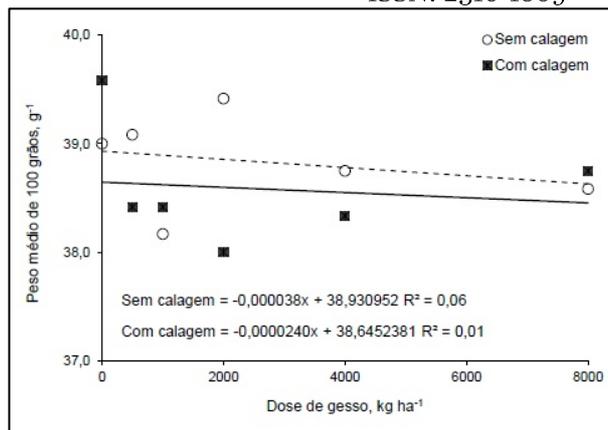
A dose de 1.200 kg ha<sup>-1</sup> de calcário não influenciou a massa de grãos, possivelmente devido ao Latossolo argiloso onde o milho foi cultivado ter passado por prévia correção com calcário em anos anteriores. Desta forma, os atributos químicos do solo já estavam em níveis desejados pela cultura do milho.

**Tabela 5:** Desdobramento da interação entre doses de gesso (DG) e calcário (DC) quanto à massa média de 100 grãos, número de grãos por planta e massa de grãos por planta de milho cultivadas em Latossolo argiloso

Interação DG x C	Massa média de 100 grãos (g)		Número de grãos por planta		Massa de grãos por planta (g)	
	sem	com	sem	com	sem	com
Dose de Gesso (kg ha <sup>-1</sup> )	Calagem					
	sem	com	sem	com	sem	com
0	39,0 aA	39,6 aA	226 cA	232 dA	88,1 dA	91,5 eA
500	39,1 aA	38,4 aA	270 bA	267 cA	105,2 bA	102,4 dA
1.000	38,2 aA	38,4 aA	296 aA	309 bA	112,8 aB	118,6 bA
2.000	39,4 aA	38,0 aA	265 bB	336 aA	104,5 bB	127,3 aA
4.000	38,8 aA	38,3 aA	306 aA	293 bB	116,6 aA	112,3 cB
8.000	38,6 aA	38,8 aA	254 bA	216 dB	98,0 cA	83,4 fB
R.L.	0,549 <sup>n.s.</sup>	0,704 <sup>n.s.</sup>	0,194 <sup>n.s.</sup>	0,000**	0,187 <sup>n.s.</sup>	0,000**
R.Q.	0,769 <sup>n.s.</sup>	0,093 <sup>n.s.</sup>	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**

R.L. = Regressão Linear. R.Q. = Regressão Quadrática. n.s. = não significativo. \*\* e \* = significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p≤0,05).

No desdobramento da interação entre DG x C (Tabela 5), não se observou diferenças entre as doses de gesso para a massa média de 100 grãos, na presença e na ausência de calagem, resultado que é corroborado por estudo de Amaral et al. (2017), que também não verificaram alterações na massa média de grãos pelo uso de gesso até a dose de 4 t ha<sup>-1</sup>. Assim, se verificou comportamento linear na Figura 5.



**Figura 5** - Peso médio de 100 grãos de milho cultivado em solo submetido à doses de gesso agrícola com e sem calagem.

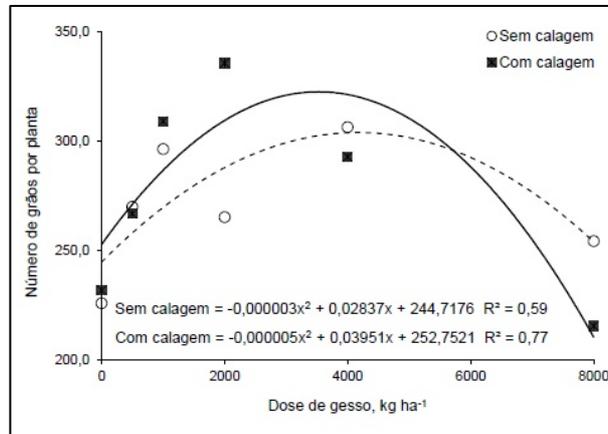
O número de grãos e a massa de grãos por planta, apresentaram diferenças em relação aos doses de gesso, independente da calagem, sendo que doses entre 1.000 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup> foram superiores à testemunha e a maior dose de gesso avaliadas (Tabela 5). Verificou-se que, na presença da calagem, o número e a massa de grãos atingiram o máximo de 336 grãos por planta e massa de 127,3 g, com a dose de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> e estes componentes de produtividade foram decrescente com as doses de 4.000 e 8.000 kg ha<sup>-1</sup>.

A partir do gráfico de regressão para o número de grãos por planta (Figura 6), se verificou comportamento quadrático para a interação DG x C tanto na presença, quanto na ausência de calagem. Com a derivação das equações de segundo grau originadas pelas linhas de tendência, foi possível encontrar as doses de MET de gesso com e sem o emprego de calcário. A aplicação de gesso incrementou o número de grãos por planta até a dose de 4.183 kg ha<sup>-1</sup>, na ausência de calagem. Com a utilização de calcário, a dose de MET de gesso foi menor, atingindo 3.579 kg ha<sup>-1</sup>.

O incremento no número de grãos pode ter ocorrido em função da maior disponibilidade de Ca<sup>2+</sup> no solo, especialmente na camada subsuperficial, promovido pelo uso do gesso e ampliado pela calagem, visto que esse nutriente participa de funções estruturais na planta, como a formação e crescimento do tubo polínico e por isso, pode favorecer o processo de germinação dos grãos de pólen, assim como o número de flores fecundadas (Costa, 2015).

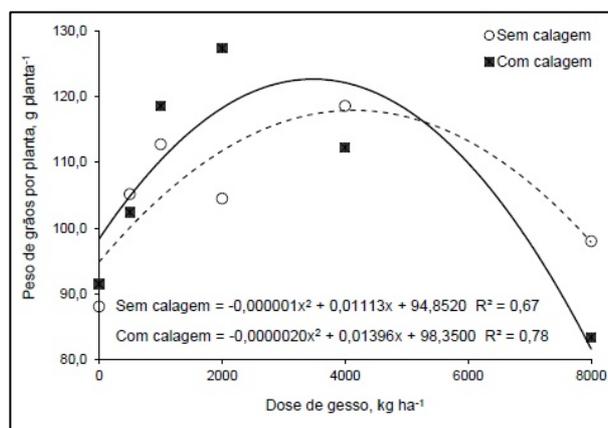
Em estudo de Caires et al. (2004), conduzido em um Latossolo Vermelho distrófico argiloso, verificaram que o sulfato disponibilizado pelo gesso distribui-se uniformemente na camada de 0 a 60 cm, 20 meses após a sua aplicação. Segundo Camargo e Raij (1989), solos de textura argilosa e arenosa diferem quanto à velocidade de movimentação do gesso ao longo

do perfil do solo, sendo que para solos argilosos essa mobilidade é mais lenta do que em solos arenosos.



**Figura 6** - Número de grãos por planta de milho cultivado em solo submetido à doses de gesso agrícola com e sem calagem.

A massa de grãos por planta, que representa a produtividade, também apresentou comportamento quadrático no gráfico de regressão (Figura 7).



**Figura 7** - Massa de grãos por planta de milho cultivado em solo submetido à doses de gesso agrícola com e sem calagem.

A dose de MET de gesso para a massa de grãos por planta foi de 4.118 kg ha<sup>-1</sup> na ausência de calagem e 3.652 kg ha<sup>-1</sup> na presença de calagem. Observou-se que doses maiores de gesso foram necessárias para atingir o ponto de máxima eficiência técnica, quando não se utilizou calcário, em relação ao seu uso. Isto é decorrente do fato que a calagem beneficia os atributos químicos na camada superficial do solo, porém seus efeitos são limitados na

subsuperfície. Em estudos de Rampim (2008), verificou-se que após a aplicação de gesso em Latossolo argiloso em área sob SPD durante 15 anos, houve aumento no teor de  $\text{Ca}^{2+}$  e diminuição no teor de  $\text{Al}^{3+}$  nas camadas de solo entre 0 e 60 cm. Além disso, foi observada redução dos teores de  $\text{Mg}^{2+}$  (0 e 60 cm) e redução de  $\text{K}^+$ , nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, o que demonstrou a mobilidade destes cátions para camadas mais profundas no perfil do solo.

Como houve a ocorrência de veranico durante o ciclo da cultura, especialmente nas fases de florescimento e formação inicial de grãos, a presença de cátions  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , oriundos do calcário, podem ter minimizado os problemas decorrentes da escassez hídrica, uma vez que esses nutrientes foram disponibilizados na camada superficial, facilitando a absorção pelas raízes e reduzindo o gasto de energia da planta na exploração de camadas mais profundas do solo, afim de encontrar esses elementos.

Dessa forma, a calagem e a gessagem demonstraram ser manejos que resultam em melhoria de atributos vegetativos de plantas de milho, e que de acordo com os resultados obtidos, possibilitam o incremento de produtividade desta cultura. Dessa forma, a dose média de máxima eficiência técnica de gesso, a partir dos atributos avaliados, estão sintetizadas na Tabela 6.

**Tabela 6:** Doses de referência para gessagem baseados no máximo atingido por atributos vegetativos e componentes de produtividade de plantas de milho cultivadas em Latossolo argiloso com a aplicação de calcário.

Atributos	Dose de gesso para máxima eficiência técnica (MET)
	kg ha <sup>-1</sup>
Diâmetro de colmo	2.833
Altura de inserção da espiga	3.073
Comprimento da espiga	2.970
Número de grãos por planta	3.579
Massa de grãos por planta	3.652
<b>MÉDIA</b>	<b>3.221</b>

O fornecimento de Ca para camadas subsuperficiais no solo pelo uso do gesso, permite a melhoria do ambiente de crescimento das raízes das plantas. Conforme estudo de Serafim et al. (2012), verificaram aumento no teor de  $\text{Ca}^{2+}$  até a profundidade de 40 cm, dois meses após a aplicação de gesso em um solo com elevado teor de argila (74%).

Obteve-se uma dose média de 3.221 kg ha<sup>-1</sup> para a máxima eficiência técnica de gesso na presença de calagem, sendo que com esta dose de gesso associada à calagem esperam-se os melhores resultados agronômicos no cultivo do milho, no solo argiloso do Oeste do Paraná.

## CONCLUSÕES

As doses de gesso testadas promoveram diferenças significativas para o diâmetro do colmo e a altura de inserção da espiga, o que não foi verificado no fator calagem. O comprimento da espiga, o número de grãos e a massa de grãos por planta, foram influenciados tanto pela gessagem, quanto pela calagem. Não foram observadas alterações na massa média de 100 grãos.

A combinação de gesso na dose de 3.221 kg ha<sup>-1</sup> associado à calagem na dose de referência, possibilitam elevar os valores dos atributos vegetativos e dos componentes de produtividade de milho sob as condições de solo e clima em que o experimento foi desenvolvido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Embrapa. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=PR>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

ALCARDE, J. A.; RODELLA, A. A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVARES VENEGAS, V. H. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p. 291-334, 2003.

ALMEIDA, D. O.; BAYER, C.; ALMEIDA, H. C. Fauna e atributos microbiológicos de um Argissolo sob sistemas de cobertura no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1140-1147, 2016.

AMARAL, L. A.; ASCARI, J. P.; DUARTE, W. M.; MENDES, I. R. N.; SANTOS, E. S.; JULIO, O. L. L. Efeito de doses de gesso agrícola na cultura do milho e alterações químicas no solo. **Revista Agrarian**, v.10, n.35, p.31-41, 2017.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho safrinha. In: **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de inverno 2009**. Fundação MS, Maracaju-MS, p. 5-29, 2009.

BRACHTVOGEL, E. L. **População de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho: alterações agronômicas e fisiológicas.** 2010. 130f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2010.

CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.125-136, 2004.

CAMARGO, O. A.; RAIJ, B. van. Movimento de gesso em amostras de solo com diferentes propriedades eletroquímicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p. 275-280, 1989.

CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; DOTTO, M.A.; LEÃO, F.F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n.1, p.139-148, 2011.

COELHO, Antônio M. Nutrição e adubação. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2007.

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. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2015.

CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. P. Safrinha deve superar a safra de verão. **Revista Campo & Negócio**, n.127, p.24-29, 2013.

DIAS, J. H. R.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B.; CUNHA, E. S.; MORAES, G. S.; TOLEDO, L. F. Diâmetro de colmo, altura de planta e produtividade na cultura do milho. In: VI CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IF GOIANO. 2017, Urutai. **Anais**. Urutai: IF Goiano, 3p.

DUARTE, A. P.; GERAGE, A. C.; CECCON, G.; SILVA, V. A.; CRUZ, J. C.; BIANCO, R.; SOUZA, E. D.; PEREIRA, F. C.; SOARES FILHO, R. Milho Safrinha. In: CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 306-324.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Ameliorating Soil Acidity of Tropical Oxisoils by Liming For Sustainable Crop Production. **Advances in Agronomy**, v.99, p.345-399, 2008.

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

GALVÃO, J. C. C.; TROGELLO, E.; PEREIRA, L. P. L. Milho Segunda Safra. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. G. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. p.207-223.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, Á. L.; DALLA ROSA, J.; GATIBONI, L. C. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.4, p.799-806, 2008.

MUMBACH, G. L.; KOTOWSKI, I. E.; SCHNEIDER, F. J. A.; MALLMANN, M. S.; BONFADA, E. B.; PORTELA, V. O.; BONFADA, E. B.; KAISER, D. R. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasiliense* nas culturas de trigo e milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**, v.18, n.2, p.97-103, 2017.

PONTONI, Daniel Ramos. CAPÍTULO 1. RETENÇÃO E FRACIONAMENTO DE Pb EM SOLOS CONTAMINADOS E REMEDIADOS COM FOSFATOS. **SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**, p. 6, 2016.

PROCHNOW, L. I.; CANTARELLA, H. Manejo do solo visando o aumento da produtividade das culturas. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.150, p.9-11, 2015.

RAMOS, B. Z. **Especiação química da solução e mobilidade de bases e sulfatos em Latossolo sob altas doses de gesso**. 2012. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RAMPIM, L. Atributos químicos de um Latossolo Bruno eutroférico submetido a gessagem e cultivado com trigo e soja em semeadura direta. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Marechal Cândido Rondon, 2008. 81p.

RODRIGUES, M.; SILVEIRA, C. A. P.; VAHL, L. C. Efeito da aplicação de calcário e subproduto da exploração de calcário sobre o pH, Ca e Mg do solo e na produção de massa seca do milho. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2017, Pelotas. **Anais**. Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2017. 455 p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as Regiões tropicais**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010, 26 p.

SERAFIM, M. E.; de LIMA, J. M.; LIMA, V. M. P.; ZEVIANI, W. M.; PESSONI, P. T. Alterações físico-químicas e movimentação de íons em Latossolo gibbsítico sob doses de gesso. **Bragantia**, v.71, n.1, p.75-81, 2012.

SIMÃO, E. P. **Características agrônomicas e nutrição do milho safrinha em função de épocas de semeadura e adubação**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal de São João Del-Rei – UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

ZAPPAROLI, R. A.; BONADIO, M. L.; GOMES, C. J. A.; NASCIMENTO, D. M. D.; MARCHIONE, M. S.; BERNA, R.; CASTRO, A. M. C. Associação calcário e gesso na cultura da soja e nas características químicas do solo com alta saturação em alumínio. **Cultivando o Saber**, v.6, n.4, p.74- 84, 2013.