

TEMPO DE REAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO NO DESENVOLVIMENTO RADICULAR DA PLANTA DE MILHO

Luana Rainieri Massucato¹, Yuri F. R. de Almeida¹, Adolfo B. Arlanch¹, Julia P. Baptista¹, Carlos Rafael Canô² & Ana Maria Conte³

1-Acadêmicos do curso de agronomia da UENP/Campus Luiz Meneghel- Bandeirantes: luanamassucato@hotmail.com, yfra@hotmail.com, arlanch@hotmail.com, jbatista@hotmail.com.

2 - Aluno de pós graduação em Agronomia/ UENP/CLM : orafelcano@yahoo.com

3-Eng. Agrônoma/Centro de Ciências Agrárias da UENP, Campus Luiz Meneghel-Bandeirantes, acastro@uenp.edu.br.

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do tempo de reação de calcário e gesso sobre o desenvolvimento de milho em solo com alta saturação de alumínio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 6x3 + 1 com 2 repetições, constituído de 6 épocas para aplicação e incorporação de calcário e gesso, sendo a primeira com 75 dias antes da semeadura e as demais com 60, 45, 30, 15 e 0 dias antes da semeadura e 3 combinações de gesso e/ou calcário (calcário, gesso, calcário + gesso) e 1 testemunha (sem gesso e sem calcário). Aos 40 dias após a emergência das plantas de milho, foram avaliados os parâmetros: densidade de raiz, massa fresca e massa seca e comprimento de raiz. De acordo com os resultados do gesso agrícola na cultura do milho em solos com alta saturação de alumínio influenciou de forma positiva seu desenvolvimento e o tempo de reação do calcário e/ou gesso dos 45 aos 75 dias antes da semeadura apresentou melhores resultados.

PALAVRA-CHAVES: *Zea mays*, calagem, gessagem, tempo de reação.

REACTION TIME OF LIME AND GYPSUM DEVELOPMENT OF ROOT SYSTEM PLANT MAIZE

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the influence of the reaction time of lime and gypsum on the growth of maize in soil with high aluminum saturation. The experimental design was a randomized block in factorial 6x3 + 1, with 2 replicates, consisting of six seasons for application and incorporation of lime and gypsum, the first with 75 days before sowing and the other with 60, 45, 30, 15 and 0 days before sowing and 3 combinations of gypsum and / or lime (limestone, gypsum, lime + gypsum) and 1 control (no gypsum and no lime). At 40 days after emergence of maize plants, the following parameters were evaluated: density, fresh matter and pasta dry, root length. According to the results of gypsum in corn in soils with high aluminum saturation positively influenced its development and the reaction time of limestone and or gypsum from 45 to 75 days before sowing showed better results.

KEY WORDS: *Zea mays*, liming, gypsum, reaction time.

INTRODUÇÃO

A acidez do solo limita a produção agrícola em consideráveis áreas no mundo, em decorrência da toxidez causada por Al e Mn e baixa saturação por bases. Segundo Rios et al. (2008), o excesso de Al resulta em baixo crescimento do sistema radicular, com consequente exploração de pequenos volumes de solo, levando a baixa captação de nutrientes e água, tornando as culturas sujeitas à deficiências minerais e susceptíveis a déficits hídricos.

A calagem é prática comumente utilizada para neutralizar a acidez, restaurar a capacidade produtiva dos solos, aumentando a disponibilidade de nutrientes e diminuindo os elementos tóxicos (CAIRES et al., 2001). Todavia, considerando que a calagem em superfície pode ter ação limitada às camadas superficiais, principalmente nos primeiros anos de cultivo, a aplicação de gesso agrícola em

superfície é apontada como uma alternativa para a melhoria do ambiente radicular, compensando o reduzido efeito do calcário no subsolo, nos primeiros anos de cultivo, sem necessidade de incorporação prévia do calcário (CAIRES et al., 2003). O interesse pelo uso de gesso agrícola para diminuir o problema da acidez do subsolo é decorrente da sua maior solubilidade. O gesso agrícola aplicado na superfície do solo movimentou-se ao longo do perfil sob a influência da percolação de água (CAIRES et al., 1999). Como consequência, obtêm-se redução da toxidez de Al^{3+} no subsolo (CAIRES et al., 1999, 2003), aumenta a quantidade de cálcio e enxofre em subsuperfície propiciando o desenvolvimento das raízes em camadas mais profundas.

Santos et al. (2009), trabalhando com doses de gesso na cultura do milho, observaram que no segundo ano de cultivo os tratamentos com aplicação acima de $1t\ ha^{-1}$ de gesso, foram suficientes para aumento de produtividade da cultura. Caires et al. (1999), em trabalho realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação superficial de gesso sobre o subsolo ácido e as consequências dessas alterações sobre a produção de milho, trigo e soja cultivados em rotação no sistema plantio direto na palha, observaram que somente a cultura do milho apresentou aumento de produção com a aplicação de gesso em decorrência do fornecimento de enxofre, da melhoria do teor de cálcio trocável em todo o perfil do solo, da redução da saturação por alumínio e do aumento da relação Ca/Mg do solo. Porém, apesar do grande potencial de uso do gesso agrícola, ainda existem dúvidas quanto ao método de recomendação do produto e em que condições são esperadas respostas das culturas à aplicação superficial de gesso.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de reação do calcário e gesso sobre o desenvolvimento da cultura do milho em solo com alta saturação de alumínio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área de cultivo protegido da Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Luiz Meneghel, localizado em Bandeirantes – PR entre os meses de novembro e dezembro de 2012. O solo utilizado classificado como Argissolo Amarelo Alumínico, foi retirado a uma profundidade de 40 cm, proveniente do Sítio Santa Clara localizado no município de Ribeirão Branco - SP, situado na zona fisiográfica de Paranapiacaba, a 230 km em linha reta da Capital do Estado, com coordenadas geográficas são: Latitude $24^{\circ} 13' 15''$ sul, Longitude $48^{\circ} 45' 56''$ oeste e Altitude de 874 metros, cuja análise química está apresentada na Tabela abaixo.

Tabela 1. Atributos Químicos e Classe Textural do Solo na camada de 0 – 40 cm de profundidade

Tabela 1 - Atributos Químicos e Classe Textural do Solo													
pH em CaCl ₂	M.O g/dm ³	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	Al	H + Al	Soma de Bases (SB)	CTC Total	Saturação por Bases (V%)	Sat. Por Alum. (m%)	Teor de argila (g/kg)	Classe Textural
.....cmol de cargas dm ⁻³													
4,4	17,4	2,2	0,08	0,3	0,2	1,3	4,91	0,58	5,49	10	70	550	Argilosa

Antes da instalação do experimento o solo foi peneirado (peneira 5 mm) para padronização do tamanho das partículas, e foram preenchidos vasos com capacidade de 5L totalizando 42 vasos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial $6 \times 3 + 1$ com 2 repetições, constituído de 6 épocas para aplicação e incorporação de calcário e gesso, sendo a primeira com 75 dias antes da semeadura e as demais com 60, 45, 30, 15 e 0 dias antes da semeadura e 3 combinações de gesso e/ou calcário (calcário, gesso, calcário + gesso) e 1 testemunha (sem gesso e sem calcário).

O solo foi irrigado sempre que sua superfície se apresentava seca, e foram dispostos em área de cultivo protegido, de acordo com a ordem cronológica de aplicação dos tratamentos e de forma a garantir a todos a mesma intensidade de luz. Com base na análise do solo (Tabela 1), foi realizada calagem com $4,3\ t\ ha^{-1}$ de calcário, e a gessagem segundo a recomendação de Raij et al. (1997) aplicando-se um total de $3,3\ t\ ha^{-1}$, os mesmos foram aplicados e incorporados ao solo a uma profundidade de 10 cm.

Após o período de 75 dias depois da primeira incubação foi realizada a semeadura de milho da

cultivar Dow AgroSciences® 2B10PW com um total de 5 sementes por vaso, dispostas em forma de cruz. A adubação foi realizada na semeadura seguindo a sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná fornecido pelo IAPAR (OLIVEIRA 2003), com doses de: 30 kg de N ha⁻¹ fornecido na forma de ureia, 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹ fornecido na forma de Super Fosfato Simples, 60 kg de K₂O ha⁻¹ fornecido na forma de Cloreto de Potássio. Todos os tratamentos, inclusive as testemunhas, receberam adubação da mesma forma afim de que não distorcessem e/ou alterassem resultados obtidos durante a avaliação do experimento. Após semeadura, o solo foi irrigado sempre que necessário a fim de acelerar a emergência das plantas. A emergência ocorreu quatro dias após semeadura e aos sete dias após a emergência foi realizado o desbaste, mantendo-se as duas plantas mais desenvolvidas por vaso (análise visual).

Além da adubação de N na semeadura, foi realizada adubação em cobertura com recomendação de 45 kg de N ha⁻¹ (OLIVEIRA, 2003) aos 30 dias após semeadura. Aos 40 dias após a emergência das plantas de milho, foram avaliados os parâmetros: da parte aérea das plantas: densidade de raiz, massa fresca e massa seca

Os dados foram comparados com auxílio da análise de variância, utilizando o teste de Tukey, em nível de 1% e 5% de probabilidade. O software utilizado foi o ESTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos para massa fresca e massa seca da raiz das plantas de milho em função do tempo de reação e combinações de calcário e gesso.

Tabela 2. Massa fresca e massa seca do sistema radicular do milho em função do tempo de reação e combinações de calcário e gesso em solo com elevada saturação de alumínio, Bandeirantes/PR, 2013.

Tempo de Reação (DAS)	Massa Fresca (g pl ⁻¹)				Média	Massa Seca (g pl ⁻¹)				Média
	Combinações					Combinações				
	Calcário	gesso	calcário + gesso	T		calcário	gesso	calcário + gesso	T	
75	85,1	97,6	95,6	86,8	91,3 A	8,30	8,90	6,35	13,45	9,25 AB
60	80,1	102,7	94,0	86,8	90,9 A	6,52	9,71	7,04	13,45	9,18 AB
45	78,0	109,1	88,9	86,8	90,7 A	6,22	9,63	6,64	13,45	8,98 AB
30	72,1	79,7	90,4	86,8	82,2 A	6,46	5,91	8,69	13,45	8,63 B
15	102,5	100,1	112,7	86,8	100,5 A	15,68	13,68	13,11	13,45	13,98 A
0	51,6	106,5	72,7	86,8	79,4 A	7,48	13,59	8,84	13,45	10,84 AB
Média	78,2b	99,3a	92,4ab	86,8ab		8,44b	10,24ab	8,44b	13,45a	
DMS	T.R. = 26,9		C. = 19,59			T.R. = 5,23		C. = 3,81		
F	T.R. = 1,50 ns		C. = 3,16 *			T.R. = 2,89 *		C. = 5,88 **		
C.V. (%)	19,44					33,26				

* significativo a 1% do teste de F. ** significativo 5% do teste de F. ns = não significativo. Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey. DAS = dias antes da semeadura. T.R. = Tempo de Reação. C. = Combinações. T = Testemunha.

Castro et al. (2013) observou em seu estudo que a aplicação de gesso agrícola e calcário não influenciou os parâmetros de massa fresca e massa seca avaliados. Em contrapartida pode ser observado no quadro 5 que os melhores resultados para massa seca foram obtidos quando o tempo de reação foi de 15 DAS, além disso, a testemunha se destacou quando comparados às combinações de calcário e gesso.

Para massa fresca do sistema radicular, percebe-se que, quando utilizou-se apenas gesso, a cultura

apresentou melhores resultados. A aplicação de gesso agrícola em superfície é apontada como uma alternativa para a melhoria do ambiente radicular, nos primeiros anos de cultivo (CAIRES et al., 2003).

Os parâmetros densidade e comprimento radicular avaliados não apresentaram diferenças estatísticas significativas quanto ao tempo de reação de calcário e gesso. Somente o comprimento radicular apresentou diferenças estatísticas significativas para as diferentes combinações de calcário e gesso utilizadas (Tabela3). A combinação calcário + gesso foi melhor ao ser comparada as outras, porém não diferiu do tratamento de apenas gesso.

Tabela 3. Densidade e comprimento radicular de plantas de milho em função do tempo de reação e combinações de calcário e gesso em solo com elevada saturação de alumínio, Bandeirantes/PR, 2013.

Tempo de Reação (das)	Densidade Radicular (g cm ⁻³)				Média	Comprimento radicular total (m)				Média
	Combinações					Combinações				
	calcário	gesso	calcário + gesso	T		calcário	gesso	calcário + gesso	T	
75	0,89	0,86	0,91	1,01	0,92 A	271,8	394,7	834,1	289,2	447,5 A
60	0,94	0,93	0,94	1,01	0,96 A	387,4	538,3	677,1	289,2	473,0 A
45	1,04	0,88	0,97	1,01	0,97 A	287,4	809,7	332,6	289,2	429,8 A
30	0,80	0,89	0,86	1,01	0,89 A	182,0	320,4	714,7	289,2	376,6 A
15	0,85	0,91	0,94	1,01	0,93 A	764,7	447,4	324,9	289,2	456,5 A
0	0,94	0,89	0,97	1,01	0,95 A	305,8	309,8	392,9	289,2	324,4 A
Média	0,91a	0,89a	0,93a	1,01a		366,5bc	470,1ab	546,1a	289,2c	
DMS	T.R. = 0,17		C. = 0,12			T.R. = 242,67		C. = 176,72		
F	T.R. = 0,66 ns		C. = 2,76 ns			T.R. = 1,04 ns		C. = 6,27 *		
C.V.(%)	11,48					17,88 ⁽¹⁾				

* significativo a 5% do teste de F. ns = não significativo. Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey. DAS = dias antes da semeadura. T.R. = Tempo de Reação. C. = Combinações. T = Testemunha. ⁽¹⁾ Transformado em raiz quadrada da variável mais meio.

A Tabela 4 indica a interação estatisticamente significativa entre os diferentes tempos de reação e as diferentes combinações de calcário e gesso no comprimento radicular das plantas de milho.

Tabela 4. Interação entre o tempo de reação e diferentes combinações de calcário e gesso no comprimento radicular de plantas de milho.

Tempo de Reação (DAS)	Comprimento Radicular (m)				Média
	Combinações				
	calcário	gesso	calcário + gesso	testemunha	
75	271,8 Bb	394,7 ABa	834,1 Aa	289,2 Ba	447,5
60	387,4 Aab	538,3 Aa	677,1 Aa	289,2 Aa	473,0
45	287,4 Bab	809,7 Aa	332,6 Ba	289,2 Ba	429,7
30	182,0 Bb	320,4 ABa	714,7 Aa	289,2 ABa	376,6
15	764,7 Aa	447,4 ABa	324,9 ABa	289,2 Ba	456,6
0	305,8 Aab	309,8 Aa	392,9 Aa	289,2 Aa	324,4
Média	366,5	470,1	546,1	289,2	
DMS	T.R. = 485,33			C. = 432,86	

F	(T.R x C.) = 3,10 *
C.V. (%)	17,88 ⁽¹⁾

* significativo a 5% do teste de F. ns = não significativo. Letras iguais maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey. Letras iguais minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey DAS = dias antes da semeadura. T.R. = Tempo de Reação. C. = Combinações. T = Testemunha. ⁽¹⁾ Transformado em raiz quadrada da variável mais meio.

Ao analisarmos as médias das combinações do tempo de reação de 75 e 30 DAS, aquela cujo calcário + gesso foi aplicado mostram melhor desenvolvimento da raiz, para 45 DAS gesso mostrou melhor resultado e aos 15 DAS a incorporação de calcário se destacou das demais. Em contrapartida, quando comparamos às médias de calcário dentro dos diferentes tempos de reação, nota-se que o calcário quando incorporado aos 15 DAS apresentam melhor desenvolvimento do sistema radicular do milho que quando incorporado aos 75 e 30 DAS.

CONCLUSÃO

A aplicação de gesso apresenta melhores resultados na avaliação massa fresca radicular, sendo recomendado seu uso quando em solos com alta saturação de alumínio, recomenda-se o tempo de reação superior a 45 antes da semeadura a cultura do milho.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.27, p.275-286, 2003.

CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, v.60, p.213-223, 2001.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.; MADRUGA, E.F. 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 de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.23, p.315-327, 1999.

CASTRO, A.M.C; RUPPENTHAL, V.; RANDO, E.M.; MARCHIONE, M.S. & GOMES, C.J.A. Calcário e gesso no desenvolvimento do milho cultivado em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. *Revista Cultivando o Saber. Cascavel*, v.6, n.1, p. 8-16, 2013.

OLIVEIRA, E.L. de. Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no estado do Paraná. Londrina, PR, 2003. RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. atual. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

RIOS, L.C.; MATOS, T.S.; GIANERINI, Y.X.; DONAGEMMA, G.K.; BALEIRO, F.C.; POLIDORO, J.C.; FREITAS, P.L. de; ANDRADE, C.C. Lixiviação de cálcio, magnésio e potássio em colunas de um Latossolo Amarelo distrófico textura média, de Luis Eduardo Magalhães - BA em resposta as doses de óxido de magnésio combinadas com gesso. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO DE CONSERVAÇÃO DOS SOLOS E DA ÁGUA, 17, 2008, Rio de Janeiro, RJ. **Anais**. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro, RJ: SBSC: Embrapa Solos: Embrapa Agrobiologia, 2008. (CD ROOM)

SANTOS, F.C.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; FERREIRA, G.B.; CARVALHO, M.C.S.; BARBOSA, C.A.S. Fontes, doses e frequência de aplicação de gesso na sucessão algodão-milho no oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, 2009, Fortaleza, CE. **Anais**. Fortaleza, Ce. 2009. (CD-ROM).