

## PREDIÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E POTÁSSIO EM FUNÇÃO DA ADIÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO<sup>(1)</sup>

**Fernando Ertel<sup>(1)</sup>; Sidnei Luiz Stipp<sup>(2)</sup>; Alfredo Richart<sup>(3)</sup>; Diego Maicom Richetti<sup>(1)</sup>; Leandro Nicolau Dahmer<sup>(1)</sup>; Régis Tomé Vogt<sup>(1)</sup>**

- <sup>(1)</sup> Aluno do curso de Agronomia da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo – Paraná; e-mail: f\_ertel@hotmail.com;  
<sup>(2)</sup> Engenheiro Agrônomo formado pela Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo – Paraná;  
<sup>(3)</sup> Professor do curso de Agronomia da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo – Paraná.

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar a participação de cálcio (Ca) na capacidade de troca de catiônica em um Latossolo Vermelho Distroférico típico sobre os atributos químicos do solo e componentes de produção da cultura do milho. O experimento foi conduzido no período de maio de 2011 a fevereiro de 2012, em condições de campo na fazenda experimental da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial, sendo sete tratamentos (35, 40, 45, 50, 55, 60 e 65% da participação do Ca na CTC), com quatro repetições. Quanto as avaliações, no momento da colheita determinaram-se os componentes de produção altura de inserção de espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), comprimento da espiga (CE), diâmetro da base, mediado e ápice da espiga (DBE, DME, DAE), número fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade. Quanto aos atributos químicos do solo, determinou-se, após a colheita do milho, acidez ativa, trocável e potencial, os teores trocáveis de Ca, Mg e K nas profundidades de 0 – 20 e 20 – 40cm. Os resultados obtidos para os componentes de produção demonstram que ocorreram respostas significativas somente para o diâmetro do colmo (DC) em função da elevação da participação do Ca na CTC. A mistura de gesso e calcário foi eficiente no carregamento de Ca e aumento do pH em subsuperfície.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, Atributos químicos, Capacidade de troca catiônica.

### INTRODUÇÃO

A produtividade de milho tem crescido sistematicamente nos últimos anos a nível de Brasil. Este aumento de produtividade se dá, em parte, pelo uso cada vez mais amplo de tecnologias modernas, como correção do solo, adubação, controle eficiente de plantas daninhas e pragas, uso de máquinas mais eficientes e precisas para plantio, aplicação de defensivos.

Lopes & Guilherme (2002), A agricultura brasileira atravessa uma fase na qual, mais do que em qualquer época, torna-se justificável todo e qualquer esforço para a verticalização da produção, objetivando atingir ganhos em produtividade que permitam tornar o processo produtivo mais rentável, a fim de que os agricultores continuem em suas atividades. Neste contexto, entre outros fatores, as práticas da calagem e adubação assumem lugar destaque, sendo responsáveis por cerca de 50% dos ganhos de produtividade das culturas (LOPES; GUILHERME, 2002)

Fageira & Stone, 1999 A calagem é a prática mais comum e mais efetiva na correção da acidez do solo. Com a dissolução do calcário, o  $Al^{3+}$  e o  $H^+$  são trocados por Ca, havendo um aumento permutável. Produz-se, portanto, um aumento na porcentagem de saturação por bases, e, ao mesmo tempo, eleva-se o pH da solução do solo. Em solos equilibrados quimicamente, a substituição por parte do calcário pelo gesso pode ser utilizado para melhoria do ambiente radicular em profundidade. Devido aos efeitos positivos da sua aplicação superficial, o gesso está sendo utilizado também, em solos ácidos, como um produto complementar ao calcário capaz de reduzir a atividade do  $Al^{3+}$  e aumentar a concentração de cálcio trocável em subsuperfície, possibilitando o desenvolvimento das raízes em profundidade, ampliando assim o volume de solo a ser explorado e a tolerância das plantas à seca. (SOUSA RITCHEY, 1986). Neste caso, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a participação de Ca na capacidade de troca de catiônica em um Latossolo Vermelho Distroférico típico sobre os atributos químicos do solo e componentes de produção da cultura do milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido na fazenda experimental da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, região Oeste do Paraná, no município de Toledo – PR, localizado a 24° 42' 49" S, e 53° 44' 35" W e altitude de 574m. Com base na classificação climática de

Köppen, o clima é do tipo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas. A média das temperaturas do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C, (IAPAR, 2011). O solo da fazenda experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2009). Para determinação da necessidade de calagem foi realizada a coleta do solo com auxílio de uma furadeira elétrica acoplada à bateria de uma pick-up.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial simples, sendo os tratamentos constituídos pela participação do Ca na CTC deste solo (35, 40, 45, 50, 55, 60 e 65%), com quatro repetições, totalizando 28 parcelas, com 3,15m x 5,75m, totalizando 18,11m<sup>2</sup> de área. Para saber as quantidades de cada produto para elevar a participação do Ca, foram realizados os cálculos estequiométricos. O calcário e o gesso foram aplicados em maio de 2011, de forma manual.

Quanto as avaliações, procedeu-se a colheita das parcelas manualmente, colhendo apenas a área útil da parcela, ou seja as duas linhas centrais respeitando uma distância de um metro da borda da parcela. Para determinação da altura de inserção da espiga, foram medidas 10 plantas na área útil de cada parcela, com auxílio de uma trena iniciando a medição na altura do solo até a inserção da espiga; o diâmetro dos colmos foi medidos de 10 plantas na área útil das parcelas a uma altura de 10 cm do colo da planta, com auxílio de um paquímetro digital; o tamanho de espiga foi obtido medindo-se espigas de 10 plantas na área útil de cada parcela, com auxílio de uma trena; diâmetro da base, mediano e da ponta da espiga foi determinado medindo-se 10 espigas dentro da área útil das parcelas, com auxílio de um paquímetro. A produtividade final foi determinada pela coleta das espigas das áreas úteis das parcelas e após a debulha os grãos foram pesados corrigindo-se a umidade para 13%. O rendimento de grãos foi expresso em kg ha<sup>-1</sup>; peso de 1.000 grãos foi determinado em laboratório pela contagem e pesagem de 1.000 grãos em cada parcela, e expresso em gramas.

Para a avaliação dos atributos dos químicos do solo após a colheita do milho, foram coletadas subamostras nas profundidades 0 – 20 e 20 – 40 cm, dentro de cada parcela. As amostras foram secadas a sombra e após a secagem as mesmas foram submetidas a análises químicas sendo determinados acidez ativa, trocável e potencial, teores trocáveis de Ca, Mg e K conforme metodologia proposta por e (LANA et al., 2010), SILVA, 2009). Os dados obtidos foram submetidos

à análise de variância, e as médias dos tratamentos quando significativas, foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, utilizando o software SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos informam que ocorreram respostas significativas ( $p < 0,05$ ) somente para o diâmetro do colmo (DC) em função da elevação da participação do Ca na CTC de um Latossolo Vermelho Distroférico típico. Para os demais componentes de produção: altura de inserção da espiga (AE), comprimento da espiga (CE), diâmetro da base, mediano, ápice da espiga (DBE, DME, DAE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira, massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade, não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), conforme **Tabela 1**.

Com relação ao componente DC, pode-se observar que ocorreu um ligeiro aumento a medida que promoveu-se a elevação do Ca na T deste solo, com um nível de significância ( $p > 0,01$ ). Os maiores valores para DC foram observados no tratamento com 65% do Ca na T, com um DC médio de 14,3 mm. Com relação à produtividade, os maiores valores foram obtidos com a testemunha, a qual produziu 758 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram obtidos por Negro et al. (2007), em trabalho com milho safrinha com objetivo de avaliar o efeito da calagem, gessagem e a adubação com micronutrientes em algumas variáveis do milho safrinha, na fazenda experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, constataram que não houve diferença estatísticas nas variáveis estudadas, número de fileiras, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e produtividade, confirmando os dados obtidos com este trabalho.

Um dos fatores que pode ter contribuído de forma negativa sobre os componentes de produção da cultura do milho foi o longo período de estresse hídrico, ocorrido nos meses de dezembro de 2011 até início de fevereiro de 2012, quando a cultura estava no estágio reprodutivo.

Quanto aos atributos químicos do solo, ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para o pH, cálcio (Ca), soma de base (SB) e saturação de bases (V) nas duas profundidade avaliadas, bem como, a interação entre participação na CTC e profundidade para o atributo V. Para os demais atributos avaliados, não houve diferença significativas ( $p > 0,05$ ). Estes resultados ocorreram possivelmente pelo pouco tempo de incubação do corretivo, pois decorreram nove meses da correção até a coleta do solo para posterior análises. Em



investigação realizada por Santos et al. (2010), comprovam que a gessagem e calagem alteram os atributos químicos do solo (Ca, Mg, H, Al e T) em função da profundidade analisada e o tempo de incubação.

Para acidez potencial (H + Al), observa-se que a mistura de calcário + gesso não promoveu resposta significativas ( $p > 0,05$ ) em função do aumento da participação do Ca na T deste solo (**Tabela 2**). No entanto, observa-se que ocorreu uma redução da H + Al à medida que aumentou-se a participação do Ca na CTC. Possivelmente, o período avaliado não foi o suficiente para que possa ter ocorrido a neutralização da acidez potencial. Resultados semelhantes foram encontrados por [11] Maller (2006), ao avaliar a eficiência da mistura gesso e calcário, no final do ciclo do algodoeiro, averiguou que a mistura proporcionou acréscimos nos teores de Ca, Mg, SB, T e V%, bem como reduziu a acidez potencial.

Quanto as relações entre Ca e Mg, observa-se que ocorreu um aumento gradativo de Ca em relação a Mg, sendo que o tratamento com 65% de Ca na CTC alcançou a melhor relação, estando esta quase no ideal (**Tabela 2**), conforme proposto por Silva (1980) seria de 3:1. Com a adição de calcário e gesso, obteve-se um aumento gradativo de Ca à medida que se aumentou a participação deste elemento na CTC e redução da %Mg, a qual se deve provavelmente a utilização de uma mistura de calcário e gesso rica em CaO. Porém, os valores para as participações do Ca no solo estão abaixo do preconizado e as %Mg um pouco acima do proposto por Lopes & Guidolin (1989) que em estudos concluíram que é de grande importância o conhecimento destes teores no solo, para um fornecimento balanceado e eficiente às plantas, e as recomendações para balanço de cálcio e magnésio situam-se em torno de 60 – 70% Ca e 10 – 20% de Mg saturada na CTC à pH 7,0.

## CONCLUSÕES

Para os componentes de produção demonstram que ocorreram respostas significativas somente para o diâmetro do colmo (DC) em função da elevação da participação do Ca na CTC.

A mistura de gesso e calcário foi eficiente no carregamento de Ca e aumento do pH em subsuperfície.

## REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás – GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1999.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Instituto Agrônomo do Paraná, IAPAR, 2011. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>.

Acesso em: 03/11/2011

LANA, M. C. et al. **Análise química de solo e tecido vegetal: práticas de laboratórios**. Cascavel: EDUNIOESTE, 2010.

LOPES, A. S. e GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de análise de solo**. Ed 2ª. São Paulo, ANDA, 1989. 64p.

LOPES, A. S. e GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agrônômicos**. 3ª edição revisada e atualizada. São Paulo, ANDA, 2002.

MALER, A. **Calagem, gessagem e modos de aplicação de adubos no algodoeiro em condições de cerrado**. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, São Paulo 2006. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/instituicao/administracao/dta/pos-graduacao/agro/dissertacoes2006/adriano2006.pdf>> acesso em: 02/03/2012.

NEGRO, S. R. L. et al. Adubação, calagem e gessagem na cultura do Milho safrinha. In: **Anais 9º Seminário Nacional Milho Safrinha Rumo à Estabilidade**. Dourados – MS, 2007. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/254934/1/DOC200789.pdf>> Acesso em: 02/09/2012.

SOUSA, D. M. G., RITCHEY, K. D. **Correção da acidez subsuperficial: o uso de gesso no solo de cerrado**. Fundação Cargill, Campinas - SP 1986.

SANTOS, A.C. et al. Alterações de atributos químicos pela calagem e gessagem superficial com o tempo de incubação. **Revista Caatinga**. V23, n. 1 p. 77-83, jan. - mar., 2010. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/download/1327/4525>> Acesso em: 18/08/2012.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SILVA, J. E. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento de milho em solos de cerrado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v 15, n. 3, p. 329 – 333, 1980. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000094&pid=S0103-90](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000094&pid=S0103-90)> Acesso em: 20/09/2012.

LOPES, A. S. e GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de análise de solo**. Ed 2ª. São Paulo, ANDA, 1989. 64p.

Tabela 1. Resultados médios para os componentes de produção: altura de inserção de espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), comprimento da espiga (CE), diâmetro da base, mediado e ápice da espiga (DBE, DME, DAE), número fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 1.000 grãos (MMG), e produtividade em função da participação do Ca na CTC, de um Latossolo Vermelho Distroférico de Toledo – PR.

Participação na CTC (%)	AIE	DC	CE	DBE	DME	DAE	NFE	NGF	MMG	Produtividade
	- cm -	- mm -	- cm -	mm					- g -	kg ha <sup>-1</sup>
35	17,0 a	10,4 b	8,1 a	30,1 a	28,7 a	21,5 a	6,5 a	6,4 a	274 a	758 a
40	15,3 a	11,1 b	5,7 a	22,7 a	23,1 a	19,1 a	5,8 a	5,4 a	205 a	464 a
45	20,6 a	10,8 b	8,3 a	32,2 a	32,9 a	26,8 a	9,2 a	8,7 a	286 a	716 a
50	21,4 a	11,4 ab	8,9 a	32,1 a	32,4 a	25,6 a	9,5 a	11,5 a	286 a	529 a
55	24,6 a	12,3 ab	8,6 a	31,7 a	32,3 a	26,9 a	11,5 a	11,2 a	282 a	732 a
60	20,0 a	12,3 ab	6,7 a	22,6 a	25,2 a	21,8 a	8,5 a	9,8 a	208 a	442 a
65	28,9 a	14,3 a	8,5 a	30,4 a	30,2 a	24,6 a	8,8 a	10,9 a	207 a	551 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Médias entre todos os tratamentos nas duas profundidades de amostragem para os componentes das análises de solo: pH (pH), hidrogênio + alumínio (H+Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg) potássio (K), soma de bases (SB), porcentagem da saturação de bases (V) capacidade de troca de cátions (T), relação cálcio magnésio (Ca/Mg), relação cálcio potássio (Ca/K), relação magnésio potássio (Mg/K), relação cálcio magnésio potássio (Ca+Mg/K), relação de Gapon (K/(Ca + Mg)<sup>1/2</sup>), porcentagem de cálcio, magnésio e potássio na CTC do solo (%Ca, %Mg e %K), em função da participação do Ca na T, de um Latossolo Vermelho Distroférico típico na região de Toledo – PR.

Profundidade (cm)	pH	H + Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	V
				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%
0 – 20	5,87 a <sup>1</sup>	4,46 a	6,75 a	4,32 a	0,29 a	11,37 a	15,83 a	71,80 a
20 – 40	5,51 b	5,13 a	5,88 b	3,89 a	0,25 a	10,03 b	15,15 a	66,11 b
Relações entre os cátions				Participação na CTC				
	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	K/(Ca+Mg) <sup>1/2</sup>	%Ca	%Mg	%K
0 – 20	1,73 a	25,87 a	16,52 a	42,39 a	0,09 a	42,73 a	27,19 a	1,87 a
20 – 40	1,98 a	27,51 a	17,28 a	44,79 a	0,08 a	39,14 a	25,27 a	1,69 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.