

Aplicação de calcário calcítico em função de diferentes relações Ca: Mg no desenvolvimento inicial da cultura do milho

Application of calcitic limestone as a function of different Ca: Mg ratios on the initial development of culture corn

Rafael de Paiva Andrade¹, Moniki Campos Janegitz², Wagner dos Reis³, Expedito Dagmar de Melo Ferreira Neto⁴.

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agronômico (IAC), Campinas, São Paulo, Brasil.

² Professora do curso de agronomia do Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos.

³ Professor do curso de agronomia das Faculdades Gammon, Paraguaçu Paulista, São Paulo, Brasil.

⁴ Professor do curso de agronomia das Faculdades Gammon, Paraguaçu Paulista, São Paulo, Brasil.

Resumo

A cultura do milho é responsiva a calagem, sendo que solos corrigidos resultam em altas produtividades da cultura, porém existe uma carência de informações sobre a relação Ca:Mg, associado ao valor de V% para recomendação de corretivos em solos de textura arenosa para culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de calcário calcítico com base na elevação da saturação por bases, visando o efeito da relação Ca:Mg no desenvolvimento inicial da cultura do milho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo os seguintes tratamentos: 5 diferentes saturações por bases (T1:40%, T2:60%, T3:80%, T4:100% e T5:120%), os tratamentos corresponderam consecutivamente à 5 níveis de relação Ca:Mg no solo sendo: T1: 1,4:1; T2: 2,3:1; T3: 2,9:1; T4: 3,4:1 e T5: 3,7:1. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. As plantas foram cultivadas em vasos contendo 8 dm³ de solo, por 33 dias após a emergência, onde foram medidos o diâmetro do caule, altura das plantas, comprimento de raízes, massa da parte aérea e das raízes e calculada a relação raiz/ parte aérea. A realização da calagem melhora o desenvolvimento inicial do milho. O V% 80 correspondente a uma relação Ca:Mg no solo de 2,9:1 apresentou bons resultados para todos os parâmetros, podendo ser a melhor relação para o desenvolvimento do milho, quando comparado aos outros tratamentos em solo de textura arenosa.

Palavras-chave: Calagem; Solo arenoso; Correção de acidez; *Zea mays*.

Abstract

The culture corn is responsive to liming, and corrected soils result in high Yield the culture, but there is a lack of information about the Ca: Mg relationship, associated with the value of V% for recommendation of correctives in soils of sandy texture for crops. The objective of this work was to evaluate the effect of different doses of calcitic limestone based on the increase of base saturation, aiming at the effect of the Ca: Mg ratio on the initial development of the culture corn. The experiment was conducted under greenhouse conditions, being the following treatments: 5 different base

saturations (T1: 40%, T2: 60%, T3: 80%, T4: 100% and T5: 120%), the treatments corresponded consecutively to 5 levels of Ca: Mg relationship in the soil: T1: 1.4: 1; T2: 2.3: 1; T3: 2.9: 1; T4: 3.4: 1 and T5: 3.7: 1. The design was completely randomized, with five replicates. The plants were cultivated in pots containing 8 dm³ of soil, for 33 days after the emergency, where they were measured: stem diameter, plant height, root length, mass of the aerial part and root and calculated the root / aerial part relation. The of liming realization improves the initial development of corn. The V% 80 corresponding to a Ca: Mg relation in the soil of 2.9: 1 presented good results for all parameters, being able to be the best relation for the development of corn, when compared to other treatments in sandy texture soil.

Key words: Liming; Acidity amelioration; Sandy soil; *Zea mays*.

Introdução

Os solos brasileiros em sua maioria, são ácidos, destacando-se aqueles sob vegetação de Cerrado (FONSECA, 2015), tais solos são caracterizados por terem baixos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ e altos teores de Al³⁺, além da baixa disponibilidade de P as plantas. A acidez natural desses solos é proporcionada por inúmeros fatores, tais como: precipitação pluvial maior que a evapotranspiração, acarretando lixiviação de bases no perfil; o próprio material de origem com baixo teor de cátions básicos (FAGERIA e GHEYI, 1999); absorção de nutrientes catiônicos, resultando nas plantas a liberação de quantidades equivalentes de hidrogênio (H⁺); e a acidificação natural proporcionada pela aplicação de fertilizantes inorgânicos no solo, principalmente os nitrogenados (VITTI e LUZ, 1997).

Com a aplicação do calcário objetiva-se basicamente, a redução da solubilidade de certos elementos tóxicos (alumínio e/ou manganês) que, em determinadas concentrações, podem limitar a produção. Apesar da existência de outros materiais, o corretivo mais usado para eliminar a presença dos elementos tóxicos é o calcário calcítico ou o dolomítico. Além de neutralizar o alumínio, o calcário fornece o cálcio e o magnésio, que são elementos essenciais à nutrição mineral do milho e se encontram em baixas concentrações nos solos tropicais (VASCONCELLOS et al., 1982).

Com a adoção da prática do plantio direto no cerrado, tem se verificado um número elevado de áreas agrícolas, cujos solos apresentam saturação por bases (V%) na faixa de 45%, ou até menos, mas, muitas vezes, com produções elevadas devido a complexão do alumínio pelos compostos orgânicos oriundos da decomposição dos resíduos vegetais (SANTOS, 1999). Por outro lado, as recomendações de calagem no Brasil visam elevar a saturação por bases a 60% da CTC ou 70%, o que corresponde a um pH em CaCl₂ em torno de 5,5 ou 6,0. Em solos com altos teores de matéria orgânica (> 50 g dm⁻³) é suficiente fazer a calagem para atingir cerca de 50% de saturação por bases (RAIJ et al., 1997), enquanto na prática, solos com menores teores de matéria orgânica (< 30 g dm⁻³), as recomendações visam em média elevar a V% 70.

O milho é considerado uma cultura responsiva à calagem, embora exista grande variabilidade genética com respeito à tolerância à acidez e materiais adaptados a solos ácidos que mantém alto potencial e estabilidade de produção (BAHIA FILHO et al., 1997). Estudos realizados por Miranda et al. (2005), em solo com o V% inicial de 3,7%, utilizando 4 t ha⁻¹ de calcário com as seguintes características: 24,53% de Ca, 7,64% de Mg e 67% de PRNT, obteve uma produção de 7.928 kg ha⁻¹ em sistema de plantio convencional e 6.871 kg ha⁻¹ em sistema de plantio direto, A utilização do calcário

incorporado antecipadamente, a resposta das culturas à calagem tem sido semelhante nos tipos de plantios, tanto no direto e como no convencional (ARSHAD; GILL, 1996). Segundo Silva (1980), em estudos sobre balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento do milho em solos sob cerrado, pode observar que o pH, alumínio e a saturação de alumínio não foram os responsáveis por restrições de crescimento de raízes e parte aérea, mas o responsável foram atribuídos ao equilíbrio da relação Ca:Mg ou à saturação de cálcio, o qual ainda observa que é melhor ter uma alta relação, pois é menos prejudicial que uma baixa relação. Também observou crescimento reduzido de raízes e parte aérea, engrossamento do sistema radicular e poucas ramificações, ao qual esses sintomas se assemelham aos provocados pela toxidez de alumínio em solos ácidos (SALINAS e SANCHES, 1975).

De acordo com Coelho e França (1995), em solos tropicais, existe um conceito muito generalizado para o uso de calcários do tipo dolomítico e magnesiano, visando manter no solo uma relação Ca:Mg de 3:1 a 5:1. Para Medeiros et al. (2008), as recentes pesquisas apontam que para a maioria das culturas, considera-se as relações Ca:Mg entre 4:1 e 8:1 como adequadas, mesmo que estabelecidas as relações Ca:Mg ditas como ideais para as principais culturas, porém não está claramente estabelecido a parte de proporção destes elementos na CTC em que começam a ocorrer problemas nutricionais nas plantas. Já Hernandez e Silveira (1998) observam alta influência negativa em função do aumento da relação Ca:Mg do solo, onde a melhor relação Ca:Mg para a cultura do milho é a de 3:1, pois relações maiores causam efeito negativo no crescimento e produção da cultura, ocasionado pelo desequilíbrio na absorção de nutrientes pela planta.

Devido a carência de informações sobre a relação Ca:Mg, associado ao valor de V% para recomendação de corretivos em solos de textura arenosa para culturas, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de calcário calcítico com base na elevação da saturação por bases, visando o efeito da relação Ca:Mg no desenvolvimento inicial da cultura do milho.

Material e métodos

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, no campus urbano das Faculdades Gammon, no município de Paraguaçu Paulista, no estado de São Paulo.

O Delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos: 5 diferentes saturações por bases (T1 (controle): 40%, T2: 60%, T3: 80%, T4: 100% e T5: 120%, com cinco repetições cada. Os tratamentos corresponderam consecutivamente à 5 níveis de relação Ca:Mg no solo sendo: T1: 1,4:1; T2: 2,3:1; T3: 2,9:1; T4: 3,4:1 e T5: 3,7:1

O preparo dos vasos para o plantio foi realizado no dia 25 de setembro, onde foram preenchidos os vasos com solo 8 dm³ (Textura Média, 15,6% Argila) e cada tratamento recebeu sua devida dose de calcário. O calcário utilizado foi o Calcítico (45% CaO e 5% de MgO), com PRNT de 88, sendo as seguintes doses: T1: 0 gramas, T2: 910 kg ha⁻¹, T3: 1820 kg ha⁻¹, T4: 2730 kg ha⁻¹ e T5: 3640 kg ha⁻¹. Após os procedimentos foram saturados todos os vasos com água e ficaram 21 dias em descanso, sendo a umidade controlada próximo a capacidade de campo para que o calcário pudesse reagir. As características químicas iniciais do solo se encontram na Tabela 1 e foram determinadas as análises conforme a metodologia de Raij et al. (1997).

Tabela 1. Resultado da análise do solo utilizado no experimento.

pH	M.O	Pres	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al	V
CaCl ₂	g/ dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----	-----	-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	%
4,7	11	6	1,1	7	5	20	13	33	3	40

pH: Potencial Hidrogeniônico; M.O: Matéria Orgânica; Pres: Fósforo resina; K: Potássio; Ca: Cálcio trocável; Magnésio trocável; H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; V: Saturação por bases; Al: Alumínio.

No dia 08 de outubro foi realizado o revolvimento dos vasos e a adubação de plantio, foi 100 mg dm⁻³ de N na forma de Ureia (45% de N), 100 mg dm⁻³ de K na forma de Cloreto de Potássio (58% de K₂O) e 100 mg dm⁻³ de P na forma de Superfosfato Simples (18% P₂O₅), posteriormente foram irrigados.

O plantio foi realizado no dia 11 de outubro, com 7 sementes por vaso, em uma profundidade aproximada de 3 cm, segundo recomendação técnica para a cultura. Após o plantio, a cada 2 dias monitorava-se os vasos para controlar a umidade (quando necessário realizava irrigação nos mesmo), incidência de pragas e doenças. As primeiras plantas começaram a emergir 6 DAP (dias após o plantio). Aos 7 DAE, foi realizado o desbaste e mantido 2 plantas por vaso.

Durante a realização do experimento aferiu-se a temperatura média do ar, obtendo-se a temperatura média de 25°C, a mínima de 18°C e a máxima de 32°C (CPMCAA 2017).

Com 33 DAE (dias após a emergência) foram medidos os diâmetros dos caules das plantas, a 5 cm do solo, com o auxílio de um paquímetro digital modelo Paquímetro Universal Digital 200mm, marca ZAAS, a altura das plantas (até a última folha do ponteiro). Após essa medição, as plantas foram cortadas rente ao solo e colocadas em sacos de papel, o solo foi retirado do vaso, as raízes lavadas e medidas o seu comprimento com o auxílio de uma trena marca BESTFER de 3m; após as mesma enxugarem, foram colocadas em sacos de papel e encaminhadas junto com a parte aérea para estufa do Laboratório de Sementes das Faculdades Gammon, onde ficaram por 48 horas em temperatura de 65°C, para desidratarem e manterem um peso constante, após isto foi determinado a massa da parte aérea e das raízes em balança analítica (Balança Eletrônica Centesimal 3200g, Divisão 0,01g) e por fim calculado a relação raiz/ parte aérea.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste T (LSD) a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os valores obtidos como altura da parte aérea (APA), comprimento da raiz (CR), massa da parte aérea (MPA), massa da raiz (MR), diâmetro do caule e (DC) relação parte aérea: raiz (RPAR), são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de altura de plantas, comprimento radicular, massa seca da parte aérea e raiz, diâmetro do caule e relação raiz/ parte aérea do milho aos 33 dias após a emergência, submetidos a diferentes doses de calcário. Paraguaçu Paulista, 2016.

Relação Ca:Mg	Alt. parte aérea (cm)	Comp. da raiz (cm)	Massa parte aérea (g)	Massa raiz (g)	Diâm. caule (mm)	Raiz: parte aérea
T1 - 1,4: 1	31.00	54.63	1.60	1.99	7.20	1.22
T2 - 2,3: 1	70.92	52.16	17.17	8.49	15.82	0.50
T3 - 2,9:1	67.00	75.25	28.37	5.80	20.06	0.20
T4 - 3,4:1	64.42	49.50	21.46	6.72	19.78	0.32
T5 - 3,7:1	55.18	58.65	10.58	5.28	16.45	0.50
Média	57,70	58,04	15,84	5,66	15,86	0,55
DMS	10,10	11,38	6,48	2,73	3,81	0,30

T1: Controle (V%40), T2: V% 60, T3: V% 80, T4: V% 100 e T5: V% 120. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme os valores de altura da parte aérea expressos na Tabela 2, o tratamento T1 diferiu estatisticamente dos demais, apresentando menor resultado, justificando o efeito negativo da ausência da aplicação de calcário. Assim como os resultados de Andreotti et al. (2001), em solo sem correção de acidez com V% próximo a 40, geraram menor altura de plantas de milho aos 29 dias após a semeadura.

Em relação ao comprimento da raiz, o T3 referente a V%80 e a relação Ca:Mg de 2,9:1, diferiu estatisticamente dos demais, apresentando maiores médias, enquanto que os demais tratamentos apresentaram resultados iguais estatisticamente, com médias inferiores (Tabela 2). Segundo Moterle (2006), em estudos realizados com milho pipoca, mostrou que o milho é uma cultura que tem grande potencial de desenvolvimento de raiz. Manetti (2005), cita que no Brasil é comum o solo ser um fator limitante para o desenvolvimento do sistema radicular, devido a presença de formas fitotóxicas de alumínio, sendo a calagem essencial a estes solos, para elevar a disponibilidade de nutrientes, corrigir a acidez e fornecer cálcio e magnésio.

Na análise de massa seca da parte aérea, o tratamento T1 diferiu estatisticamente dos demais, obtendo o menor resultado, se sobressaindo novamente o T3, com aumento de 95% na produção em relação ao controle (Tabela 2). Conforme a Figura 1, é possível observar visualmente o desenvolvimento das plantas de milho e o melhor tratamento representado pela relação Ca:Mg de 2,9:1. Conforme as leis de fertilidade do solo, dos acréscimos não proporcionais, é possível a partir do resultado deste experimento, verificar a resposta quadrática da planta em relação a prática da calagem e balanço de nutrientes no solo.



Figura 1: Vista geral do ensaio em função das diferentes V% aos 33 dias após a emergência. Da esquerda para a direita: T1: Controle (V%40), T2: V% 60, T3: V% 80, T4: V% 100 e T5: V% 120.

Para a variável massa seca de raiz, o T2, T3 e T4, diferiram estatisticamente dos demais, sendo os maiores resultados, os quais foram semelhantes ao de Santos et al. (1996), utilizando no solo carbonato de cálcio e carbonato de magnésio na proporção 3:1 pelo método SMP para elevar o pH a 5,5, em solos adubados com 100 mg dm^{-3} de P.

Segundo Machado (1995), o crescimento preferencial do sistema radicular em relação a parte aérea de plantas que se encontram em deficiência de P é apenas uma estratégia para a mesma poder obter maior absorção de P que é um nutriente de baixa mobilidade no solo, porém, também pode ser visto como um processo flexível de crescimento, onde plantas com maior relação raiz: parte aérea tendem a aumentar o seu contato com o pouco P disponível no local pelo sistema radicular mais desenvolvido onde que possuem uma menor exigência metabólica de P na parte aérea.

Quando se compara o diâmetro do caule, o T3, T4 e T5 diferiram dos demais tratamentos, estatisticamente, apresentando os maiores valores. Valores semelhantes foram obtidos por Andreotti et al. (2001), em plantas de milho com 29 dias após a emergência cultivadas em solos arenosos.

Os valores para relação raiz: parte aérea, mostra que maiores valores foram obtidos em T1, na relação Ca:Mg de 1,4:1 diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 2). Mesmo não havendo diferença significativa entre os T2, T3, T4 e T5 para a relação raiz parte aérea, fica comprovando a necessidade de se realizar calagem e aumentar a relação Ca:Mg no solo para cultivos de milho. Segundo Gill et al. (1992), a relação raiz: parte aérea alta pode ser explicada pelo desequilíbrio nutricional da planta, onde que em condições desapropriadas (baixas) de P as plantas em solos não corrigidos, geralmente resultam em um aumento do conteúdo foliar de carboidratos, a quantidade de fotoassimilados é maior do que a quantidade necessária para a planta desenvolver a parte aérea, resultando na translocação desses carboidratos a raiz, onde há um acúmulo

de carboidratos e estas tem uma maior taxa de crescimento em comparação a parte aérea.

Ainda Hernandez e Silveira (1998), em experimento também conduzido em casa de vegetação, utilizando vasos, em solo de Areia Quartzosa, com fertilização de 100 mg dm⁻³ de fósforo, e uma relação Ca:Mg de 3:1, foi a que obteve maior produção do milho, mesmo que não diferindo estatisticamente das relações Ca:Mg 2:1 e 4:1, onde os mesmos afirmam que a disponibilidade de P no solo para a planta é maior na relação de Ca:Mg de 3:1, dados correspondentes ao presente trabalho.

Conclusão

A recomendação de calagem a V% 80 correspondente a uma relação Ca:Mg no solo de 2,9:1, apresentou bons resultados para todos os parâmetros, diferindo estatisticamente dos demais em massa seca da parte aérea e comprimento radicular, mostrando ser uma melhor relação para o desenvolvimento do milho, quando comparado aos outros tratamentos.

Referências

- ANDREOTTI, M.; RODRIGUES, J. D.; CRUSCIOL, C. A. C.; SOUZA, E. C. A.; BÜLL, L. T. Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 1, p. 145-150. 2001.
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010390162001000100022&script=sci_abstract&lng=pt
- ARSHAD, M.A.; GILL, K.S. Field pea response to liming of an acid soil under two tillage systems. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 76, p.5 49-555, 1996.
<https://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/cjss96-068>
- BAHIA FILHO, A. F. C.; MAGNAVACA, R.; SCHAFFERT, R. E.; ALVES, V. M. C. Identification, utilization, and economic impact of maize germplasm tolerant to low levels of phosphorus and toxic levels of exchangeable aluminum in Brazilian soils. In: MONIZ, A. C. (ed) **Plant Soil Interactions at Low pH: Sustainable Agriculture and Forestry Production**. Brasília: SBCS, 1997. P. 59-70.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1995. 25 p.
[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/\\$FILE/Milho.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/$FILE/Milho.pdf)
- CPMCAA. **Clima dos Municípios Paulista: Paraguaçu Paulista**. 2017. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_402.html>. Acesso em: 05 Dez. 2017.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 42p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 92).
- FONSECA, P. R. B.; BOHM, A. K.; SANTOS, G. K.; SILVA, J. A. N. Aplicação de diferentes tipos de calcário na cultura do milho. **A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/Construção e Tecnologia**, v. 4, n. 7, 2015.
https://www.unigran.br/dourados/ciencias_exatas/conteudo/ed7/artigos/05.pdf
- GILL, M. A.; SALIM, R. M.; ZIA, M. S. Maize growth and uptake of phosphorus and copper at different ambient phosphate concentrations. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 38, n. 4, p. 631-636, 1992.
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00380768.1992.10416692>
- HERNANDEZ; R. J.; SILVEIRA, R. I. Efeitos da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 1, 1998.
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010390161998000100014&script=sci_abstract&lng=pt
- MACHADO, C. T. T. **Avaliação da eficiência de utilização de fosforo em variedades locais de milho (*Zea mays* L.)**. 1995. 131 p. Tese (Magister Scientiae em Agronomia) – Universidade Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí, 1995.
- MANETTI, F. A. **Momento de aplicação de calcário e gesso em um Latossolo vermelho distrófico, no desenvolvimento inicial do milho**. 2005. 56 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual de São Paulo. Botucatu, 2005. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90458>
- MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; ROSA, J. D.; 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.

- <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2706>
- MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C.; REIN, T. A.; GOMES, A. C. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.563-572. 2005.
- http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2005000600006
- MOTERLE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, n 3, p.169-176, 2006.http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010131222006000300024&script=sci_abstract&tlng=pt
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p.
- SALINAS, J. G.; SANCHEZ, P. Tolerance to aluminium toxicity and low available phosphorus. In: **Tropical Soils Research Program**. Annual Report for 1975. Raleigh: North Carolina State University / USAID, p. 40-65, 1975.
- SANTOS, J. C. F. **Mobilização de cálcio e alumínio em solos ácidos por compostos orgânicos hidrossolúveis de resíduos vegetais**. 1999. 72p. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1999.
- SANTOS, J. C. P.; KAMINSKI, J.; ERNANI, P. R.; MAFRA, A. L. Rendimento de massa seca e absorção de fosforo pelo milho afetado pela aplicação de fosforo, calcário e inoculação de fungos micorrízicos. **Ciência Rural**, v. 26, n.1, 1996.
- http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781996000100012
- SILVA, J. E. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento do milho em solos sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 329-333, 1980.
- <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/18078>
- VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L.; FRANCA, G. E. Adubação e calagem na cultura do sorgo. In: **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. 2. ed. rev. atual. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1982. p. 21-30. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 1).
- VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Calagem e uso do gesso agrícola em pastagens. In: **SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS**, 3., Jaboticabal, 1997. Anais. Jaboticabal, 1997. p.63-111.