



## Efeito da calagem em atributos químicos do solo e na produção da laranja

Joézio L. dos Anjos<sup>1</sup>, Lafayette F. Sobral<sup>1</sup> & Mario A. Lima Junior<sup>2</sup>

### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho estudar o comportamento do método da saturação por bases, no que se refere às quantidades de calcário recomendadas, seus efeitos em atributos químicos de um Argissolo dos tabuleiros costeiros, na produção e nos teores foliares de cálcio e magnésio da laranja. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições e quatro plantas úteis por parcela. Os tratamentos foram 1) Testemunha; 2) V = 40%; 3) V = 60%; 4) V = 80% que ao final do experimento corresponderam às seguintes doses de calcário dolomítico: 0,0; 2,1; 5,5 e 9,5 Mg ha<sup>-1</sup>. As quantidades de calcário calculadas inicialmente não se mostraram suficientes para elevar a saturação por bases para os valores desejados, na profundidade 0 - 0,2 m e doses adicionais de calcário foram necessárias para alcançar as saturações por bases previstas nos tratamentos. Os efeitos da calagem foram mais pronunciados na profundidade 0 - 0,1 m. A calagem elevou o pH, a saturação por bases e os teores de Ca<sup>2+</sup> e de Mg<sup>2+</sup> trocáveis e diminuiu os teores de Al<sup>3+</sup> e de (H+Al) no solo. A CTC calculada a pH 7,0 (soma de bases mais H+Al) decresceu com as doses de calcário. A calagem aumentou os teores de magnésio na folha e não influenciou a produção de frutos.

**Palavras-chave:** métodos de calagem, profundidade de incorporação, solo de tabuleiro costeiro

## Effects of liming on chemical soil attributes and yield of orange crop

### ABSTRACT

The objective of the work was to study the behavior of the base saturation method, related to the amount of lime and its effect on chemical attributes of an Ultisol and yield and of orange crop calcium and magnesium contents in leaf. The experiment was designed as a complete randomized blocks with four treatments, six replications and four plants per plot. Treatments were: 1. Soil natural condition; 2. 40%; 3. 60%; and 4. 80% base saturation, corresponding to final lime levels of 2.1; 5.5 and 9.5 Mg ha<sup>-1</sup>. The amount of lime calculated by the base saturation method was not sufficient to increase base saturation to treatments levels at 0 - 0.2 m depth and additional applications were necessary. The liming effect was more pronounced in the 0-0.1m layer. Liming increased pH, base saturation, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and decreased Al<sup>3+</sup> and (H+Al). Cation exchange capacity (CEC) at pH7, obtained by base summation plus (H+Al) decreased with lime levels. Lime increased Mg leaf content but had no influence on yield.

**Key words:** liming methods, depth of application, coastal tableland soil

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, CEP 49025-040 Aracaju, SE. E-mail: joezio@cpatc.embrapa.br, lafayete@cpatc.embrapa.br

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia/UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmãos, CEP 52171-900. Recife, PE. E-mail malimajr@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Dentre os solos que ocorrem nos tabuleiros costeiros estão os Argissolos, os quais, na sua maioria são ácidos e de baixa fertilidade (Sobral et al. 2009). Nesses solos a calagem é recomendada pelos métodos: do alumínio trocável e/ou da elevação do cálcio e do magnésio para valores pré-estabelecidos e pelo método da saturação por bases. Entretanto, os laboratórios que fazem recomendações de calagem estão migrando para o método da saturação por bases, considerando sua flexibilidade para atender às exigências das culturas. Lacerda et al. (2006) observaram que as quantidades de carbonato de cálcio recomendadas pelo método da saturação por bases foram sempre maiores do que aquelas recomendadas pelo método da elevação do cálcio mais magnésio; entretanto, a quantidade de calcário obtida pelo método da saturação por bases nem sempre alcança a saturação pré-estabelecida. Rossetto et al. (2004), observaram que a quantidade de calcário calculada para elevar a saturação por bases para 70%, elevou-a somente para a faixa entre 50 e 65% dependendo do local do experimento. Silva et al. (2008) e Prado et al. (2003) também não conseguiram elevar a saturação por bases para os valores calculados.

A cultura da laranja é uma importante atividade agrícola nos tabuleiros costeiros do Norte da Bahia e Sul de Sergipe e a calagem pode influenciar na produção de frutos. Quaggio (1992) observou que a máxima produtividade da laranja foi obtida com valores de saturação por bases em torno de 60%, ressaltando que o efeito da calagem foi atribuído ao magnésio, cujos níveis críticos no solo e na folha foram  $0,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e  $3,5 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente.

Objetivou-se com este trabalho estudar o comportamento do método da saturação por bases, no que se refere às quantidades de calcário recomendadas, seus efeitos em atributos químicos de um Argissolo dos tabuleiros costeiros, na produção e nos teores foliares de cálcio e magnésio da laranja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Umbaúba, Sergipe, cujas coordenadas geográficas são  $11^\circ 22' 59''$  de Latitude Sul e  $37^\circ 39' 27''$  de Longitude W de Greenwich, altitude de 50m. Durante os sete anos de condução do experimento, a precipitação média foi de 1268,9 mm, com temperatura média de  $24,8^\circ\text{C}$ .

O solo da área é um Argissolo Amarelo. Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo objetivando observar algumas de suas características químicas e físicas. A coleta ocorreu nos seis blocos, na profundidade 0-0,2 m nas entrelinhas (ruas) do pomar. Na Tabela 1 encontram-

se os resultados das análises química e granulométrica das amostras do solo estudado.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos correspondentes à testemunha (sem calagem) e três doses de calcário, necessárias para se atingir as saturações por bases de 40, 60 e 80%, no solo, com seis repetições. As quantidades de calcário aplicadas durante a condução do experimento foram 2,1, 5,5 e  $9,5 \text{ k ha}^{-1}$ . O calcário dolomítico com PRNT entre 80 e 87%, foi aplicado a lanço, manualmente, na área útil da parcela devidamente marcada e incorporado com grade leve.

A parcela útil era composta de quatro plantas com espaçamento de  $7 \times 4 \text{ m}$ . No início do experimento o pomar tinha 12 anos e as plantas apresentavam boa uniformidade em função da qualidade das mudas que foram originadas de borbulhas retiradas de uma única planta de clone nucelar de laranja Pêra (*Citrus sinensis* L. Osb.) da variedade D6. O mesmo controle de qualidade ocorreu com o porta-enxerto de limoeiro Cravo, cujas sementes foram provenientes de uma única planta. As plantas receberam anualmente 450 g de N, 225 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 360 g de  $\text{K}_2\text{O}$  cujas fontes foram a uréia, o superfosfato triplo e o cloreto de potássio, respectivamente. As pulverizações com Zn e Mn foram realizadas com soluções contendo  $0,92 \text{ g L}^{-1}$  de Zn na forma de sulfato de zinco heptahidratado  $0,81 \text{ g L}^{-1}$  de Mn na forma de sulfato de manganês trihidratado mais uréia  $5 \text{ g L}^{-1}$ .

Amostras de solo foram coletadas nas entrelinhas. As amostras compostas, resultantes de nove subamostras foram coletadas nas camadas 0-0,2 m e 0-0,1 m. O pH foi determinado em água, o  $\text{Ca}^{2+}$ , o  $\text{Mg}^{2+}$  e o  $\text{Al}^{3+}$  foram extraídos com KCl 1N e determinados por espectrofotometria de absorção atômica e titulação com NaOH, respectivamente. O K foi extraído com o Mehlich-1 e determinado por espectrofotometria de absorção atômica e o ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) foi extraído com uma solução de acetato de cálcio N pH 7 e determinado através de titulação com NaOH 0,025 N. A CTC, (capacidade de troca catiônica) foi calculada somando-se os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e os de ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ). Foram coletadas quatro folhas por planta em ramos com frutos de aproximadamente 4 cm de diâmetro, nos quatro pontos cardeais a altura do peito de uma pessoa de estatura média. As folhas foram, lavadas, colocadas em estufa e depois de secas, moídas e submetidas à digestão a quente com uma mistura dos ácidos nítrico e perclórico na proporção de 3:1. O  $\text{Ca}^{2+}$  e o  $\text{Mg}^{2+}$  foram determinados por absorção atômica, conforme descrito por Silva (1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Evolução da saturação por bases

Na Tabela 2 observa-se a evolução da saturação por bases durante a condução do experimento. Na primeira amostragem realizada na profundidade 0-0,2 m, doze meses após a

**Tabela 1.** Análises química e granulométrica de amostras do solo coletadas nas entrelinhas do pomar, no início do experimento, na profundidade 0-0,2 m

pH $\text{H}_2\text{O}$	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Areia	Argila
									$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	
5,3	0,4	12	3	4	36,8	15	52,2	29,5	760	160

primeira aplicação do calcário, as quantidades do corretivo não foram suficientes para alcançar as saturações por bases previstas. Para alcançar os níveis de saturação por bases previstos nos tratamentos, uma segunda aplicação de calcário foi realizada. Amostras de solo foram coletadas na mesma profundidade cinco meses depois da segunda aplicação de calcário e novamente as saturações previstas nos tratamentos não foram alcançadas. Uma terceira aplicação foi realizada e amostras de solo foram novamente colhidas na mesma profundidade, vinte e um meses depois da aplicação. Os níveis de saturação por bases obtidos foram inferiores aos previstos nos tratamentos. Os resultados evidenciam que mesmo depois de sucessivas aplicações de calcário, as saturações por bases obtidas se mantiveram abaixo das previstas nos tratamentos, indicando que o método da saturação por bases não superestima a calagem em solos de baixa capacidade de troca catiônica, quando a amostragem é realizada na profundidade 0-0,2 m. Estes resultados estão de acordo com os constatados por Rossetto et al. (2004), Silva et al. (2008) e Prado et al. (2003). Observa-se também que no tratamento testemunha a saturação por bases decresceu com o tempo, em função da lixiviação de bases. Uma última amostragem foi realizada na profundidade 0-0,1 m, vinte e sete meses depois da última aplicação do corretivo e as saturações por bases obtidas ficaram próximas daquelas previstas. Referidos resultados revelam que o efeito do calcário incorporado com grade leve é mais pronunciado na profundidade 0-0,1 m. Quando esses resultados são comparados com os obtidos por Gascho & Parker (2001) observa-se que a descida do calcário também é função do tempo. Os autores concluíram que após períodos de aplicação de calcário que variaram de 24 a 31 anos, o calcário aumentou o pH e os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , na profundidade de 0,9 m. A profundidade de incorporação também influencia o efeito do calcário em profundidade. Prado & Natale (2008) procederam a incorporação do calcário na profundidade 0,3 m e notaram influência nos atributos químicos, até a profundidade de 0,6 m. Características inerentes ao solo também podem influenciar a descida do calcário. No solo utilizado neste estudo ocorre uma camada

**Tabela 2.** Aplicação de calcário e evolução da saturação por bases em um Argissolo dos tabuleiros costeiros no período de condução do experimento\*

Amostragens e aplicações	Tratamentos			
	80	60	40	Test.
	V % e calcário aplicado em $\text{Mg ha}^{-1}$			
Aplicação do calcário	2,3	2,4	0,6	0,0
Amostragem <sup>1</sup> 12 meses DAC <sup>2</sup>	48,0	52,0	38,0	23,0
Aplicação do calcário	2,7	1,4	0,6	0,0
Amostragem <sup>1</sup> 5 meses DAC <sup>2</sup>	65,0	60,0	34,0	26,0
Aplicação do calcário	3,0	0,6	0,2	0,0
Amostragem <sup>1</sup> 21 meses DAC <sup>2</sup>	60,0	41,0	26,0	18,0
Amostragem <sup>3</sup> 27 meses DAC <sup>2</sup>	75,0	56,0	44,0	24,2
Total aplicado	9,5	5,5	2,1	0,0

\* Amostras coletadas nas entrelinhas do pomar

Antes do experimento as parcelas referentes aos tratamentos 80, 60 e 40% de saturação por bases, receberam 1,5, 1,1 e 0,7 t  $\text{ha}^{-1}$  que resultaram em saturações por bases de 35, 34 e 27%, respectivamente

<sup>1</sup> 0 - 0,2m

<sup>2</sup> DAC - depois da aplicação do calcário

<sup>3</sup> 0 - 0,1m

coesa que também pode ter dificultado o efeito do calcário em profundidade (Sobral et al., 2009).

### Efeito da calagem nos atributos químicos

Nas Figuras 1A a 1F são mostrados os efeitos da calagem nos atributos químicos do Argissolo em amostras coletadas 27 meses depois da última aplicação do corretivo na profundidade 0-0,1 m. A calagem elevou significativamente os valores do pH do solo de 4,6 no tratamento testemunha para 6,1, no tratamento que recebeu a maior dose de calcário (Figura 1A). Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e de  $\text{Mg}^{2+}$  foram influenciados positivamente pelos níveis de calagem (Figuras 1B e 1C), enquanto que os do  $\text{Al}^{+3}$  e (H + Al) decresceram significativamente (Figuras 1D e 1E). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Prado & Natale (2008), Araújo et al. (2009), Fageria et al. (2010) e Auler et al. (2011). A CTC do tratamento sem calagem foi maior que a CTC do tratamento que recebeu a maior dose de calcário (Figura 1 F). No tratamento que recebeu a maior dose de calcário foi observada uma redução de  $38,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  do teor de (H+Al) em comparação com a testemunha. Esta redução do (H+Al) não foi proporcional à elevação de  $22,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e de  $\text{Mg}^{2+}$  no referido tratamento. Como a CTC foi obtida pela soma de bases mais o (H+Al) estes resultados podem ser explicados pela diferença entre as soluções extratoras utilizadas (KCl N e acetato de cálcio N a pH 7,0). O acetato de cálcio a pH 7,0 é uma solução muito forte que retira o  $\text{H}^+$  de ligações covalentes, enquanto a solução de KCl N usada para extrair  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  não permite a obtenção de cargas antes ocupadas pelo hidrogênio, ou, talvez o KCl N não consiga extrair o  $\text{Ca}^{2+}$  nem  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis que deslocaram o (H+Al) nas cargas do solo (Motta & Melo, 2009). Alteração da CTC do solo causada pela calagem também foi observada por Silva et al. (2007).

### Efeito da calagem na produção de laranja e nos teores de cálcio e de magnésio no tecido foliar

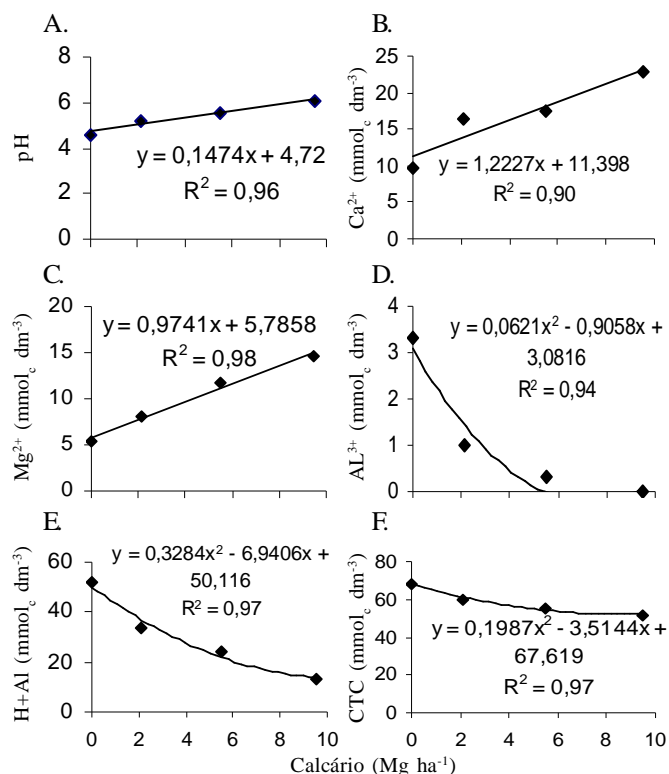
Não se observou efeito significativo da calagem na produção de frutos (Tabela 3). Estes resultados discordam dos obtidos por Quaggio (1992) o qual obteve resposta à calagem pela laranja. A resposta da laranja à calagem, está relacionada com a presença de alumínio e a baixos teores de cálcio e de magnésio no solo. Na amostragem inicial, o teor de  $\text{Al}^{3+}$  no solo foi de  $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Tabela 1), teor este considerado baixo, por Sobral et al. (2007). O teor de cálcio no solo antes da aplicação dos tratamentos era de  $12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , também considerado baixo por Sobral et al. (2007). Apesar do teor baixo, a adição do nutriente via calcário não influenciou a produção de frutos (Tabela 3). O superfosfato triplo utilizado como fonte de fósforo, pode ter suprido as necessidades de cálcio da planta visto que não foram encontradas diferenças significativas no teor do nutriente na folha (Tabela 3). A aplicação do calcário aumentou significativamente o teor de magnésio na planta, entretanto, não houve influência do nutriente na produção de frutos (Figura 2). O teor inicial do nutriente no solo era de  $3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , bem abaixo do nível crítico  $9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  proposto por Quaggio (1992). O teor do nutriente na folha no tratamento sem calagem no final do experimento, foi de  $2,4 \text{ g kg}^{-1}$  também

## CONCLUSÕES

1. As quantidades de calcário calculadas inicialmente não se mostraram suficientes para elevar a saturação por bases para os valores desejados na profundidade 0-0,2m.
2. Os efeitos da calagem foram mais pronunciados na profundidade 0-0,1m.
3. A calagem elevou o pH, a saturação por bases e os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e de  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis e diminuiu os teores de  $\text{Al}^{3+}$  no solo.
4. A CTC calculada a pH 7,0 decresceu com as doses de calcário.
5. Não houve influência da calagem na produção de frutos.
6. A calagem aumentou os teores de magnésio na folha.

## LITERATURA CITADA

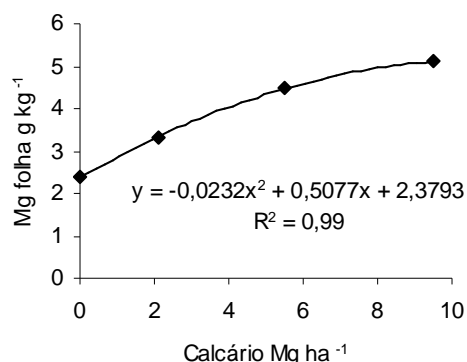
- Araújo, S. R.; Demattê, J. A. M.; Garbuiro, F. J. Aplicação do calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1755-1764, 2009.
- Auler, P. A. M.; Neves, C. S. V. J.; Fidalski, J.; Pavan, M. A. Calagem e desenvolvimento radicular, nutrição e produção de laranja "Valência" sobre porta-enxertos e sistemas de preparo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.254-261, 2011.
- Fageria, N. K.; Santos, A. B. dos; Moreira, A. Yield, nutrient uptake and changes in soil chemical properties as influenced by liming and iron application in common bean in a no-tillage system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.41, p.1740-1749, 2010.
- Gasco, G. J.; Parker, M. B. Long-term liming effects on coastal plain soils and crops. *Agronomy Journal*, v.93, p.1305-1315, 2001.
- Lacerda, R. D. de.; Mendes, J. da S.; Chaves, L. H. G. Manejo de solos ácidos: Comparação de métodos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado da Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6, p.34-38, 2006.
- Motta, A. C. V.; Melo, V. de F. Química dos solos ácidos. In: Melo, V. de F.; Alleoni, L. R. F. Química e mineralogia do solo. Parte II: Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009, p.313-371.
- Prado, R. de M.; Fernandes, F. M.; Natale, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.287-296, 2003.
- Prado, R. de M.; Natale, W. Effect of liming on the mineral nutrition and yield of growing guava trees in a typical Hapludox soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.39, p. 2191-2204, 2008.
- Quaggio, J. A. Conceitos modernos sobre a calagem e adubação para citros no Estado de São Paulo. *Laranja*, v.13, p.457-488, 1992.
- Rossetto, R.; Spironello, A.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A. Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. *Bragantia*, v.63, p.105-119, 2004.



**Figura 1.** Efeito da calagem no pH (A) e nos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  (B),  $\text{Mg}^{2+}$  (C),  $\text{Al}^{3+}$  (D), (H+Al) (E) e na CTC calculada a pH 7,0 (F) na camada 0-0,1 m em amostras coletadas 27 meses depois da última aplicação do corretivo

**Tabela 3.** Efeito da calagem na produção de frutos e nos teores de cálcio e de magnésio na folha da laranjeira no quinto ano do experimento

Calagem t ha <sup>-1</sup>	Produção de frutos no quinto ano t ha <sup>-1</sup>	Ca na folha g kg <sup>-1</sup>
0	47,0 a	31,8 a
2,1	41,6 a	31,6 a
5,5	41,6 a	32,8 a
9,5	44,5 a	31,5 a
CV%	14,8	9,4



**Figura 2.** Influência do calcário no teor de magnésio na folha da laranjeira

abaixo do nível crítico de 3,5 g kg<sup>-1</sup> proposto por Quaggio (1992). Os resultados obtidos indicam que o nível crítico de Mg na folha da laranjeira pode situar-se abaixo do proposto por Quaggio (1992).

- Silva, F. C. da, Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- Silva, M. A. C.; Natale, W.; Prado, R. de M.; Correa, M. C. M.; Stuchi, E. S.; Andrioli, I. Aplicação superficial de calcário em pomar de laranja pêra em produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.29, p.606-612, 2007.
- Silva V. da; Motta, A. C. V. ; Melo V. de F; Lima, V. C. Variáveis de acidez em função da mineralogia da fração argila do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.551-559, 2008.
- Sobral, L. F.; Macedo, L. C. B de; Santos, R. C. Fundamentos da análise de solo para fins de recomendação de fertilizantes. In: Sobral, L. F.; Viégas, P. R. A.; Siqueira, O. J. W.; Anjos, J. L.; Barretos, M. C. V.; Gomes, J. B. V. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251p.
- Sobral, L. F.; Cintra, F. L. D.; Smyth, J. T. Lime and gypsum to improve root depth of orange crop in an Ultisol of the Coastal Tablelands. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.836-839, 2009.