

Extrações com Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA em Argissolo Fertilizado com Zinco, Manganês e Cobre



ISSN 1678-1961

Dezembro, 2016

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Extrações com Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA em Argissolo Fertilizado com Zinco, Manganês e Cobre

*Mykaelli Andrade
Lafayette Franco Sobral*

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2016

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250

49025-040 Aracaju, SE

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.cpatc.embrapa.br

www.embrapa.com.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Carlos Alberto da Silva, Elio Cesar Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Joyce Feitoza Bastos*

Foto: *Lafayette Franco Sobral*

1ª Edição

Publicação digitalizada (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sobral, Lafayette Franco

Extrações com Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA em Argissolo fertilizado com zinco, manganês e cobre/ Lafayette Franco Sobral... [et al.] - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

15 p. il. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 124).

1. Análise do solo. 2. Argissolo. 3. Zinco. 4. Manganês. 5. Cobre. 6. Sergipe. I. Andrade, Mykaelli. II. Sobral, Lafayette Franco. III. Título. IV. Série.

CDD 630 (21 ed.)

©Embrapa 2016

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	5
Introdução.....	6
Metodologia	7
Resultados e Discussão.....	9
Conclusões	13
Referências	14

Extrações com Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA em Argissolo Fertilizado com Zinco, Manganês e Cobre

Mykaelli Andrade¹

Lafayette Franco Sobral²

Resumo

Deficiências de Zn, Mn e Cu ocorrem com frequência nos Argissolos dos Tabuleiros Costeiros. Em experimentos em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros, esses nutrientes, na forma de sulfato, foram dissolvidos em água e aplicados na projeção da copa da laranjeira. Amostras de solo foram coletadas no local de aplicação dos fertilizantes na profundidade 0 m - 0,2 m. Amostras de folhas foram coletadas em ramos com frutos com 4 cm de diâmetro. Os nutrientes zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) foram extraídos com as soluções Mehlich-1 nas proporções solo: solução 1:5 e 1:10, Mehlich-3 e DTPA. Os teores no solo dos citados nutrientes foram relacionados aos teores na folha através de regressão e os coeficientes de determinação das equações foram utilizados para indicar a adequabilidade do extrator em estimar a disponibilidade do Zn, Mn e Cu no solo. As soluções extratoras estudadas não são capazes de estimar adequadamente a disponibilidade de Zn no solo. Exceto o Mehlich-1 1:10 para o Mn, as demais soluções extratoras conseguem discriminar o Mn e o Cu aplicados e estimam adequadamente as suas disponibilidades.

Palavras-chave: análise de solo, extração de nutrientes do solo, métodos.

¹Graduanda em Química, estagiária do convênio FAPITEC/ITPS, Aracaju, SE

²Engenheiro-agrônomo, PhD em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Extractions with Mehlich-1, Mehlich-3 and DTPA from a Uitisol Fertilized with Zinc, Manganese and Cooper

Abstract

Zinc, Cu and Mn deficiencies take place in the Ulisols of the Coastal Table Lands. Soil samples at 0 m - 0,2 m depth were collected from an orange tree experiment with zinc (Zn), manganese (Mn) and copper (Cu). In order to improve soil sampling Zn, Mn and Cu as sulphates were dissolved in water and applied underneath the orange tree canopy. Leaf samples were collected from branches with fruits when they were 4 cm wide in diameter. Zn, Mn and Cu were extracted with Melich-1 1:5 and 1:10 soil solution ratios, Mehlich-3 and DTPA. Regression were used to obtain relationships between soil and leaf Zn, Mn and Cu. The three methods are not able to estimate Zn availability. Except the Mehlich-1 (1:10) for the Mn, all the other methods are able to discriminate the applied Mn and Cu and to estimate their availability.

Index terms: methods, nutrient extraction from the soil, soil analysis.

Introdução

As deficiências de zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) ocorrem com frequência nos Argissolos dos Tabuleiros Costeiros, devido aos baixos teores no solo e a maiores demandas decorrente do aumento da produtividade das culturas (SOBRAL et al., 2013). A estimativa dos teores disponíveis é feita com a solução extratora Mehlich-1 a qual atua por dissolução ácida, diante da presença dos ácidos sulfúrico e clorídrico. Entretanto, as aplicações de zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) podem limitar a utilização desse método, pois, a solução extratora pode superestimar ou não conseguir extrair os nutrientes recentemente adicionados via fertilizante, em função das reações químicas de dissolução dos mesmos (SOBRAL et al., 2013). Nesse contexto, as soluções extratoras Mehlich-3 e DTPA são alternativas a serem consideradas, pois possuem outros mecanismos de extração. O Mehlich-3, em adição a dissolução ácida, atua também por complexação através do EDTA (MEHLICH, 1984). O DTPA forma complexos solúveis em água com micronutrientes, diminuindo sua concentração na solução (LINDSAY; NORVEL, 1978). Mylavarapu et al. (2002) compararam o Mehlich-1 e o Mehlich-3 em 519 amostras de solo e concluíram que maiores quantidades de Cu e Mn foram obtidas com o Mehlich-3 e que as quantidades de Zn extraídas pelas duas soluções extratoras foram similares. Wang et al. (2004) compararam o Mehlich-3 e o DTPA para Cu, Zn e Mn. Foram observadas correlações significativas entre teores de Cu e Zn extraídas pelas duas soluções extratoras. Entretanto, a correlação para o Mn não foi significativa. Sobral et al. (2013) conduziram experimentos em casa de vegetação sem adição de Zn, Mn e Cu e concluíram que as relações entre o Zn e o Cu absorvidos pelo milho (*Zea mays*) e extraídos pelo Mehlich-1 e Mehlich-3 foram significativas e que, para o Mn, somente foi significativa quando o DTPA foi a solução extratora. Sarto et al. (2011) concluíram que em solos do Paraná a eficiência das soluções extratoras Mehlich-3 e DTPA foi similar e mais eficiente que o Mehlich-1 na extração de cobre. Para o Zn, o DTPA foi a solução extratora mais adequada enquanto que, para o Mn, os três extratores foram similares.

Menezes et al. (2010) compararam os extratores Mehlich-1 com retirada do sobrenadante após 16 horas de repouso (M1s) e Mehlich 1 com filtragem lenta após a extração (M1f), Mehlich-3 e DTPA em solos de Minas Gerais com amplitude de teor de argila entre 140 g kg^{-1} a 820 g kg^{-1} os quais receberam Zn na forma de sulfato. Esses autores concluíram que a capacidade de extração seguiu a seguinte ordem: $M-1s > M-1f > M-3 > DTPA$ e que os extratores mostraram correlações com o conteúdo de Zn na planta; e podem ser utilizados na avaliação da disponibilidade de Zn do solo. Silva et al. (2009), compararam o Mehlich-1 nas proporções 1:5 e 1:10, o Mehlich-3 e o DTPA nas extrações Zn, Mn e Cu. Os maiores teores extraídos de Zn e Cu foram observados no Mehlich-1 1:10 com filtragem após decantação de 16 horas e o Mehlich-3. Para o Cu houve equivalência entre as soluções extratoras.

O objetivo deste trabalho foi comparar as soluções extratoras Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA para Zn, Mn e Cu em amostras de solo onde foram aplicados os três nutrientes em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros.

Metodologia

As amostras de solo utilizadas neste trabalho foram coletadas na profundidade 0 m – 0,2 m em três experimentos (Zn, Mn e Cu) instalados em um Argissolo do Campo Experimental de Umbaúba, em Umbaúba, SE, em 16 de julho de 2012, quando a pluviosidade anual foi de 821,6 mm. Esses experimentos foram instalados em delineamento experimental de blocos ao acaso com 5 tratamentos (doses) e 4 repetições. Mudanças de laranja-pera enxertada em limão-cravo foram plantadas em 2009. As doses dos nutrientes foram estabelecidas para plantas adultas com sete anos, as quais foram as seguintes: Zn 0 kg ha^{-1} , 3 kg ha^{-1} , 6 kg ha^{-1} , 9 kg ha^{-1} e 12 kg ha^{-1} ; Mn 0 kg ha^{-1} , 2 kg ha^{-1} , 4 kg ha^{-1} , 6 kg ha^{-1} e 8 kg ha^{-1} e Cu 0 kg ha^{-1} , 2 kg ha^{-1} , 3 kg ha^{-1} , 4 kg ha^{-1} e 5 kg ha^{-1} . Em 2012, no 3º ano de condução do experimentos, as doses aplicadas foram 3/7 das doses estabelecidas para plantas adultas e o nutrientes Zn, Mn e Cu foram aplicados na forma de sais

de sulfato os quais foram dissolvidos em 10 L e aplicados na projeção da laranjeira, a qual foi delimitada por um gabarito onde também foram coletadas as amostras de solo. As amostras de solo e folha também foram coletadas em 2012, no mesmo local da aplicação dos fertilizantes. Cada amostra foi composta de 16 subamostras coletadas os quatro pontos cardeais de quatro plantas úteis que compõem a parcela útil. As extrações com a solução extratora Mehlich-1 (HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,0125 mol/L) foram feitas com duas relações solo: solução. Na relação 1:10, transferiu-se 10 cm³ de solo para erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se em seguida 100 mL da solução extratora. Procedeu-se a agitação por 5 minutos em um agitador horizontal circular a 180 rpm, deixando-se decantar durante uma noite, para obtenção do extrato límpido. Na relação solo: solução 1:5 transferiu-se 5 cm³ g de solo para erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se, em seguida, 25 mL da solução extratora. Realizou-se a agitação por 5 minutos em um agitador horizontal circular a 120 rpm. Após a agitação filtrou-se a suspensão em papel filtro nº 42 para obtenção do extrator límpido.

A metodologia de extração com a solução extratora Mehlich-3 a pH 2,5 com relação solo: extrator 1:10 (MEHLICH, 1984) obedeceu aos seguintes procedimentos: transferiu-se 2,5 cm³ de solo para um frasco plástico de 125 mL e adicionou-se em seguida 25 mL da solução extratora. Procedeu-se a agitação durante 5 minutos em um agitador horizontal circular a 200 rpm. Após a agitação filtrou-se a suspensão em papel filtro de porosidade média.

A extração com a solução DTPA a pH 7,30 com relação solo: extrator 1:2 (LINDSAY; NORVEL, 1978) obedeceu aos seguintes procedimentos: transferiu-se 20 cm³ de solo para frascos de polietileno e adicionou-se 40 mL da solução extratora. Tamparam-se os frascos e procedeu-se a agitação por duas horas em um agitador horizontal circular a 220 rpm. Após a agitação, filtrou-se a suspensão por, no máximo, 1 hora em papel filtro faixa azul.

O Zn, o Mn e o Cu em solução foram determinados através da absorção atômica.

As amostras de folhas foram coletadas em 27 de junho de 2012, em ramos com frutos com aproximadamente 0,04 m de diâmetro, as quais foram limpas, secas em estufa de circulação de ar e digeridas uma mistura dos ácidos nítrico e perclórico na proporção de 3:1. O digerido foi transferido para balão de 50 mL e os nutrientes determinados em absorção atômica.

Os dados de solo e folha foram submetidos à análise de variância, utilizando o delineamento de parcelas subdivididas sendo as parcelas as repetições do experimento de campo e as subparcelas as repetições de cada amostra no laboratório. Os teores no solo de Zn, Mn e Cu, extraídos com as citadas soluções, foram relacionados aos teores na folha através de regressão e os coeficientes de determinação das equações, foram utilizados para indicar a associação entre os teores no solo e na folha.

Resultados e Discussão

As relações entre as quantidades de Zn extraídas pelo Mehlich-1 1:10, Melich-1 1:5, Mehlich-3 e DTPA são mostradas nas Figuras 1A a 1D. Observa-se que os coeficientes de determinação para as três soluções extratores foram baixos e não significativos, indicando que as mesmas não estimaram adequadamente os teores de Zn no solo. É provável que o tempo decorrido entre a aplicação do Zn e a coleta de amostras de solo não tenha sido suficiente para a completa dissolução do Zn proveniente do sulfato de Zn, pois, os teores no solo ainda estavam altos. Teores de Zn no solo, extraídos pelo Mehlich-1 maiores que 2 mg dm^{-3} , são considerados adequados por Sobral et al. (2007). A solução Mehlich-1 atua por dissolução ácida e pode ter removido Zn ainda não disponível para as plantas, superestimando o teor do nutriente no solo. Estes resultados são diferentes dos encontrados por Menezes et al. (2010), os quais, através de experimentos em vasos com solo fertilizado com zinco, concluíram que os extratores Mehlich-1,

Mehlich-3 e DTPA mostraram correlações com o conteúdo de Zn na planta. Experimentos em vasos, além de apresentar um maior controle experimental que os experimentos desenvolvidos no campo, podem propiciar uma amostragem mais representativa devido ao menor volume de solo amostrado.

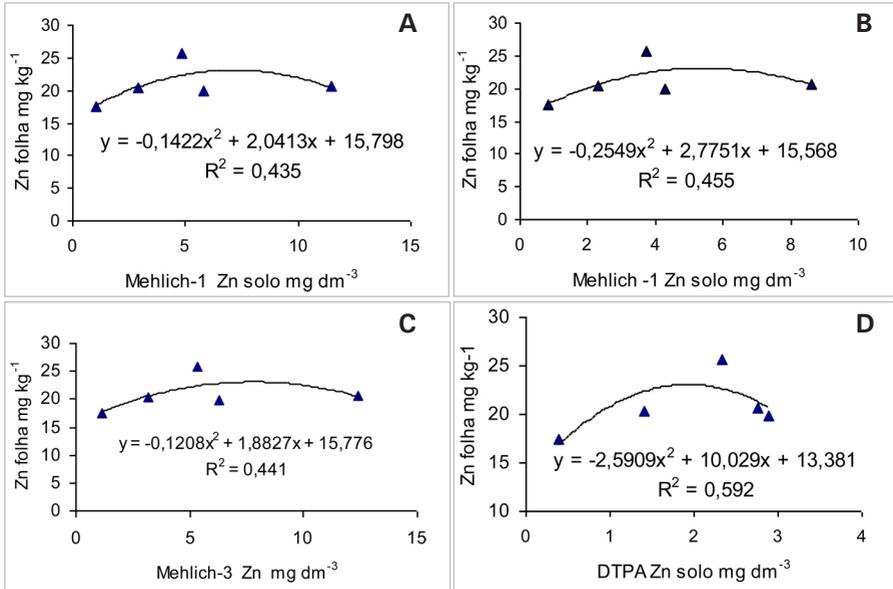


Figura 1. Relações entre as quantidades de Zn extraídas pelo Mehlich-1 1:10 (A), Melich-1 1:5 (B), Mehlich-3 (C) e DTPA (D) e os teores de Zn na folha da laranja.

As relações entre as quantidades de Mn extraídas pelo Mehlich-1 1:10, Melich-1 1:5, Mehlich-3 e DTPA são mostradas nas Figuras 2A a 2D. Observa-se que os coeficientes de determinação para as soluções extratoras Melich-1 1:5, Mehlich-3 e DTPA foram significativos, indicando que as mesmas estimaram adequadamente os teores de Mn no solo.

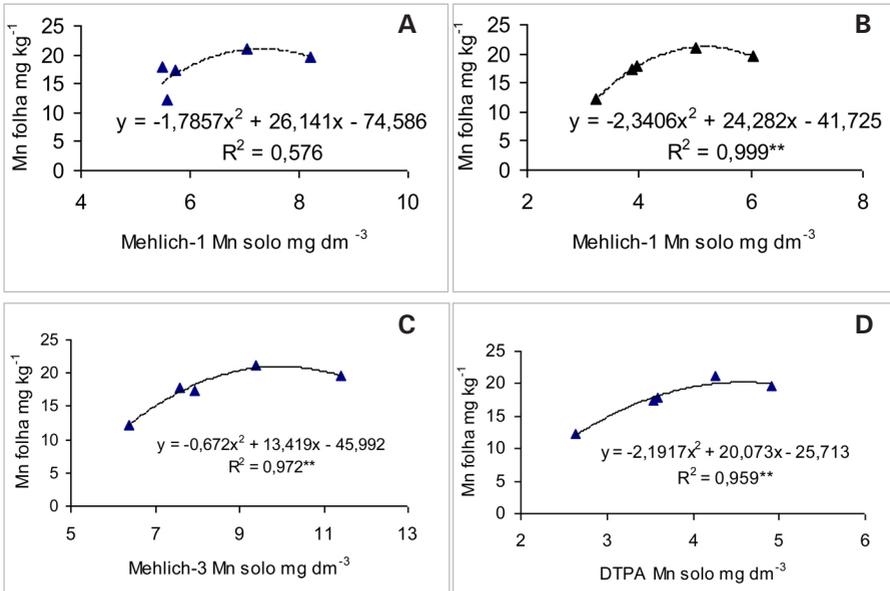


Figura 2. Relações entre as quantidades de Mn extraídas pelo Mehlich-1 1:10 (A), Melich-1 1:5 (B), Mehlich-3 (C) e DTPA (D) e os teores de Mn na folha da laranja.

Entretanto, o coeficiente de determinação da equação de regressão entre o Mn extraído com o Mehlich-1 (1:10) com a remoção do sobrenadante 16 horas depois da agitação e o teor de Mn na folha da laranja, não foi significativo indicando que a referida solução extratora, na proporção solo: solução utilizada não estimou adequadamente o teor de Mn no solo. Sobral et al. (2013) também não observaram relação entre o Mn extraído com a soluções Mehlich-1 (1:10) e o Mn absorvido pelo milho. É provável que tanto a relação solo: solução quanto a reabsorção e ou precipitação do Mn, inicialmente extraído tenha sido a causa dos resultados encontrados, pois, o Mn passa por grandes transformações no solo devido às reações oxirredução o que influencia na sua disponibilidade (ABREU et al., 2007).

As relações entre as quantidades de Cu extraídas pelo Mehlich-1 1:10, Melich-1 1:5, Mehlich-3 e DTPA são mostradas nas Figuras 3A a 3D. Os coeficientes de determinação das equações para as três soluções

extratoras foram significativos (Figuras 3A a 3D), indicando que as mesmas estimaram adequadamente o teor de Cu no solo. Sobral et al. (2013) também obtiveram coeficientes de determinação significativos para as relações entre o Cu na folha e extraído pelas três soluções. Sarto et al. (2011) obtiveram resultados que diferem dos encontrados neste trabalho pois, em solos do Paraná a eficiência das soluções extratoras Mehlich-3 e DTPA foram similares e mais eficientes que o Mehlich-1 na extração de Cu. A performance de soluções extratoras é dependente de atributos do solo, como pH e teores de argila e de matéria orgânica, e isto explica a diferença entre os resultados. Extratores ácidos como o Mehlich-1 são sensíveis ao teor de argila, pois o poder de extração é exaurido pela mesma. A extração de Mn do solo é dependente do pH, pois maiores valores de pH, podem diminuir a disponibilidade do nutriente no solo. O teor de matéria orgânica também pode influenciar no poder de extração das soluções, devido aos complexos formados com os micronutrientes.

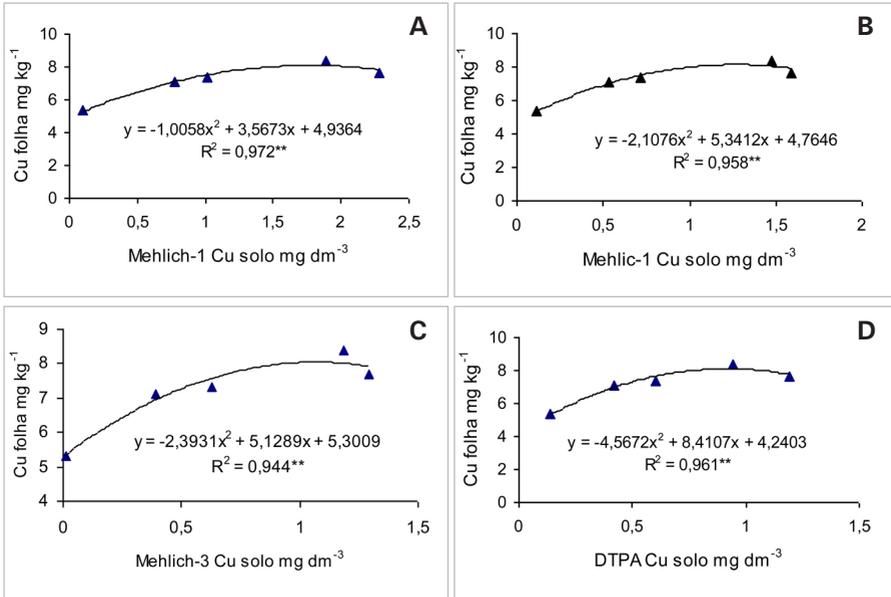


Figura 3. Relações entre as quantidades de Cu extraídas pelo Mehlich-1 1:10 (A), Melich-1 1:5 (B), Mehlich-3 (C) e DTPA (D) e os teores de Cu na folha da laranja.

Conclusões

As soluções extratoras estudadas não são capazes de estimar adequadamente a disponibilidade de Zn nos Argissolos dos Tabuleiros Costeiros.

Exceto o Mehlich-1 1:10 para o Mn, as demais soluções extratoras conseguem discriminar o Mn e o Cu aplicados e estimam adequadamente as suas disponibilidades nos Argissolos dos Tabuleiros Costeiros.

Referências

ABREU, C. A de; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 91p.

LINDSAY, W. L.; NORVEL, W. A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 42, p. 421-428, 1978.

MEHLICH, A. Mehlich 3 soil test extractant: a modification of the Mehlich 2 extractant. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 15, p.1409-1416, 1984.

MENEZES, A. A.; DIAS, L. E.; NEVES, J. C. L. ; SILVA, J. V. O. da. Disponibilidade de zinco para milho pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA em solos de Minas Gerais, na presença e ausência de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 417-424, 2010.

MYLAVARAPU, R. S., J. F. SANCHEZ, J. H. NGUYEN, AND J. M. BARTOS. . Evaluation of Mehlich 1 and Mehlich 3 extraction procedures for plant nutrients in acid mineral soils of Florida. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, p.807-820, 2002.

SARTO, M.V. M. ; STEINER, F.; LANA, M. do C. Assessment of micronutrient extractants from soils of Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 2093-2103, 2011.

SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. ; MATA, J. de D. V. da ; NODA, A. Y.; MARCHETTI, M. S.; LOURENTE, E. R. P. Metodologias e eficiência de extratores para zinco cobre ferro e manganês. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, p. 537-545, 2009.

SOBRAL, L. F.; VIÉGAS, P. R. A. ; SIQUEIRA, O. J. W. ; ANJOS, J. L. ; BARRETO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. 1. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. v. 1. 251p .

SOBRAL, L. F.; SMYTH, J. T.; FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Comparison of copper, manganese, and zinc extraction with Mehlich 1, Mehlich 3, and DTPA solutions for soils of the Brazilian Coastal Tablelands. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 44, p. 2507-2513, 2013.

WANG, J. J., D. L.; HARREL, R. E.; HENDERSON, P. F. B. Comparison of soil test extractants for phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, zinc, copper, manganese, and iron in Louisiana soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.35, p. 145-160. 2004.

Embrapa

Tabuleiros Costeiros

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

