

# COMPARAÇÃO ENTRE OS TEORES DE NUTRIENTES EXTRAÍDOS POR TRÊS MÉTODOS EM AMOSTRAS DE SOLOS DO RIO DE JANEIRO

VALLADARES, Gustavo S.<sup>1</sup>; PEREIRA, Marcos G.<sup>1</sup>; SOUZA, José Mário P. F. de<sup>1</sup>; PÉREZ, Daniel V.<sup>2</sup>; ANJOS, Lúcia H. C. dos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Inst. de Agronomia, UFRRJ, BR 465 CEP:23890-000, Seropédica - RJ.

<sup>2</sup> Embrapa Solos, Av. Jardim Botânico 1024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro - RJ.

(Recebido para publicação em 07/01/2001)

## RESUMO

Com o objetivo de comparar os teores de macro e micronutrientes extraídos pelas soluções de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e Mehlich-1 com a solução Mehlich-3, foram utilizadas 40 amostras de terra de horizontes superficiais de solos do Estado do Rio de Janeiro. Os teores dos elementos extraídos pelo método Mehlich - 3 e pelos dois métodos (Mehlich - 1 e KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) apresentaram correlação significativa. Entretanto, o Mehlich - 3 subestimou a análise para Ca, K, P e Zn e superestimou para Cu, Mn e Fe. Só para o Mg os resultados foram similares.

Palavras-chave: extrator Mehlich - 1, extrator Mehlich - 3, análises de solos.

## ABSTRACT

COMPARISON OF MACRO AND MICRO NUTRIENT CONTENTS EXTRACTED BY DIFFERENT METHODS IN SOILS OF THE STATE OF RIO DE JANEIRO, BR. With the objective of comparing macro and micronutrient contents extracted by KCl 1 mol L<sup>-1</sup> and Mehlich - 1 solutions with Mehlich - 3 extractor, 40 samples of superficial horizons of soils from Rio de Janeiro State were used. The level of the elements extracted by the Mehlich-3 method and by the other two methods (Mehlich - 1 and KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) are well correlated. However, Mehlich-3 underestimated the results for Ca, K, P and Zn and overestimated the results for Cu, Mn and Fe. Only Mg gave similar results for both methods (Mehlich - 3 and KCl 1 mol L<sup>-1</sup>).

Key words: extractors, macronutrients, micronutrients.

## INTRODUÇÃO

O uso de extratores universais, para a análise da fertilidade do solo é vantajoso, pois, vários nutrientes podem ser determinados num mesmo extrato, tornando o procedimento analítico mais rápido e de baixo custo (RAIJ, 1994; ECKERT & WATSON, 1997). Neste contexto, o extrator Mehlich-3 tem sido um dos mais estudados (RAIJ, 1994). O extrator Mehlich-3 é formado a partir da reunião da solução estoque de NH<sub>4</sub>F 3,75 mol L<sup>-1</sup> + EDTA 0,25 mol L<sup>-1</sup> com a solução extratora formada pela reunião das seguintes soluções: CH<sub>4</sub>OOH 0,2 mol L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 0,25 mol L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>F 0,015 mol L<sup>-1</sup>; HNO<sub>3</sub> 0,013 mol L<sup>-1</sup> e EDTA 0,001 mol L<sup>-1</sup> (MEHLICH, 1984).

Uma das formas de avaliar a possibilidade de utilizar esses extratores nas análises de rotina, é correlacionando as quantidades extraídas pelo extrator proposto e o tradicionalmente em uso (ECKERT & WATSON, 1997). Nesse sentido, os trabalhos de WOLF & BAKER (1985), JONES & PIHA (1989), SIMS (1989), Alva (1993), MAMO et al. (1996) e GARCIA et al. (1997) são tentativas para verificar a possibilidade de utilizar o Mehlich 3 como substituto dos extratores convencionalmente utilizados nas análises de solo.

No Brasil, segundo CANTARELLA et al. (1994), mais de 50% dos laboratórios de análise de solos em atividade, no período 1982-89, utilizavam a solução Mehlich 1 (HCl 0,05mol L<sup>-1</sup> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125mol L<sup>-1</sup>) como extrator de P, K e micronutrientes e utilizavam a solução de KCl 1mol L<sup>-1</sup> para a extração de Ca e Mg. No Estado do Rio de Janeiro, todos os laboratórios adotam, atualmente, estes métodos (PÉREZ & MENEGUELLI, 1997).

O objetivo deste trabalho foi correlacionar os teores de nutrientes extraídos pelo Mehlich-1 e pelo KCl, rotineiramente utilizados pelos laboratórios de análises de solos do Estado do Rio de Janeiro, com os extraídos pelo método Mehlich-3.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas quarenta amostras de terra de horizontes superficiais de solos do Estado do Rio de Janeiro, pertencentes a coleção de solos da Embrapa Solos e do Departamento de Solos da UFRRJ. Os extratores utilizados foram o Mehlich - 3 (Mehlich, 1984), e o Mehlich - 1 (EMBRAPA, 1979) considerado como o método padrão para a extração de P, K, Fe, Zn, Cu e Mn e o KCl 1 mol L<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 1979), como padrão para Ca e Mg. A determinação de todos os elementos nos extratos, com exceção do P, determinado por colorimetria, e do K por fotometria de chama, foi efetuada em espectrômetro de absorção atômica.

A solução de cloreto de potássio, um sal neutro, permite a extração de cátions do solo pelo processo de troca iônica, já a solução Mehlich - 1 tem como princípio a solubilização de fósforo, potássio e micronutrientes do solo pelo efeito do pH, entre 2 e 3, sendo o papel do íon cloreto o de restringir o processo de readsorção dos fosfatos extraídos (Silva et al., 1998).

O método estatístico empregado para comparar os teores dos nutrientes extraídos pelos três extratores foi o da regressão linear (MILLER & MILLER, 1993). As hipóteses nulas formuladas foram de que o coeficiente angular não diferiria de 1 e que o coeficiente linear não diferiria de zero. Estas foram testadas pelo cálculo dos limites de confiança, a 95% de probabilidade, para os dois coeficientes. O programa estatístico empregado foi o SPSS (NIE et al., 1979).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores máximos e mínimos dos nutrientes extraídos pelos três métodos são apresentados na Tabela 1 e Figura 1, onde observa-se acentuada amplitude de variação, entre os métodos, para todos os nutrientes.

Os coeficientes de correlação foram significativos ao nível de 5% de probabilidade, indicando haver correlação

significativa para todas as relações analisadas (Tabela 2). Isto indica que o extrator Mehlich-3 foi eficaz para determinar os teores dos nutrientes estudados, uma vez que apresentou correlação significativa com os teores extraídos pelos extratores padrões.

A análise de regressão (Tabela 2) indicou que para todos os nutrientes estudados, os três métodos extraíram quantidades diferentes dos elementos.

TABELA 1 - Teores mínimos e máximos dos macro e micro nutrientes extraídos das 40 amostras pelos três métodos.

| Extrator                 | Calcio   | Magnésio  | Potássio  | Fósforo                         | Cobre       | Zinco        | Ferro  | Manganês |
|--------------------------|--|-----------|-----------|---------------------------------|-------------|--------------|--------|----------|
|                          | ----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ----- |           |           | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |             |              |        |          |
| Mehlich-3                | 0,0 - 5,9                                      | 0,1 - 5,8 | 0,1 - 2,0 | 1,8 - 53,1                      | 0,12 - 5,19 | 0,61 - 11,38 | 71-615 | 2-672    |
| KCl 1mol l <sup>-1</sup> | 0,3 - 15,2                                     | 0,2 - 5,4 | -----     | -----                           | -----       | -----        | -----  | -----    |
| Mehlich-1                | -----  | -----     | 0,1 - 2,4 | 1,0 - 94,0                      | 0,00 - 2,56 | 0,46 - 12,46 | 6-207  | 1-231    |

TABELA 2 - Estimativa do intervalo de confiança dos coeficientes angulares e lineares da regressão linear estimada entre a extração tradicional e a pelo Mehlich-3 para 40 amostras superficiais de solos do Estado do Rio de Janeiro.

| Elemento        |                 | Coeficiente angular |       |        | Coeficiente linear |        |        | R     | F      |
|-----------------|-----------------|---------------------|-------|--------|--------------------|--------|--------|-------|--------|
|                 |                 | Mínimo              | Médio | Máximo | Mínimo             | Médio  | Máximo |       |        |
| Ca <sup>1</sup> | Ca <sup>2</sup> | 0,30                | 0,36  | 0,41   | -0,62              | -0,44  | -0,26  | 0,92* | 201*   |
| Mg <sup>1</sup> | Mg <sup>2</sup> | 0,82                | 0,95  | 1,08   | -0,25              | -0,04  | 0,17   | 0,93* | 226*   |
| K <sup>1</sup>  | K <sup>3</sup>  | 0,81                | 0,85  | 0,88   | 0,05               | 0,07   | 0,08   | 0,99* | 2.246* |
| P <sup>1</sup>  | P <sup>3</sup>  | 0,46                | 0,57  | 0,88   | 6,29               | 8,28   | 10,27  | 0,88* | 126*   |
| Cu <sup>1</sup> | Cu <sup>3</sup> | 1,54                | 1,96  | 2,40   | -0,32              | -0,05  | 0,22   | 0,83* | 86*    |
| Zn <sup>1</sup> | Zn <sup>3</sup> | 0,72                | 0,82  | 0,91   | 0,46               | 0,78   | 1,10   | 0,94* | 305*   |
| Mn <sup>1</sup> | Mn <sup>3</sup> | 2,62                | 2,76  | 2,90   | -12,68             | -2,84  | 7,00   | 0,98* | 1537*  |
| Fe <sup>1</sup> | Fe <sup>3</sup> | 2,09                | 2,56  | 3,03   | 92,69              | 126,82 | 160,95 | 0,87* | 121*   |

(<sup>1</sup>) extraído com solução Mehlich - 3; (<sup>2</sup>) extraído com solução KCl 1mol L<sup>-1</sup>; (<sup>3</sup>) extraído com Mehlich - 1.

\* significativo a P < 0,05

A análise dos coeficientes angulares indica que, na média, o extrator Mehlich - 3 subestimou as quantidades extraídas para Ca, K, P e Zn, tendo superestimado o Cu, Mn e Fe, em relação aos dois métodos considerados como padrões. O Mg foi o único elemento em que os resultados pelo método padrão e o do Mehlich-3 foram similares.

Os elevados e significativos coeficientes de correlação encontrados estão de acordo com o que se observa em literatura. No entanto, em muitos casos, os resultados de comparação não foram os esperados.

No caso do P, o resultado encontrado foi o oposto do que se verifica na maioria dos trabalhos (WOLF & BAKER, 1985; SIMS, 1989; ALVA, 1993; MAMO et al., 1996), embora KRASKE et al. (1989) também tenham obtido resultados similares aos observados neste estudo. O K apresentou o mesmo comportamento do P, ou seja, os resultados de literatura (SIMS, 1989; ALVA, 1993; MAMO et al., 1996) não corroboram os encontrados, embora ECKERT & WATSON (1996) não tenham percebido, em seus estudos, uma clara

relação entre estes dois métodos de extração. Os trabalhos de SIMS (1989), ALVA (1992) E ZHU & ALVA (1993) corroboram os resultados da comparação da extração de Cu, Mn e Fe pelo Mehlich - 1 e Mehlich - 3. Com respeito ao Zn, SIMS (1989), ALVA (1992) e ZHU & ALVA (1993) observaram que os teores extraídos por Mehlich - 3 foram superiores ou similares aos obtidos pelo Mehlich - 1, diferindo do que se encontrou neste estudo. Para o Ca e o Mg, não se encontraram trabalhos que comparem as extrações por KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e o Mehlich - 3. Porém, considerando-se que a ação extratora do primeiro é equivalente ao método do acetato de amônio 1mol L<sup>-1</sup> a pH 7 (IKAWA, 1978; DURIEZ et al., 1988), algumas suposições com base nesta extrapolação podem ser feitas. As relações entre a extração do Ca pelo Mehlich - 3 e o acetato de amônio não são claras. Na literatura são verificadas situações em que o Mehlich - 3 apresenta um maior poder de extração conforme observado por (ALVA, 1993), por outro lado MAMO et al. (1996) verificaram menor poder de extração dessa solução quando comparada ao

acetato de amônio. Já KRASKE et al. (1989) e WENDT (1995) verificaram eficiência similar quanto à extração para essas

soluções.

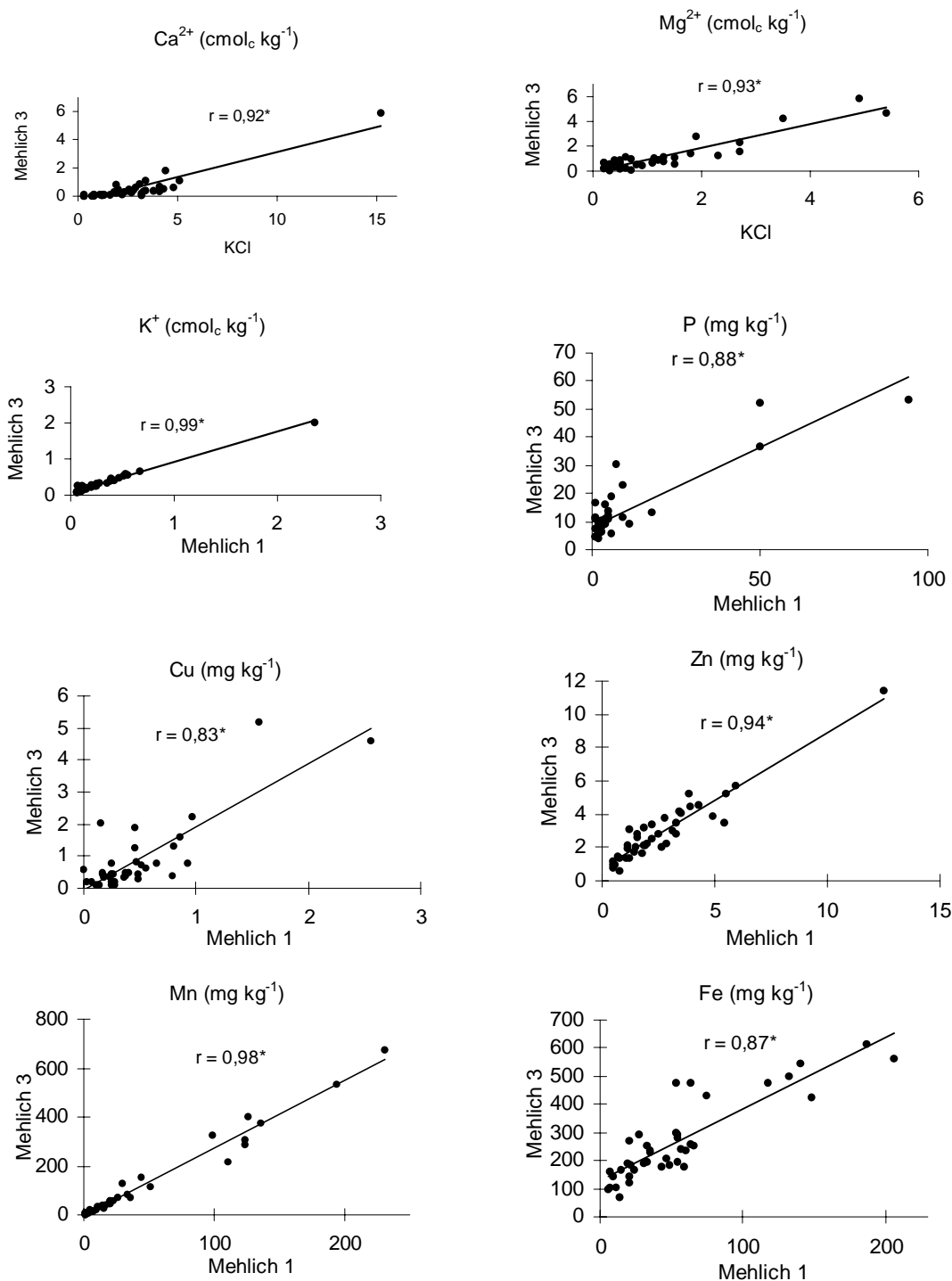
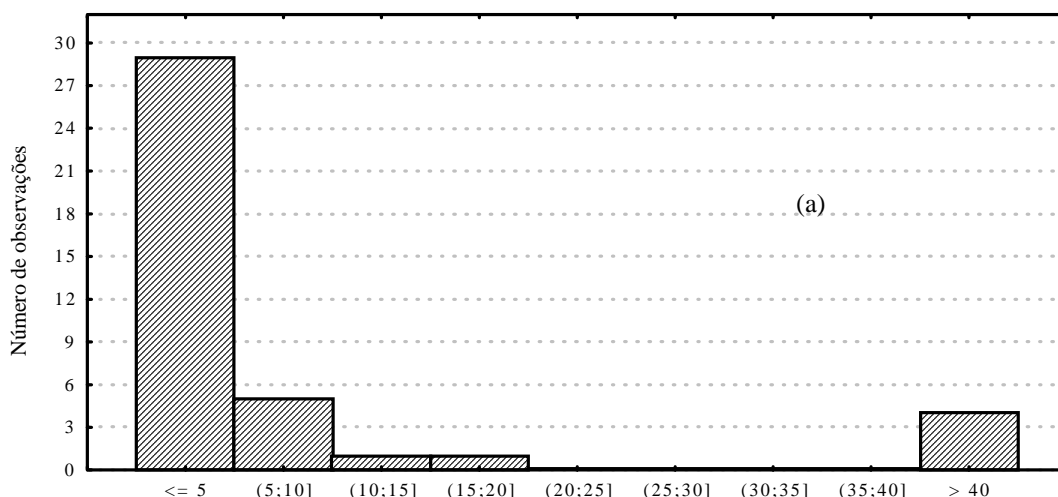


Figura 1 Diagramas de dispersão dos teores de nutrientes extraídos pelos diferentes métodos.

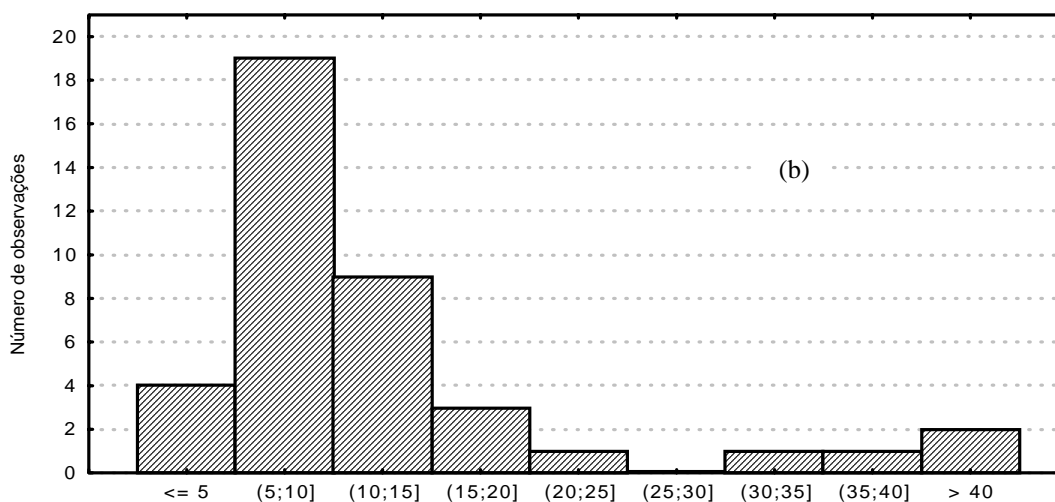
O Mg segue a mesma tendência de não revelar uma consistência nos resultados de comparação entre esses dois métodos (KRASKE et al., 1989; ALVA, 1993; ECKHERT & WATSON, 1996; MAMO et al., 1996).

A distribuição das frequências para os teores de fósforo extraídos pelos métodos Mehlich-1 e Mehlich - 3 (Figura 2),

mostrou que o Mehlich - 3, para este elemento, foi capaz de estratificar com maior detalhamento os teores extraídos dos solos. Isto poderá ser utilizado nos estudos de calibração, pois facilita a divisão em classes para indicação da adubação fosfatada.



Teores de P (mg kg<sup>-1</sup>) extraído por Mehlich -



Teores de P (mg kg<sup>-1</sup>) extraído por Mehlich - 3

Figura 2 – Histograma da distribuição de freqüências dos teores de P extraídos por Mehlich –1 (a) e Mehlich – 3 (b) nos solos estudados.

## CONCLUSÃO

Os teores dos elementos extraídos das amostras dos 40 solos pelo método Mehlich – 3 e pelos dos métodos padrões (Mehlich – 1 e KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) apresentaram correlação significativa. Entretanto, o Mehlich – 3 subestimou a análise para Ca, Mg, K, P e Zn e superestimou para Cu, Mn e Fe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, A.K. Micronutrients status of Florida soils under citrus production. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.23, n.17/20, p.2493-2510, 1992.
- ALVA, A.K. Comparison of Mehlich 3, Mehlich 1, ammonium bicarbonate-DTPA, 1.0M acetate and 0.2M ammonium chloride for extraction of calcium, magnesium, phosphorus and potassium for a wide range of soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.24, n.7/8, p.603-612, 1993.
- CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D. A análise de solo no Brasil: 1982-1989. **B. Inf. da SBCS**, Campinas, v.19, n.3, p.96-112, 1994.
- DURIEZ, M.A.M.; MELO, M.E.C.C.M.; JOHAS, R.A.L.; ARAUJO, N.S. Apparent ECEC in some brazilian soils with variable chrages determined using three different extractors. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8., Rio de Janeiro, 1986. **Proceedings ...** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS. P.49-55. 1988.
- ECKERT, D.J. & WATSON, M.E. Integrating the Mehlich-3 extractant into existing soil test interpretation schemes. In: HOOD, T.M. & JONES JUNIOR, J.B. **Soil and plant analysis in sustainable agriculture and environment**. New York: Marcel Dekker, 1997. p.239-251.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979. 255p.
- GARCÍA, A.; IORIO, A.F. de; BARROS, M.; BARGIELA, M., RENDINA, A. Comparison of soil tests to determine

- micronutrients status in Argentina soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.28, n.19/20, p.1777-1792, 1997.
- IKAWA, H. Correlation of selected data for some brazilian soils provided by Brazil and SCS-USDA laboratories. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 1., Rio de Janeiro, 1977. **Proceedings...** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS. P.338-353. 1978.
- KRASKE, C.R.; FERNANDEZ, I.J.; SPENCER, C.J. A comparison of methods for measuring extractable Ca, Mg, K, Na, Mn, Al, Fe and P from New England forest soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.20, n.3/4, p.439-464, 1989.
- JONES, U.S. and PIHA, M. Evaluation of four test extractants for Zimbabwe soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v. 20, n.17/18, p.1857-1871. 1989.
- MAMO, T.; RICHTER, C.; HEILIGTAG, B. Comparison of extractants for the determination of available phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium in some ethiopian and german soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.27, n.9/10, p.2197-2212, 1996.
- MEHLICH, A. Mehlich 3 soil test extractant: a modification of Mehlich 2 extractant. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.15, n.12, p.1409-1416. 1984.
- MILLER, J.C. & MILLER, J.N. **Statistics for analytical chemistry**. 3.ed. Chichester: Ellis Horwood, 1993, p.120-124.
- NIE, N.H.; HULL, C.H.; JENKINS, J.G.; STEINBRENNER, K.; BENT, D.H. **Statistical package for the social sciences**. 2.ed. Chicago: McGraw-Hill, 1979. 675p.
- PÉREZ, D.V. & MENEGUELLI, N. do A. **Programa de análise de qualidade dos laboratórios de fertilidade (PAQLF) que usam o método da Embrapa-CNPS - Biênio 1994/95**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 16p. (EMBRAPA-CNPS. Pesquisa em andamento, 3).
- RAIJ, B. van. New diagnostic techniques, universal soil extractants. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.** New York, v.25, n.7/8, p.799-816, 1994.
- SIMS, J.T. Comparison of Mehlich 1 and Mehlich 3 extractants for P, K, Ca, Mg, Mn, Cu and Zn in Atlantic Coastal Plain soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.20, n.17/18, p.1707-1726, 1989.
- SILVA, F.C. da; EIRA, P. A.; BARRETO, W. O.; PÉREZ, D. P. & SILVA, C. A. **Manual de métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. EMBRAPA-CNPS, 1998. 56p.
- ZHU, B. AND ALVA, A.K. The chemical forms of Zn and Cu extractable by Mehlich 1, Mehlich 3, and ammonium bicarbonate-DTPA extractions. **Soil Science**, Baltimore, v.156, n.4, p.251-258, 1993.
- WENDT, J.W. Evaluation of the Mehlich 3 soil extractant for Upland Malawi soils. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.26, n.5/6, p.687-702, 1995.
- WOLF, A.M. and BAKER, D.E. Comparisons of soil test phosphorus by Olsen, Bray P1, Mehlich I and Mehlich III methods. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.16, n.5, p.467-484, 1985.