

## USO DE CÁPSULAS POROSAS PARA EXTRAIR SOLUÇÃO DO SOLO<sup>1</sup>

JOSÉ FRANCISCO VALENTE MORAES<sup>2</sup> e JOSÉ FLÁVIO DYNIA<sup>3</sup>

**RESUMO** - Em um solo bem drenado (LE) e em um solo de várzea (GPH) submetido a inundação, analisaram-se semanalmente soluções coletadas em campo, através de cápsulas porosas mantidas no solo durante todo o período de amostragem (15 semanas para o LE e 22 semanas para o GPH). Foram observados o movimento de Ca, Mg, K e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no perfil do solo LE e o aumento na concentração de Fe no solo GPH. A progressiva obstrução dos poros das cápsulas com partículas coloidais em ambos os solos e a deposição de óxidos-hidróxidos de Fe na superfície interna das cápsulas no solo inundado foram alguns dos inconvenientes observados no método.

Termos para indexação: movimento de íons, material coloidal, óxidos-hidróxidos de Fe.

### POROUS CERAMIC CUPS FOR SOIL SOLUTION EXTRACTION

**ABSTRACT** - Soil solution samples of a well drained latosol (LE-oxisol) and of a lowland flooded soil (Low-Humic Gley - LHG) were collected with porous ceramic cups and analysed weekly. The porous ceramic cups were kept in the soil during the whole sampling periods (15 weeks for the LE soil and 22 weeks for the LHG soil). The movement of Ca, Mg, K and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in the LE soil profile and the increase in Fe in the solution of the LHG soil were observed. Obstruction of the ceramic cups pores by a progressive deposition of colloidal material on the external surface of the cups and precipitation of Fe oxi-hydroxides on the internal surface of the cups were problems one observed that reduced the efficiency of the ceramic cups in taking reliable soil solution samples.

Index terms: ion movement, colloidal material, Fe oxy-hydroxides.

### INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição química da solução do solo é importante para estimar a disponibilidade de nutrientes e determinar relações de toxicidade de alguns elementos, como alumínio em solos bem drenados, e Fe e Mn em solos saturados ou inundados. Este conhecimento é importante também para o estudo da dinâmica de cátions e ânions que, em seu movimento no perfil do solo, por lixiviação, podem situar-se fora do alcance das raízes das plantas.

Vários métodos para extração da solução do solo têm sido propostos e são usados em diferentes condições. A extração por centrifugação (Davies & Davies 1963, Gillman 1976, Elkhateib et al. 1987), por pressão (Parker 1921) pelo uso de líquidos imiscíveis (Whelan & Barrow 1980), pelo vácuo (Hossner & Phillips 1973), e por gravidade, em vasos, com solo saturado (Moraes 1971, Rhoda Lantin - IRRI, informação pessoal), são os métodos mais comumente usados. Todos os métodos em uso, entretanto, estão sujeitos a diferentes tipos de erros que podem diminuir a precisão do estudo (Sposito 1986).

O uso de cápsulas porosas para extrair solução do solo é amplamente difundido, principalmente por causa do manejo fácil, ao custo relativamente baixo, e pelo fato de o extrato obtido não requerer tratamentos prévios às determinações físico-químicas e à quantifica-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 8 de junho de 1990.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPAF.

ção dos seus componentes. Vários autores, no entanto, citam limitações ao emprego das cápsulas porosas submetidas ao vácuo para extrair solução do solo. Suarez (1987) observou que o pH da solução aumenta em decorrência da eliminação do CO<sub>2</sub> quando o vácuo é aplicado, e que a variação é tanto maior quanto menor é a relação entre o volume da solução e o volume da cápsula porosa. Por outro lado, Wood et al. (1981) chamam a atenção para a perda de compostos orgânicos voláteis quando a solução do solo é extraída com vácuo. Hansen & Harris (1975) citam a liberação dos cátions Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> pela própria cápsula, a variação na taxa de infiltração da solução, a sorção de fosfatos e a variação espacial da solução como fontes importantes de erros nos estudos da solução do solo.

O uso de cápsulas feitas de material inerte (teflon) tem sido recomendado para evitar os erros causados pela capacidade de intercâmbio cationônico das cápsulas de cerâmica (Grover & Lamborn 1970, Suarez 1987). Hossner & Phillips (1973) não observaram diferenças nas concentrações de Fe, Mn e P entre amostras de solução do solo extraídas com cápsulas de plástico e por filtragem a vácuo.

Elkhatib et al. (1987) citam que a extração da solução do solo com líquidos imiscíveis causa variações importantes na estimativa das concentrações e atividades de Ca, Mg, K e Al. As maiores discrepâncias acontecem com os valores da atividade do Al, e indicam que um método conveniente de centrifugação é necessário quando se visa a especiação desse elemento.

Neste trabalho são levantadas e comentadas algumas limitações observadas no uso de cápsulas de cerâmica porosa para amostrar solução do solo em campo, em experimentos de longa duração.

## MATERIAL E MÉTODOS

Cápsulas de cerâmica porosa de 43,5 mm de diâmetro interno e 62,0 mm de comprimento, adaptadas à extremidade de tubos de PVC foram instaladas a

20, 40, 60 e 80 cm de profundidade em cinco parcelas de um experimento fatorial 2<sup>4</sup> onde se estudam os efeitos de adubação verde, calagem, adubação corretiva com P e adubação com micronutrientes sobre a produção de arroz, feijão, trigo e milho e sobre as características químicas e físico-químicas de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LE). O experimento estava localizado no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPaf), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Goianira, Goiás. A cada sete dias, durante quinze semanas, foram coletadas amostras de solução do solo nas profundidades indicadas.

Em outro experimento, sobre calagem na cultura do arroz irrigado por inundação contínua e no feijoeiro plantado em sucessão, em solo Gley Pouco Húmico (GPH), foram instaladas cápsulas porosas a 20 cm de profundidade em uma parcela testemunha e em outra que recebeu 75% do calcário necessário para se atingir 85% de saturação de bases no solo. A coleta da solução foi feita diariamente, até o sétimo dia depois da inundação; e depois, semanalmente, durante um período de 22 semanas. Esse período abrangeu uma fase anaeróbica (inundação entre as semanas 0 e 12) e uma fase aeróbica (semanas 12-22).

No primeiro experimento, as cápsulas porosas eram submetidas à pressão negativa de aproximadamente -600 mb, três dias antes da coleta da solução. No segundo experimento, a mesma pressão negativa era aplicada com antecedência de 24 horas.

Neste trabalho se trata de discutir alguns resultados e observações relacionados com as possibilidades e limitações do uso de cápsulas de porcelana porosa para extrair solução do solo. São apresentados dados relativos a Ca, Mg, K e nitrato na solução do solo LE distrófico, e Fe na solução do solo GPH. Ca, Mg e Fe foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, K por fotometria de chama, e nitrato por espectrofotometria em ultravioleta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de Ca, Mg, K e nitrato, determinadas nas soluções do solo coletadas na parcela com adubação de manutenção, adubação corretiva com P, e calagem (MCCa), são mostradas nas Fig. 1 a 4. Observa-se que as curvas nas quatro figuras são semelhantes, e representam aproximadamente a movimenta-

ção dos cátions e do ânion no perfil do solo, o que tem significação agronômica muito importante. Na profundidade de 20 cm as concentrações de Ca, Mg, K e nitrato diminufram rapidamente a partir da quarta semana, atingindo valores muito baixos. Simultaneamente,

aumentaram as concentrações daqueles nutrientes nas profundidades de 40 e 60 cm, o que demonstra sua lixiviação.

A concentração de Fe na solução do solo Gley Pouco Húmico é mostrada na Fig. 5. Em acordo com a literatura sobre química de solos inundados (Ponnampерuma 1972, Moraes 1971, Moraes 1985), a concentração de Fe

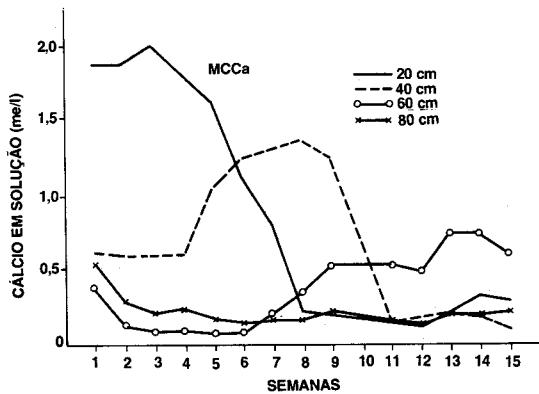


FIG. 1. Variação da concentração de cálcio na solução do solo a 4 profundidades. MCCa = manutenção, correção com fosfato, calagem.

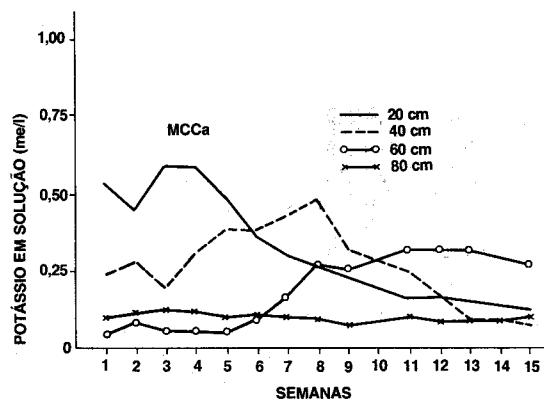


FIG. 3. Variação da concentração de potássio na solução do solo a 4 profundidades. MCCa = manutenção, correção com fosfato, calagem.

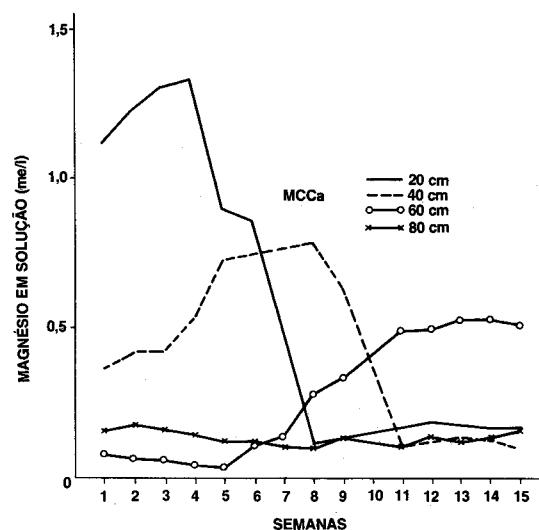


FIG. 2. Variação da concentração de magnésio na solução do solo a 4 profundidades. MCCa = manutenção, correção com fosfato, calagem.

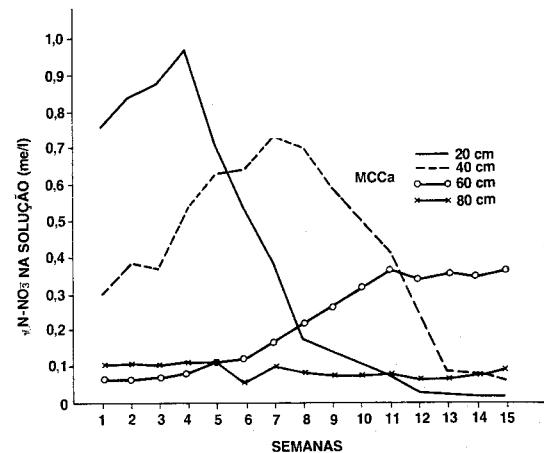


FIG. 4. Variação da concentração de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução do solo a 4 profundidades. MCCa = manutenção, correção com fosfato, calagem.

aumentou na solução com o alagamento e consequente redução do solo, induzida pela restrição ao intercâmbio gasoso entre o solo e o meio exterior. Após a drenagem, a reoxidação do Fe diminuiu sua concentração na solução, até próximo dos valores observados antes da inundaçāo.

Um fato importante observado durante as coleta da solução do solo LE foi a progressiva obstrução dos poros das cápsulas com partículas coloidais do solo, e a consequente diminuição da taxa de infiltração da solução. À medida que avançavam as coletas, o tempo requerido entre a aplicação do vácuo e a coleta das amostras de solução aumentou de três para cinco dias. O vácuo também teve que ser aumentado de cerca de -600 mb para aproximadamente -1000 mb. A diminuição da taxa de infiltração da cápsula deve ter criado um fator de erro por causa da variação temporal da concentração de certos íons como o  $\text{NO}_3^-$ , de que falam Hansen & Harris (1975). Além disso, a formação de uma camada de argila na superfície externa da cápsula tende também a retardar a penetração dos íons em solução, e mesmo alterar sua concentração através da sorção e/ou precipitação de compostos de me-

nor solubilidade, como os fosfatos de Fe e de Al. Estes fatores não foram determinados, mas há possibilidade de sua ocorrência, principalmente por se tratar de um Oxisol rico em óxidos de Fe e Al.

No solo GPH inundado a taxa de infiltração da cápsula porosa foi bem maior do que no solo bem drenado. Neste caso, observou-se, ao longo do tempo, a deposição de óxidos de Fe na superfície interna das cápsulas. Também nas soluções ocorreu a precipitação de Fe, a princípio não perceptível, mas detectável através da análise após acidificação da solução. A partir da oitava semana após a inundaçāo, a formação de precipitado de óxidos/hidróxidos de Fe tornou-se perceptível. Cerca de cinco minutos após a coleta da solução, já se podia observar o precipitado, que no laboratório, antes da análise dos micronutrientes, era solubilizado pela adição de HCl. O Fe recentemente oxidado e apresentando alta reatividade pode ter alterado a concentração de compostos como os fosfatos. Esta deve ter sido a razão dos valores inconsistentes da concentração e Fe em solução (como mostrado na Fig. 5) e também do P (dados não apresentados) nas primeiras amostras coletadas.

A extração da solução por meio do vácuo é um fator adicional de erro, pois ocorre a eliminação de  $\text{CO}_2$  e outros compostos voláteis, o que faz aumentar o pH da solução (Wood et al. 1981, Suarez 1987). O aumento do pH diminui a solubilidade do  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e outros cátions que precipitam (Lindsay 1981). Este autor determinou que a valores de pH maiores que 6,0 a concentração daqueles nutrientes na solução do solo é menor que  $10^{-7}$  mol/l, ao passo que as concentrações de Ca, Mg e K no solo não são alteradas até valores de pH próximos a 8,0.

Nas soluções extraídas da parcela testemunha do experimento em solo drenado foram determinados valores de pH de até 6,8, bem superior ao pH do solo (relação solo: água de 1:2,5) que era de 4,9-5,0. No tratamento com calagem, o pH da solução manteve-se entre 6,0 e 6,5 durante todo o período de amostragem.

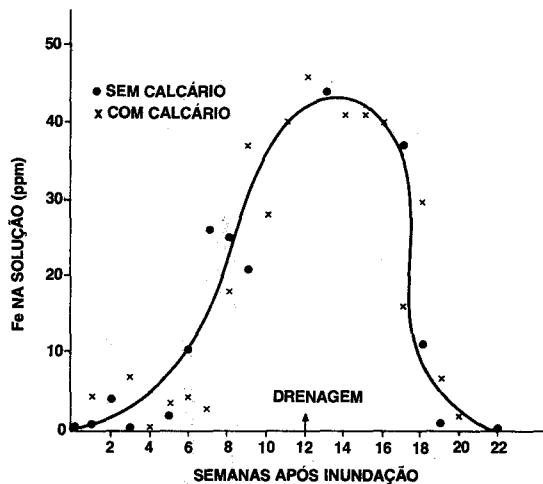


FIG. 5. Concentração de ferro na solução do solo Gley Pouco Húmico inundado e após a drenagem.

Os erros que poderão advir do emprego de cápsulas de porcelana porosa na coleta de amostras de solução devem ser levados em conta na escolha do método de amostragem, em função de atender aos objetivos do trabalho. Para estudos que visem caracterizar a movimentação no perfil do solo de íons como Ca, Mg, K e nitrato, a extração da solução com cápsula de porcelana porosa pode ser conveniente e bem adaptada. Do mesmo modo, a cápsula de porcelana porosa poderá ser usada em estudos sobre o comportamento do Fe nos solos inundados, se forem tomados cuidados para prevenir a reoxidação dos compostos reduzidos.

### CONCLUSÕES

Os resultados dos dois experimentos mostram que as cápsulas porosas podem ser úteis para a amostragem da solução do solo quando o objetivo é estimar a lixiviação de cátions em solos altamente intemperizados e de baixa capacidade de intercâmbio catiônico, e também para estimar a variação na concentração de alguns elementos na solução dos solos inundados.

2. Alguns fatores, entretanto, devem ser considerados como fontes importantes de erro, como a obstrução dos poros das cápsulas com colóides do solo e a consequente necessidade de aumentar o vácuo e o tempo de coleta da solução. A perda de  $\text{CO}_2$  e de outros componentes voláteis que alteram o pH da solução alteram a sua composição. Deve ser considerada também a formação de uma capa coloidal de alta reatividade na superfície externa das cápsulas porosas e a precipitação de óxidos/hidróxidos de ferro na superfície interna das cápsulas durante a coleta de solução dos solos inundados, que, além de alterar a concentração de Fe em solução, deve modificar a concentração de outros elementos, por causa de processos de sorção e coprecipitação.

3. As cápsulas de porcelana porosa devem ser usadas com critério, levando-se em conta as limitações do método e os objetivos do estudo.

### AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Christian Pieri, Sub-Diretor de Recursos Naturais do CIRAD/IRAT pelo fornecimento das cápsulas porosas e outros materiais necessários à realização deste trabalho.

### REFERÊNCIAS

- DAVIES, B.E. & DAVIES, R.I. A simple centrifugation method for obtaining small samples of soil solution. *Nature*, London, 198:216-7, 1963.
- ELKHATIB, E.A.; HERN, J.L.; STALEY, T.E. A rapid centrifugation method for obtaining soil solution. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 51:578-83, 1987.
- GILLMAN, G.P. A centrifuge method for obtaining soil solution. Adelaide, South Australia, CSIRO, Div. of Soils, 1976. (Div. Rep., 16).
- GROVER, B.L. & LAMBORN, R.E. Preparation of porous ceramic cups to be used for extraction of soil water having low solute concentrations. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 34:706-8, 1970.
- HANSEN, E.A. & HARRIS, A.R. Validity of soil-water samples collected with porous ceramic cups. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 39:528-36, 1975.
- HOSSNER, L.R. & PHILLIPS, D.P. Extraction of soil solution from flooded soil using a porous plastic filter. *Soil Sci.*, 115(1):87-8, 1973.
- LINDSAY, W.L. Solid phase; solution equilibria in soils. In: *CHEMISTRY in the Soil Environment*. Madison, Wis. American Society of Agronomy and Soil Sci. Soc. Am., Inc., 1981. p.183-202.
- MORAES, J.F.V. El uso de la resina de intercambio aniónico (AMBERLITA IRA 400) para evaluar el fósforo en suelos inundados. Chapingo, México, s.ed., 1971. 78p. Tese Mestrado.
- MORAES, J.F.V. Solos inundados. In: *CURSO DE PESQUISA E PRODUÇÃO DE ARROZ*, 2., Goiânia, GO. EMBRAPA-CNPAF, Goiânia, 1985. 38p.

- PARKER, F.W. Methods of studying the concentration and composition of the soil solution. *Soil Sci.*, **12**:209-32, 1921.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. *Adv. Agron.*, **24**:29-96, 1972.
- SPOSITO, G. Thermodynamics of the soil solution. In: SPARKS, D.L. ed., *Soil physical chemistry*. Boca Raton, Fl., CRC Press. Inc., 1986.
- SUAREZ, D.L. Prediction of pH errors in soil: water extractors due to degassing. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **51**:64-7, 1987.
- WHELAN, B.K. & BARROW, J.J. A study of a method for displacing soil solution by centrifuging with an immiscible liquid. *J. Environ. Qual.*, **9**:315-9, 1980.
- WOOD, A.L.; WILSON, J.T.; COSBY, R.L.; HORNSBY, A.G.; BASKIN, L.B. Apparatus and procedure for sampling soil profiles for volatile organic compounds. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **45**:442-44, 1981.