

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE SOLUÇÕES EXTRAÍDAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO- AMARELO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS¹

Josias Miranda²

Liovando Marciano da Costa³

Hugo Alberto Ruiz³

Eduardo de Sá Mendonça³

1. INTRODUÇÃO

Os latossolos são solos altamente intemperizados e sua fração-argila é constituída basicamente de caulinita e de óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio. Possuem baixa fertilidade natural e, por esta razão, o crescimento das raízes das plantas cultivadas é limitado, principalmente na camada superficial de 10 a 15 cm de espessura, mais rica em matéria orgânica e nutrientes (10).

A disponibilidade de nutrientes para as raízes das plantas é controlada por várias reações, como equilíbrio ácido-base, complexação iônica, precipitação e dissolução de sólidos, oxidação, redução e trocas iônicas. A cinética dessas reações e a taxa de absorção biológica controlam a concentração do íon na solução do solo (4).

A concentração de nutrientes na solução dos solos tropicais é muito baixa se comparada com a dos solos das regiões temperadas. Em geral, na

¹ Extraído da tese de Magister Scientiae em Solos e Nutrição de Plantas, apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa. Aceito para publicação em 07.08.1995.

² Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, MAARA/DF. 70043-900 Brasília, DF.

³ Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

solução do horizonte superficial de solos tropicais, a concentração de cálcio é menor que 0,35 mmol/L, a de magnésio é menor que 0,25 mmol/L, e a de potássio menor que 0,4 mmol/L (2, 7, 11).

A pequena quantidade de minerais primários, facilmente intemperizáveis nesses solos, é um dos principais fatores que impede a reposição de nutrientes na solução quando estes são absorvidos pelas plantas ou lixiviados.

Neste contexto, o conhecimento da composição química da solução de solo é importante para o entendimento da dinâmica de cátions e ânions que podem se situar fora do alcance das raízes das plantas.

O presente trabalho teve como objetivos caracterizar quimicamente a solução do horizonte superficial de um Latossolo Vermelho-Amarelo, de Viçosa, sob diferentes coberturas vegetais, e verificar o efeito destas sobre algumas propriedades químicas do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de solo sob mata natural (MN), eucalipto (EU) e pastagem (PA), cujas características constam do Quadro 1, foram coletadas no topo das elevações, em Viçosa, MG, onde são encontrados os Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos, com horizonte A moderado, desenvolvidos a partir de gnaiss (13).

QUADRO 1 - Caracterização física e química de materiais de Latossolo Vermelho-Amarelo de camada superficial (0 - 15 cm), sob diferentes coberturas vegetais

Determinações	MN	EU	PA
Areia (%)	36	35	37
Silte (%)	9	8	14
Argila (%)	55	57	49
Capacidade de campo (g/kg)	390	340	340
pH em H ₂ O (1:2,5)	4,2	4,2	4,8
pH em KCl (1:2,5)	3,7	3,7	4,0
Ca ²⁺ (Cmol/dm ³)	0,057	0,005	0,077
Mg ²⁺ (Cmol/dm ³)	0,037	0,008	0,054
Al ³⁺ (Cmol/dm ³)	2,96	3,24	1,64
K ⁺ (mg/dm ³)	6,97	3,85	7,43
Na ⁺ (mg/dm ³)	4,34	2,40	4,73
P (mg/dm ³)	0,557	0,409	0,349
Carbono Orgânico (g/kg)	50,4	36,4	36,2

MN = Mata Natural; EU = Eucalipto; PA = Pastagem.

Em cada área selecionada demarcou-se uma parcela de 10 x 15 m, de onde se retiraram 30 amostras simples para formar uma composta de materiais do solo. As amostras, coletadas à profundidade de 0 a 15 cm, foram destorroadas, secas ao ar e passadas, a seguir, em peneiras de 2 mm.

Cinco subamostras com 1,2 kg de TFSA foram tomadas para cada repetição e umedecidas com água deionizada à capacidade de campo, acondicionadas em sacos plásticos e incubadas durante sete dias, em laboratório em condições aeróbias.

O método utilizado para extração da solução de solo foi o da centrifugação, descrito por GILLMAN (6) com algumas adaptações (9). Os materiais de solo foram colocados nos cilindros e centrifugados por uma hora com uma força centrífuga relativa correspondente a 900 g. As soluções foram retiradas dos recipientes, filtradas e estocadas em garrafas de plástico e mantidas sob refrigeração. Em seguida, foram analisadas, determinando-se o pH por potenciometria; condutividade elétrica (CE) medida pelo condutivímetro; Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} e Mn^{2+} por espectrofotometria de absorção atômica; Na^+ e K^+ por fotometria de emissão de chama; Al^{3+} pelo método do aluminon (8), P pelo método do ácido ascórbico modificado por BRAGA e DEFELIPO (3); e carbono orgânico dissolvido (COD) determinado colorimetricamente pelo método descrito por BARTLETT e ROSS (1).

Os três tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, desdobrando-se os graus de liberdade para tratamentos em contrastes ortogonais. Realizaram-se também análises de correlação, testando-os até 20% de probabilidade pelo teste t.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo sob MN apresentou valores mais elevados de CE em relação ao EU e PA (Quadro 2). A condutividade elétrica é indicador da concentração de íons na solução de solo e variou significativamente de acordo com o tipo de cobertura vegetal (Quadro 3).

O pH da solução de solo apresentou valores bem próximos do pH do solo independentemente do tipo de uso. O pH da solução de solo sob EU difere estatisticamente do pH da solução de solo sob MN (contraste 2, Quadro 3). A variação do pH da solução é dependente do pH do solo e da natureza e quantidade da matéria orgânica dissolvida.

As concentrações de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ determinadas nas soluções de solo (Quadro 2) são superiores no solo sob MN quando comparadas às outras coberturas vegetais. O eucalipto imobiliza grande parte destes elementos na sua biomassa, o que acarreta menor

QUADRO 2 - Composição da solução de Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes coberturas vegetais. Média de cinco repetições

Características	MN	EU	PA
Condutividade elétrica (dS/m)	0,51	0,26	0,26
pH	4,7	5,2	4,9
Ca ²⁺ (mmol/L)	0,25	0,06	0,14
Mg ²⁺ (mmol/L)	0,23	0,03	0,14
Al ³⁺ (μmol/L)	19,18	11,90	5,34
K ⁺ (mmol/L)	0,60	0,21	0,40
Na ⁺ (mmol/L)	0,82	0,38	0,53
P (μmol/L)	0,52	2,30	0,28
Mn ²⁺ (μmol/L)	7,76	0,50	3,96
Carbono orgânico dissolvido (mmol/L)	11,48	7,04	5,36

MN = Mata Natural; EU = Eucalipto; PA = Pastagem.

QUADRO 3 - Contrastes ortogonais analisados e seus valores numéricos, quando significativos, para características da solução de Latossolo Vermelho-Amarelo

Cobertura vegetal	C ₁	C ₂
Mata natural	1	1
Eucalipto	1	-1
Pastagem	-2	0
Condutividade elétrica	ns	0,25*
pH	ns	0,50*
Ca ²	ns	ns
Mg ²	ns	0,20*
Al ³⁺	ns	ns
K ⁺	ns	0,39*
Na ⁺	ns	0,44*
P	ns	ns
Mn ²⁺	ns	ns
Carbono orgânico dissolvido	7,76*	4,44*

* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Significativo, pelo teste de F, a 10% de probabilidade.

ns Não-significativo.

concentração de nutrientes no solo e conseqüentemente na solução. No entanto, não há dependência clara entre concentração do elemento no solo e sua correspondente na solução. Apenas para (Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺) (soma de

bases, SB) houve correlação positiva e significativa entre o teor dos elementos encontrado no solo e o teor dos mesmos na solução (Quadro 4). Observa-se também correlação positiva e significativa entre carbono orgânico no solo e carbono orgânico dissolvido na solução. Verificam-se, pelo Quadro 4, correlações positivas e significativas entre condutividade elétrica, soma de bases e alumínio trocável com carbono orgânico dissolvido na solução de solo.

QUADRO 4 - Coeficientes de correlação linear simples (r) entre variáveis da solução de Latossolo Vermelho-Amarelo, para três coberturas vegetais em conjunto

Cruzamentos	r
Condutividade elétrica x pH	-0,82**
Condutividade elétrica x soma de bases	0,66**
Condutividade elétrica x Al ³⁺	0,42#
Condutividade elétrica x carbono orgânico dissolvido	0,55*
pH x Al ³⁺	-0,39#
pH x soma de bases	-0,59*
pH x carbono orgânico dissolvido	-0,41#
Carbono orgânico dissolvido x soma de bases	0,59**
Carbono orgânico dissolvido x Al ³⁺	0,69**
Soma de bases x carbono orgânico	0,25°
Carbono orgânico dissolvido x carbono orgânico	0,51*

o Significativo, pelo teste de t, a 20% de probabilidade.

Significativo, pelo teste de t, a 10% de probabilidade.

* Significativo, pelo teste de t, a 5% de probabilidade.

** Significativo, pelo teste de t, a 1% de probabilidade.

¹ Condutividade elétrica; ² Soma de bases; ³ Carbono orgânico dissolvido; ⁴ Refere-se ao elemento no solo.

Os valores de carbono orgânico dissolvido (COD) expressos no Quadro 5 variaram em função da cobertura vegetal. O COD de MN foi significativamente superior ao de EU e PA (Quadro 3).

A concentração de carbono orgânico dissolvido na solução de solo apresenta grande variação entre as repetições (Quadro 5), quando comparada ao carbono orgânico do solo. O COD presente na solução de solo constitui a fração móvel da matéria orgânica e é constituinte bastante dinâmico, sofrendo grande influência das condições climáticas, propriedades físico-químicas do solo e atividades de microrganismos.

ZABOWSKI (15) encontrou níveis de COD em soluções de solo obtidas por centrifugação que diminuíram gradualmente com a

QUADRO 5 - Carbono orgânico do solo (CO) e carbono orgânico dissolvido (COD) na solução de Latossolo Vermelho-Amarelo sob três coberturas vegetais

R	Carbono orgânico			Carbono orgânico dissolvido		
	MN	EU	PA	MN	EU	PA
	-----g/kg-----			-----mmol/L-----		
1	57	38	32	14,4	9,8	6,9
2	56	38	37	8,7	6,2	5,8
3	53	35	39	12,6	8,0	4,9
4	48	39	42	5,9	6,4	4,9
5	38	32	31	15,8	4,8	4,3
Média	50	36	36	11,5	7,0	5,4
C.V. (%)	15,4	7,9	12,8	35,0	27,2	18,9

R = Repetição; MN = Mata Natural; EU = Eucalipto; PA = Pastagem.

profundidade, sendo de 20 mM no horizonte superficial, de no máximo 7 mM em horizonte subsuperficial e apresentando grande decréscimo para 2 mM no horizonte C. As soluções de solo apresentaram pico máximo de COD durante os meses do inverno e os mais baixos valores ocorreram durante a primavera. Esse padrão cíclico foi mais evidente nos horizontes superficiais.

EVANS JR. *et alii* (5) demonstraram que a quantidade de COD liberada para a solução de solo diminuía com o aumento da força iônica e aumentava com a adição de SO_4^{2-} , sugerindo que a composição iônica e a força iônica podem influenciar o nível de COD na solução. No entanto, no presente trabalho, os solos de MN com valores mais elevados de condutividade elétrica e conseqüentemente força iônica maior apresentaram maior teor de COD na solução.

O cultivo intensivo com manejo inadequado de solos sob MN ricos em carbono orgânico poderá favorecer a perda de COD, tanto por erosão como por movimentação dos compostos de carbono em solução no perfil, diminuindo a produtividade destes solos. Além de perder carbono orgânico, os solos também poderiam sofrer perdas de goethita e caulinita (repetições nº 5 de MN, 1 de EU e 2 e 3 de PA) associados aos compostos orgânicos (9). QUALLS e HAINES (12), em estudos conduzidos em solos de floresta, concluíram que pelo menos 80% do nitrogênio lixiviado pelo solo para a água de rios estava ligado a matéria orgânica.

A composição da matéria orgânica pode desempenhar importante papel na lixiviação de cátions e também na acidez, uma vez que as substâncias orgânicas variam as suas propriedades de complexação e características de carga. Adsorção de SO_4^{2-} , por exemplo, é influenciada pelo pH, mas também é afetada pelos compostos orgânicos presentes (14).

Portanto, o conhecimento dos mecanismos de biodegradação, de adsorção e mobilização do carbono é de importância fundamental.

QUALLS e HAINES (12), estudando a biodegradabilidade da matéria orgânica em soluções de solos de floresta e água de rios concluíram que a adsorção, mais que a biodegradação, é provavelmente a principal responsável pela baixa concentração de COD no substrato de solos minerais e previne a sua perda para a água dos rios.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado com amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, objetivando estudar a variação dos teores de carbono orgânico dissolvido e de alguns íons na solução de solo sob diferentes coberturas vegetais. Os materiais de solo estudados foram selecionados com a condição de pertencerem à mesma posição topográfica (de topo) e à mesma classe de solo e foram coletados na profundidade de 0 a 15 cm, sob as três coberturas vegetais (mata, eucalipto e pastagem). A composição química da solução de solo variou com a cobertura vegetal. Solos sob mata natural apresentaram maior teor de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , K^{+} , Na^{+} e carbono orgânico dissolvido. O cultivo intensivo com manejo inadequado de solos ricos em carbono orgânico, sob mata natural, poderá favorecer a perda de COD tanto por erosão como por movimentação dos compostos de carbono em solução no perfil, diminuindo a produtividade destes solos.

5. SUMMARY

(CHEMICAL CHARACTERIZATION OF SOLUTIONS EXTRACTED FROM A RED-YELLOW LATOSOL UNDER DIFFERENT VEGETAL COVERS)

This research was carried out with samples of a Red-Yellow Latosol with the aim of studying changes in the amount of dissolved organic carbon and ions in solution of soils under different vegetal covers. The soil material studied were selected from hill tops and the same class of soil. They were collected at a depth of 0 to 15 cm under natural forest, eucalyptus and grass. The chemical composition of the soil solution changed with the soil management. The soil under natural forest presented higher amount of Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , K^{+} , Na^{+} and COD. Intensive cultivation with inadequate soil management technique under natural forest rich in organic carbon may favour the loss of COD through erosion or the movement of organic compounds in solution, reducing the productivity of these soils.

6. LITERATURA CITADA

1. BARTLETT, R. J. & ROSS, S. D. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 52:1191-1192, 1988.
2. BELL, L. C. & GILLMAN, G. P. Surface charge characteristics and soil solution composition of highly weathered soils. IN: ANDREW, C. S; KAMPRATH, E. J. (eds.) *Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils*. Australia, CSIRO, 1978. p. 37-57.
3. BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solos e plantas. *Rev. Ceres*, 21:73-85, 1974.
4. CHAVES, C. D; PAVAN, M. A & MIYAZAWA, M. Especificação química do solo para interpretação da absorção de cálcio e alumínio por raízes de cafeeiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, 26:447-453, 1991.
5. EVANS JR., A.; ZELAZNY, L. W. & ZIPPER, C. E. Solution parameters influencing dissolved organic carbon levels in three forest soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:1789-1792, 1988.
6. GILLMAN, G. P. *A centrifuge method for obtaining soil solution*. Australia, CSIRO, 1976. 6p. (Dv. Soils Rep., 16).
7. GONZALEZ-ERICO, E. *Effect of depth on lime incorporation on the growth of corn in oxisols of Central Brazil*. Raleigh, North Carolina State University, 1976. 126p. (Tese Ph.D.).
8. MACLEAN, E. O. Aluminum. In: AMER. SOC. AGRON. (ed.). *Methods of soils analysis*. Madison, 1965. part. 2, cap 67, p. 978-998 (Agronomy, 9).
9. MIRANDA, J. *Caracterização da solução do solo e das propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes coberturas vegetais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 65p. (Tese M. S.).
10. MORAES, J. F. V. Movimento de nutrientes em latossolo vermelho escuro. *Pesq. Agropec. Bras.*, 26:85-97, 1991.
11. PAVAN, M. A. Ação dos corretivos e fertilizantes na dinâmica de ions do solo In: *Curso de Atualização em Fertilidade do Solo*. Londrina, IAPAR, 1983. p. 47-63.
12. QUALLS, R. G. & HAINES, B. L. Biodegradability of dissolved organic matter in forest throughfall, soil solution, and stream water. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56:578-586, 1992.
13. REZENDE, S. B. *Estudo de crono-toposequência em Viçosa - Minas Gerais*. Viçosa, UFV, 1971. 72p. (Tese M. S.).
14. VANCE, G. F. & DAVID, M. Effect of acid treatment on dissolved organic carbon retention by a spodic horizon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53:1242-1247, 1989.
15. ZABOWSKI, D. Limited release of soluble organics from roots during the centrifugal extraction of soil solutions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53:977-979, 1989.