Comparação de Métodos na Determinação da Capacidade de Troca de Cátions do Solo sob Diferentes Sistemas de Manejo no Cerrado

Eloisa A. Belleza Ferreira[(1)]; Dimas V. S. Resck[(1)]; Daniela R. Sampaio[(2)]; João de Deus G. Santos Junior[(1)]; Marcos A. Carolino de Sá[(1)] & Alexandre Goulart[(1)]

(1) Pesquisadores da Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Planaltina, DF, Cx Postal 08223, CEP 73310-970, eloisa@cpac.embrapa.br (apresentador do trabalho), dvsresck@cpac.embrapa.br, jdsantos@cpac.embrapa.br, carolino@cpac.embrapa.br, goulart@cpac.embrapa.br; (2) Graduanda do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Goiás, Setor Universitário, s/n, Formosa, GO, CEP 73800-000, dsampaio@ueg.br
Apoio: Embrapa Cerrados

RESUMO: Solos do Cerrado caracterizam-se por serem altamente intemperizados, com baixa fertilidade natural, sendo a capacidade de troca de cátions (CTC) dependente de pH. O objetivo desse estudo foi avaliar a CTC potencial (CTC_p; pH 7) e a CTC_G (determinada em amostras com pH e força iônica equivalente à solução do solo na amostragem) em quatro sistemas de manejo do solo num experimento de longa duração conduzido na Embrapa Cerrados. As determinações da CTC e carbono orgânico foram realizadas em amostras de terra fina seca ao ar (< 2 mm) e nas frações de agregados >2 e entre 0,25 e 0,106 mm, obtidas por peneiramento úmido, na camada de 0-5 cm de profundidade. A matéria orgânica explicou 83% das variações na CTC_p. Em relação à CTC_G, as variações foram melhor explicadas pela contribuição das classes de tamanho de agregados. Na profundidade estudada o plantio direto não se mostrou efetivo para formação de agregados e no aumento da CTC_G. Para solos de carga variável, como é o caso do Cerrado, não houve correlação entre CTC_p e CTC_G. A CTC_G, dentro das classes de tamanho de agregados >2 e 0,25 a 0,106 mm, foi sensível aos sistemas de manejo do solo estudados.

Palavras-chave: CTC, arado de discos, plantio direto

INTRODUÇÃO

Os solos do Domínio do Cerrado caracterizam-se por serem altamente intemperizados, com baixa fertilidade natural, pobres em nutrientes necessários para as plantas cultivadas. A fração argila desses solos é constituída por minerais do tipo 1:1, como caulinita, e óxidos de Al (Gibbsita) de Fe (Hetatita e Goethita) o que proporciona baixa densidade de carga superficial líquida negativa e, conseqüentemente, uma baixa capacidade de troca catiônica (CTC), quando comparada a argilominerais expansivos e a matéria orgânica (MO) (Resck et al., 1991). Assim, maior porção de CTC dos solos das regiões tropicais, incluindo o Cerrado, é proveniente da contribuição da MO, por ionização de grupos carboxílicos, enólicos e fenólicos, devido a aumento do pH do meio, apresentando valores da ordem de 200 a 400 $cmol_c\ kg^{-1}$ (Resck et al., 1991).

Cargas elétricas positivas e negativas podem ocorrer simultaneamente no solo. Além de variarem com o pH, elas são também dependentes da concentração salina, e da valência desses íons. As cargas elétricas dos solos dependem, portanto, das condições em que são determinadas e, por isso, as medidas de CTC ou de ânions são influenciadas pelo método de determinação. A determinação mais comum é a capacidade de troca cátions a pH 7, a qual inclui as cargas negativas permanentes do solo e todas as cargas dependentes de pH desenvolvidas até pH 7 (Raij, 1991). Métodos para determinar a CTC foram desenvolvidos usando combinações diferentes de pré-tratamento de solo, saturação e substituição de cations, lavagem com solventes, e controle de pH. Determinações da CTC de solos ácidos são complexas devido à carga variável.

A primeira versão do método que utiliza sais não tamponados para se medir CTC a pH natural em solos de carga variável foi proposta por Gillman (1979), e subseqüentemente modificada por Gillman & Sumpter (1986), tendo sofrido ainda várias adaptações (Ciesielski & Sterckeman, 1997).

O objetivo desse estudo foi avaliar a CTC, pelo método de Gillman & Sumpter (1986), e potencial, a pH 7, em Latossolo do Cerrado submetido a quatro sistemas de manejo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados: uma área com vegetação típica de Cerrado (CE) e parcelas de 1250 m^2, de um experimento de longa duração com rotação soja/ milho, instalado no ano de 1979: ADPP - preparo com arado de discos pré-plantio, ADPC - preparo

com arado de discos pós-colheita, PDAD - plantio direto em área preparada com arado de discos no primeiro ano de cultivo. Três pontos de amostragem eqüidistantes foram traçados numa diagonal da parcela constituindo-se nas repetições de cada tratamento. As análises foram realizadas em amostras coletadas de todos os tratamentos na camada de 0-5 cm de profundidade, no início da estação chuvosa (novembro/2005).

O carbono orgânico foi determinado por oxidação da matéria orgânica via úmida com fonte de calor externa. A CTC_p (potencial) foi inferida da soma de bases trocáveis (Ca^{2+} + Mg^{2+} +K^+ + Na^+) e o H^+ +Al^{3+} , extraídos com acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1} a pH 7,0 (Embrapa, 1997).

Para determinação da CTC com sais não tamponados (CTC_G) utilizou-se o método preconizado por Gillman & Sumpter (1986). O método consiste na saturação do solo com Ba com uma solução de 0,1M $BaCl_2$, que é, em seguida, equilibrada com uma solução de $BaCl_2$ de uma concentração equivalente em força iônica à solução do solo em estudo (solos tropicais = 0,002M $BaCl_2$). Para substituir Ba pelo Mg, coloca-se essa solução em reação com $MgSO_4$. A concentração de $MgSO_4$ resultante é ajustada para alcançar uma força iônica comparável à da solução do solo (solos tropicais = 0,0015M $MgSO_4$). O uso de soluções não tamponadas assegura que o pH natural do solo não seja alterado significativamente. A perda de Mg da solução reagente de $MgSO_4$ foi determinada pela análise da solução em equilíbrio, por absorção atômica, a qual é equivalente à CTC do solo.

A distribuição de agregados (amostra do solo total friável passada em peneira de 8 mm) foi determinada por agitação via úmida no aparelho de Yoder, obtendo-se as classes de agregados >2mm, >1mm, >0,5mm, >0,25mm, >0,106mm e <0,106mm.

Foram determinadas as quantidades de MO e as cargas nas amostras de solo brutas (Solo Total) nas classes de agregados >2mm e 0,25mm a 0,106 mm. A participação relativa de cada classe de agregados foi determinada como proporção da massa do solo total.

Os dados foram analisados pelo pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System Institute, Inc; SAS, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas entre os sistemas estudados em relação à CTC_p que variou entre 10,8 $cmol_c\ kg^{-1}$ para o PDAD e 8,5 $cmol_c\ kg^{-1}$ no ADPC (Tab.1), o que é considerado adequado para solos de textura argilosa (Souza & Lobato, 2004). A capacidade de troca de cátions, em geral medida a pH 7, tem um valor relativamente constante para cada solo, dentro de condições padronizadas de determinação. Trata-se de uma propriedade do solo inalterável a curto prazo por práticas agrícolas. O que se pode alterar é a proporção relativa dos cátions que ocupam a CTC (Raij, 199; Souza & Lobato, 2004).

Para o modelo de regressão linear simples, a matéria orgânica explicou 83% da variação na CTC_p nos sistemas cultivados (CTC_p = 2,841MO + 3,242; R^2 = 0,83; n=9), e quando foi incluído o sistema nativo (CE), o modelo deixou de ser significativo, o que pode ser atribuído à diferenças nos atributos do solo (Tab.1 e 2).

Tabela 1. Atributos do solo sob sistemas de manejo no Cerrado.

Atributo	Sistema[1]			
	ADPP	ADPC	PDAD	CE
pH (H_2O)	5,45	5,27	5,40	4,32
Argila (%)	42	42	42	51
Densidade (g. cm^{-3})	1,1	1,1	1,1	1,0
CTC_p ($cmol_c\ kg^{-1}$)	9,75[2]	8,5	10,86	9,64

[1]ADPP- preparo com arado de discos pré-plantio; ADPC- preparo com arado de discos pós-colheita; PDAD- plantio direto a partir do segundo ano em área preparada com arado de discos em 1979 no primeiro ano de cultivo; CE – Cerrado; [2]Dms CTC_p =1,356 (Tukey, P< 0,05)

Na Tab.2, observa-se que mesmo no plantio direto, onde não houve revolvimento do solo em 25 anos, não ocorreu a recuperação dos agregados originais (CE = 40% e PDAD = 26% de agregados na fração >2 mm) embora tenha ocorrido o acúmulo de matéria orgânica na camada superficial (CE>PDAD>ADPP=ADPC; Tukey; P<0,05). Em solos com carga dependente de pH, a criação de cargas negativas na superfície dos colóides pode

causar repulsão entre partículas adjacentes de mesma carga líquida negativa, dificultando o processo de formação de agregados (Resck, 1986).

Observa-se na Tab.2 que a maior CTC_G foi encontrada no ADPP (6,5 $cmol_c\ kg^{-1}$) onde 71% da contribuição para as cargas está nos microagregados (0,25 a 0,106mm) que representam 16% do solo total. No PDAD, a maior contribuição (58%) está nos macroagregados que representam 26% do solo total, assemelhando-se ao sistema natural do Cerrado onde 40% do solo que se encontra na fração macroagregados, representa 70% da CTC_G.

Não houve correlação significativa entre CTC_G e CTC_p e nem entre os teores de matéria orgânica e a CTC_G, o que era de se esperar, já que o método preconizado por Gillman consiste primariamente de solos com matrizes de carga variável que absorvem cátions de uma solução aquosa a um pH e força iônica similares àqueles encontrados em campo; sendo assim, a baixa CTC advém da predominância de gibbsita e óxidos hidratados de ferro e alumínio sobre a caulinita, que na maioria das vezes, apresenta CTC em torno de 1,0-1,5 $cmol_c\ kg^{-1}$. A geração de cargas na superfície dos colóides orgânicos é função do pH do meio onde se encontram esses materiais, ou seja, "toda a carga da MO é dependente de pH", contudo, ao se variar o pH do solo, as cargas na superfície dos colóides se alteram, podendo gerar resíduos negativos ou positivos, dependendo da relação entre o pH do meio e o ponto de carga zero (PCZ) dos compostos. A ocorrência de sítios negativamente carregados, responde pela habilidade da MO em reter cátions no complexo sortivo do solo, cuja contribuição pode atingir até 80% da CTC_p do solo (Silva et al., 1994)

CONCLUSÕES

1. Para solos de carga variável, como os do Domínio do Cerrado, não houve correlação entre CTC_G e CTC_p.
2. A CTC_G, dentro de das classes de tamanho de agregados >2 e 0,25 a 0,106 mm, foi sensível aos sistemas de manejo do solo estudados.
3. Na profundidade estudada, o plantio direto não se mostrou efetivo para formação de agregados e criação de cargas pelo método CTC_G.

REFERÊNCIAS

CIESIELSKI, H. & STERCKEMAN, T. A comparison between three methods for the determination of cation exchange capacity and exchangeable cations in soils. Agronomie, 17: 9-16, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. ver. Atual - Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GILLMAN, G.P. A proposed method for the measurement of exchange properties of highly weathered soils. Aust. J. Soil Research, 17:129-139, 1979.

GILLMAN, G.P. & SUMPTER, E.A. Modification to compulsive exchange method for measuring exchange characteristics of soils. Aust. J. Soil Research, 24: 173-192, 1986.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação, Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343p.

RESCK, D.V.S. Effect of crop residues and liming on soil physical and chemical properties of Tropical and Temperate soils. Ph.D. diss. Purdue Univ., West Lafayette. 1986. 264p.

RESCK, D.V.S., PEREIRA, J. & SILVA, J. E. Dinâmica da matéria orgânica nos solos da região dos Cerrados. Planaltina, DF, Embrapa/CPAC, 1991. (Documentos, 36).

SAS Institute. SAS/STAT: User's guide, version 6, 4.ed. Cary, 1989. v.1. 943p.

SILVA, J.E., LEMANSKI, J. & RESCK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica do solo e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos no Cerrado da Região Oeste da Bahia. R. Bras. Ci. Solo, 18:541-547, 1994.

SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004, 416p.

Tabela 2. Capacidade de troca de cátions em diferentes frações de agregados e no solo total pelo método CTC_G na profundidade de 0 a 5 cm em diferentes sistemas de manejo do solo no Cerrado.

Sistemas	CTC[1] ($cmol_c\ kg^{-1}$)	%	Contribuição para CTC total ($cmol_c\ kg^{-1}$)	MO ($g\ kg^{-1}$)
		---------- Fração > 2mm ----------		
ADPP	1,42	23,4[2]	0,33	21,6
ADPC	3,47	17,7	0,61	18,1
PDAD	3,71	26,1	0,96	27,6
CE	2,77	39,5	1,10	37,2
		---------- Fração 0,25 a 0,106 mm ----------		
ADPP	29,2	15,7	4,58	15,8
ADPC	17,6	14,6	2,64	13,9
PDAD	0,14	11,7	0,02	18,5
CE	0,65	9,4	0,06	22,4
		---------- Solo Total ----------		
ADPP	6,48	100	100	23,0
ADPC	3,39	100	100	18,6
PDAD	1,66	100	100	26,8
CE	1,57	100	100	41,3

1. Método de Gillman & Sumpter (1986).
2. Porcentagem da fração de agregados em relação ao solo total (participação relativa de cada classe de agregados).