

DETERMINAÇÃO DA CTC RADICULAR DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS

Joseane Oliveira da Silva¹, Felizardo Adenilson Rocha², Tácio Oliveira da Silva³

1. Professora Doutora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA (joseaneoliveiras@yahoo.com.br)
 2. Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA
 3. Professor Doutor da Universidade Federal de Sergipe – UFS
-

RESUMO

A capacidade de troca catiônica (CTC) radicular representa cargas negativas da parede celular e membrana plasmática. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação. Foram utilizadas as gramíneas forrageiras *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria híbrida*¹ cv. Mulato e *Panicum maximum* cv. Tanzânia e as leguminosas forrageiras *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, *Arachis pintoii* cv. Belmonte, *Leucaena leucocephala* e *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela, na qual as plantas receberam solução de Steiner modificada diluída. Após 30 dias, as plantas foram coletadas, destacando-se as raízes que foram secadas em estufa a 65° C e, posteriormente, a CTC radicular foi determinada segundo método descrito por Crooke (1964). Os maiores valores médios da CTC radicular foram das leguminosas quando comparados com as gramíneas. Dentre as gramíneas e as leguminosas, a *B. humidicola* e a *S. guianensis* cv. Mineirão foram as espécies que apresentaram maiores valores de CTC radicular.

PALAVRAS-CHAVE: CTC radicular, gramíneas, leguminosas

DETERMINATION OF THE ROOT CATION EXCHANGE CAPACITY FROM FORAGES GRASSES AND LEGUMES

ABSTRACT

The root cation exchange capacity represents the negative loads from cell wall and plasma membrane. The experiment was carried out in greenhouse. It was used the forages grass *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria híbrida*¹ cv. Mulato e *Panicum maximum* cv. Tanzânia e as leguminosas forrageiras *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, *Arachis pintoii* cv. Belmonte, *Leucaena leucocephala* e *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela, which the plants receive Steiner modified dilution solution. After thirty days the plants were cuts and dried in greenhouse at 65°C and, after, the root CEC was determined using the method according to Crooke (1964). It was observed that legumes had higher medium values of the root CEC than grasses. Comparing grasses and legumes, the *B. humidicola* e a *S. guianensis* cv. Mineirão it were the species that had the greater values of root CEC.

¹ Produto da hibridação natural entre *Brachiaria ruziziensis* CIAT 44-6 e *B. brizantha* cv. Marandú, realizado pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colômbia.

KEY-WORDS: Root CEC, grasses, legumes

INTRODUÇÃO

A capacidade de troca catiônica (CTC) radicular foi descoberta por Devaux em 1916 e é caracterizada pelo conjunto de cargas negativas presentes na parede celular e face externa da membrana plasmática, originada, principalmente, da dissociação dos grupos carboxílicos dos ácidos D-galacturônicos das moléculas de pectina, bem como da celulose e hemicelulose da parede celular (HAYNES, 1980).

Para KELLER & DEUEL (1957), *apud* HAYNES (1980), 70-90 % da CTC das raízes devem-se aos grupos carboxílicos livres das pectinas e, a celulose e as proteínas contribuem com 10 a 30 % da CTC das raízes não atribuída às substâncias pécticas (DROVER, 1972), com estimativas que 10 % do peso seco da parede celular é composta de ácido urônico (CROOKE & KNIGHT, 1962).

A CTC radicular é influenciada não somente pelas variações entre espécies, ou linhagens e idade da planta, disponibilidade de N no substrato (CASTELLANE & FONTES, 1983), como também por substâncias inibidoras e promotoras de crescimento sendo que as substâncias promotoras de crescimento levam a divisão e alongamento celular e novas formações radiculares (HELMY & ELGABALY, 1958). Além da expansão da superfície radicular, pêlos radiculares e raízes jovens são revestidos com uma camada de mucilagem (JENNY, 1966), um polissacarídeo altamente hidratado, carregado negativamente (CAMPBELL & ROVIRA, 1974; DAYAN et al., 1977), podendo exercer alguma seletividade na absorção de íons pelas plantas.

Há evidências de que a CTC das raízes determina a proporção de absorção de cátions por gramíneas e leguminosas em consorciação. O conhecimento desta característica possibilita combinar gramíneas e leguminosas mais compatíveis sob aspecto nutricional, sobretudo em condições de baixa fertilidade (DRAKE et al., 1951), e compensar determinadas incompatibilidades mediante o manejo estratégico da fertilização.

DRAKE et al. (1951) constataram que “smooth bromegrass” (*Bromus inermis*) foi a gramínea mais compatível tanto com a alfafa como com o trevo ladino (*Trifolium repens*), enquanto a “orchard grass” e “Kentucky bluegrass” (*Poa pratensis*) foram menos compatíveis. Resultado semelhante foi encontrado por GRAY et al. (1953) ao avaliarem a absorção diferencial de cátions por plantas com diferentes CTC radicular, cultivadas sob diferentes doses de potássio, e concluíram que a absorção do elemento variou de forma linear com a CTC radicular.

Já MCLEOD (1965) observou, por meio do teor de potássio na parte aérea da alfafa que a sua competição pelo nutriente, quando consorciada com “bromegrass” (*Bromus spp*), “orchardgrass” e “timothygrass” (*Phleum pratense*) em casa-de-vegetação, diminuiu com as adições de doses crescentes de K (67, 135 e 270 kg ha⁻¹ de K₂O).

A maior repercussão dos estudos da CTC radicular se deu nas décadas de 50 e 60, pelo fato de que muitas pesquisas investigaram, entre outros fatores, a magnitude da CTC para um grande número de plantas agrícolas (KLEIN & HORST, 2003). Mais recentemente, no entanto, tem se dado ênfase à influência da CTC sobre a tolerância de espécies ao Al (BLAMEY et al., 1992; YANG & GOULART, 2000; KLEIN & HORST, 2003).

Diante do exposto, é evidente a importância da CTC radicular para a absorção de íons pelas plantas. Considerando-se a falta de trabalhos mais recentes, a retomada destes estudos poderá trazer novas contribuições no manejo agrícola.

O trabalho teve como objetivo avaliar a CTC radicular de gramíneas e leguminosas distintas.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro a dezembro de 2002.

Foram utilizadas as gramíneas forrageiras *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria* híbrida¹² cv. Mulato e *Panicum maximum* cv. Tanzânia e as leguminosas forrageiras *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, *Arachis pintoii* cv. Belmonte, *Leucaena leucocephala* e *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela. Sementes das gramíneas e leguminosas foram germinadas em bandejas plásticas contendo areia lavada, à exceção do *A. pintoii* que foi multiplicado a partir do enraizamento de segmentos de estolões. Após a germinação e o enraizamento, as plantas receberam solução de Steiner modificada diluída, com as concentrações de 15 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de NH_4^+ ; 45 de NO_3^- ; 5,0 de H_2PO_4^- ; 17,5 de SO_4^{2-} ; 35 de K^+ ; 22,5 de Ca^{+2} ; 10 de Mg^{+2} e 0,23 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de B; $1,5 \times 10^{-3}$ de Cu; 0,18 de Mn; $2,5 \times 10^{-3}$ de Mo; $7,5 \times 10^{-3}$ de Zn e 0,225 de Fe, até que atingiram a altura de 5 a 10 cm. A partir daí elas foram transplantadas para floreiras com dimensões de 50 cm x 19 cm x 18 cm, contendo 8 L da mesma solução, com três repetições, em delineamento inteiramente ao acaso, totalizando 27 unidades experimentais.

Após 30 dias, as plantas foram coletadas, destacando-se as raízes que foram secadas em estufa a 65° C com circulação forçada de ar por 48 horas, sendo então trituradas e passadas em peneira de 0,841 mm (20 mesh).

A CTC radicular foi determinada segundo CROOKE (1964). O método consistiu em saturar a CTC de raízes de gramíneas e leguminosas, respectivamente, com H^+ . Os íons H^+ adsorvidos às cargas negativas das raízes foram removidos com uma solução de KCl 1 mol L^{-1} pH 7,0. A quantidade de H^+ adsorvido foi determinada por titulação da solução de KCl com KOH 0,01 mol L^{-1} , até o pH retornar a 7,0. A CTC radicular (CTC_{MS}) foi expressa em $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, com base na massa seca (MS).

Os dados foram submetidos a análise de variância e em seguida foi aplicado o teste de média (Tukey) a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAEG (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores médios da CTC radicular foram das leguminosas quando comparados com as gramíneas (Tabela 1), confirmando as observações de DRAKE et al. (1951), GRAY et al. (1953), MEHLICH (1953), SMITH & WALLACE (1955), MCLEAN et al. (1956), HELMY & ELGABALY (1958), ASHER & OZANNE (1961), HEINTZE (1961), CROOKE & KNIGHT (1962), CROOKE (1964), WAHID et al.

² Produto da hibridação natural entre *Brachiaria ruziziensis* CIAT 44-6 e *B. brizantha* cv. Marandú, realizado pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colômbia.

(1974), RAMOS (1976), WACQUANT (1977), HAYNES (1980), FERREIRA (1982) e CASTELLANE & FONTES (1983).

Tabela 1- Capacidade de troca catiônica radicular de gramíneas e leguminosas forrageiras, expressa com base na massa seca. Média de três repetições.

Gramíneas				
<i>B. brizantha</i>	B. híbrida cv. Mulato	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	<i>B. humidicola</i>	<i>B. brizantha</i> cv. Toledo
Cmol _c kg ⁻¹				
14,55 a	13,50 a	14,45 a	15,65 a	13,30 a
Leguminosas				
<i>S. guianensis</i> cv. Mineirão	<i>A. pinto</i> cv. Belmonte	<i>L. leucocephala</i>	<i>D. ovalifolium</i> cv. Itabela	
Cmol _c kg ⁻¹				
35,60 a	32,70 b	29,70 c	26,00 d	

Valores seguidos de letras minúsculas iguais na linha não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

As leguminosas são mais ricas em cálcio que as gramíneas (ROSOLEM, 1989; MOREIRA et al., 2005). Isso acontece devido às gramíneas apresentarem baixa capacidade de troca de cátions na raiz, sendo mais eficientes na remoção de cátions monovalentes (K⁺) do solo, na competição por sítios de ligação, que poderiam interferir negativamente na absorção de cálcio, caracterizando o antagonismo entre os nutrientes (MARSCHNER, 1995).

RAMOS (1976), estudando a relação entre a CTC radicular e a absorção de nutrientes, observou que as leguminosas forrageiras *Glycine wightii*, *Stylosanthes guianensis*, *Calopogonium mucunoides* e *Centrosema pubescens* com valores de CTC radicular de 62,0; 48,5; 48,0 e 41,0 cmol_c kg⁻¹, respectivamente, apresentou-se maior que das gramíneas *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* e *Cenchrus ciliaris*, (CTC de 18,5; 18,0; 17,5 e 8,8 cmol_c kg⁻¹, respectivamente).

Apesar dos valores de CTC radicular das gramíneas não diferirem estatisticamente, a *B. humidicola*, que se apresentou superior as demais gramíneas (15,65 cmol_c kg⁻¹), foi 17,66% maior que a *B. brizantha* cv. Toledo (13,30 cmol_c kg⁻¹), gramínea com menor valor de CTC.

Entre as leguminosas houve maior variação na CTC radicular, sendo que todas as espécies diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade. A *S. guianensis* cv. Mineirão apresentou o maior valor de CTC radicular (35,60 cmol_c kg⁻¹), comparado a *D. ovalifolium* (26,00 cmol_c kg⁻¹) com aumento significativo de 37% (Tabela 1).

CONCLUSÕES

- O procedimento de determinação da CTC radicular com raízes secas e moídas é eficiente para caracterizar as cargas negativas no espaço livre de Donnan;

- As leguminosas apresentaram maiores valores de CTC radicular quando comparado com as gramíneas.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa pela possibilidade da realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHER, C. J. OZANNE, P. G. The cation exchange capacity of plant roots and its relationship to the uptake of insoluble nutrients. **Austr. J. Agric. Res.**, v. 12, p. 755 -766, 1961.

BLAMEY, F. P. C., ROBINSON, N. J.; ASHER, C. J. Interspecific differences in aluminium tolerance in relation to root cation-exchange capacity. **Plant Soil**, v. 146, p. 77 - 82, 1992.

CAMPBELL, R.; ROVIRA, A. D. The study of the rhizosphere by scanning electron microscopy. **Soil Biol. Biochem.**, v. 5, p.747 - 752, 1974.

CASTELLANE, P. D.; FONTES, L. A. Alguns aspectos sobre a capacidade de troca catiônica radicular. **Seiva**, v. 43, p. 16 - 28, 1983.

CROOKE, W. M. The measurement of the cation-exchange capacity of plant roots. **Plant Soil**, v. 21, p. 43 - 49, 1964.

CROOKE, W. M.; KNIGHT, A. H. An evaluation of published data on the mineral composition of plants in the light of the cation-exchange capacities of their roots. **Soil Sci.**, v. 93, p. 365 - 373, 1962.

DAYAN, E., BANIN, A.; HENIS, Y. Studies on the mucilaginous layer of barley (*Hordeum vulgare*) roots. **Plant Soil**, v. 47, p. 171 - 191, 1977.

DEVAUX, H. Action rapide des solutions salines sur les plantes vivantes: Deplacement reversible d'une partie des substances basiques contenues dans la plante. **Compt. Rend. Academie des Sciences**, Paris, v. 162, p. 561 - 563, 1916.

DRAKE, M., VENGRIS, J. ; COLBY, W. G. Cation-exchange capacity of plant roots. **Soil Sci.**, v. 72, p. 139 - 147, 1951.

DROVER, D. P. Cation exchange in plant roots. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 3, p. 393 - 397, 1972.

FERREIRA, J. Q. **Influência da capacidade de troca catiônica radicular de gramíneas e leguminosas consorciadas na absorção do potássio, cálcio e**

magnésio. 1982. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, SP.

GRAY, B., DRAKE, M. & COLBY, W. G. Potassium competition in grass-legume associations as a function of root cation exchange capacity. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 17, p. 235 - 239, 1953.

HAYNES, R. J. Ion exchange properties of roots and ionic interactions within the root apoplasm: their role in ion accumulation by plants. **The Bot. Rev.**, v. 46, p. 75 - 99, 1980.

HEINTZE, S. G. Studies on cation-exchange capacities of roots. **Plant Soil**, v. 13, p. 365 - 383, 1961.

HELMY, A. K.; ELGABALY, M. M. Exchange capacity of plant roots: some factors affecting the cation exchange capacity. **Plant Soil**, v.10, p. 93 - 100, 1958.

JENNY, H. Pathways of ions from soil into root according to diffusion models. **Plant Soil**, v. 25, p. 265 - 289, 1966.

KLEIN, M.; HORST, W. J. **Wall material isolated from roots of plant species differing in Al resistance**. [Online], 2003. Disponível em: < [http:// www.ipe.uni-hannover.de/publication/klein_poster1.pdf](http://www.ipe.uni-hannover.de/publication/klein_poster1.pdf). Acesso em 15 de outubro de 2010.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic, 1995. 874 p.

MCLEAN, E. O., ADAMS, D.; FRANKLIN, R. E. Cation-exchange capacity of plant roots as related to their nitrogen contents. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 20, p. 345 - 347, 1956.

MCLEOD, L. B. Effect of nitrogen and potassium on the yield, botanical composition, and competition for nutrients in three alfafa-grass associations. **Agron. J.**, v. 57, p. 129 - 134, 1965.

MEHLICH, A. Factors affecting adsorption of cations by plant roots. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 17, p. 231 - 234. 1953.

MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; VÍTOR, C. M. T.; ASSIS, A. J.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; OBEID, J. A. Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 442 - 453, 2005.

RAMOS, G. M. **Influência da capacidade de troca catiônica das raízes, sobre a competição entre gramíneas e leguminosas consorciadas**. 1976. 38f.

Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

ROSOLEM C. A. Interpretação dos teores de bases trocáveis do solo. In: BÜLL LT; ROSOLEM CA. (Eds.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 97 - 128. 1998

SAEG. **SAEG**: sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.

SMITH, R. L.; WALLACE, A. Influence of nitrogen fertilization, cation concentration, and root cation-exchange capacity on calcium and potassium uptake by plants. **Soil Sci.**, v. 82, p.165 - 172, 1955.

WACQUANT, J. P. Physico-chemical selectivity for cations and CEC of grass roots. **Plant Soil**, v. 47, p. 257 - 261, 1977.

WAHID, P. A., KAMALA, C. B.; PILLAI, N. G. Inter-relationships among root CEC, yield and mono-and divalent cations in coconut (*cocos Nucifera L.*). **Plant Soil**, v. 40, p. 607 - 617. 1974.

YANG, W. Q. & GOULART, B. L. Mycorrhizal infection reduces short-term aluminium uptake and increases root cation exchange capacity of highbush blueberry plants. **HortScience.**, v. 35, p. 1083 - 1086, 2000.