



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

Meredith Scheffer-Basso, Simone; Dall' Agnol, Miguel; Silva Caetano, João Henrique; Ávila Jacques,
Aino Victor

CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Adesmia* spp. SUBMETIDAS A DOSES DE ALUMÍNIO EM
SOLUÇÃO NUTRITIVA

Ciência Rural, vol. 30, núm. 2, abril, 2000, pp. 217-222

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33113560004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Adesmia* spp. SUBMETIDAS A DOSES DE ALUMÍNIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

GROWTH OF *Adesmia* spp. SEEDLINGS SUBMITTED TO ALUMINUM DOSES IN NUTRITIVE SOLUTION

Simone Meredith Scheffer-Basso¹ Miguel Dall' Agnol² João Henrique Silva Caetano³
Aino Victor Ávila Jacques⁴

RESUMO

O gênero *Adesmia* DC. possui várias espécies de leguminosas nativas do Sul do Brasil, algumas dessas apresentando um grande potencial forrageiro. Dentre os vários fatores a serem avaliados nessas espécies, está a tolerância ao alumínio, uma vez que grande parte dos solos dessa região são ácidos, possuindo altos teores desse elemento. Neste trabalho, uma população de *A. latifolia* e uma população de *A. tristis* foram submetidas a cinco doses de alumínio (0; 0,15; 0,45; 0,75 e 1,5mg ℓ^{-1}), em solução nutritiva contendo apenas cálcio (25mg ℓ^{-1}) e foram avaliadas quanto à massa e ao comprimento de raízes. Ao final de 13 dias de cultivo, foi observado que ambas as espécies sofreram inibição na emissão de raízes secundárias, sendo que *A. tristis* evidenciou sintomas de toxidez do alumínio, demonstrando engrossamento e tortuosidade da raiz principal em relação a *A. latifolia*. Houve efeito significativo para o fator espécie, para o comprimento e massa de raiz, e interação significativa de espécie-alumínio para a taxa de crescimento relativo da raiz (TCR), indicando resposta diferencial das duas espécies às doses de alumínio. *A. latifolia* não apresentou decréscimo significativo na TCR, sugerindo tolerância para as doses testadas, enquanto *A. tristis* foi sensível, diminuindo o alongamento radicular.

Palavras-chave: alumínio, *Adesmia*, leguminosas forrageiras nativas.

SUMMARY

Among the several native legume species found in the Southern part of Brazil, one of the most important is the genus *Adesmia* DC., which has several species with a great potential as forage plants. Among the several factors to be studied in these species, the aluminum tolerance is one particularly important

because the soils from this region are acid with high levels of aluminum. In this paper it is reported the response of *A. latifolia* and *A. tristis* to five aluminum doses in nutritive solution (0; 0,15; 0,45; 0,75 and 0,75mg ℓ^{-1}) containing only calcium (25mg ℓ^{-1}). The aluminum tolerance was assessed by measuring the roots weight and length after 13 days of growth in the solution. At the end of this time, it was observed that both species showed an inhibition in secondary roots development, with *A. tristis* having symptoms of aluminum toxicity, showing roots stubbier than *A. latifolia*. There was a significant effect for the species factor over root length and dry matter and also a significant effect upon the species-aluminum interaction to the relative root growth (RRG), pointing out the differential response presented by both species. *A. latifolia* did not show a significant decrease in the RRG, pointing out to the tolerance to the aluminum levels used. *A. tristis* was more sensitive, with a significant decrease in the root elongation.

Key words: aluminum, *Adesmia*, native forage legumes.

INTRODUÇÃO

A maioria dos solos da Região Sul do Brasil apresenta problemas de toxidez de alumínio, e por isso há a necessidade de sua correção, para possibilitar a introdução de leguminosas forrageiras em pastagens naturais. No entanto, a correção de alumínio nos horizontes inferiores dos solos mediante calagem é muito difícil, ou mesmo agrônômica e economicamente inexequível (OLMOS & CAMARGO, 1976). Assim, a seleção

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto da Universidade de Passo Fundo, CP 567, 99001-970, Passo Fundo, RS. E-mail: simone@upf.tche.br. Autor para correspondência.

² Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Adjunto do Departamento de Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

³ Engenheiro Agrônomo, MSc.

⁴ Engenheiro Agrônomo, PhD., Pesquisador CNPq.

de plantas tolerantes ao alumínio é uma alternativa que oferece possibilidade de sucesso, para o melhor aproveitamento das áreas de campo nativo. O efeito nocivo do alumínio nas plantas se manifesta, inicialmente, sobre as raízes que se tornam curtas e grossas, como resultado da redução da alongação do eixo radicular e da inibição do desenvolvimento das raízes laterais (FOY, 1976), ocasionando eficiência na absorção de nutrientes, especialmente de fósforo (SCHENK & BARBER, 1979) e menor tolerância à seca (MARSCHNER, 1991). Dessa forma, a severidade de tais efeitos sobre o crescimento radicular tem sido utilizada como um indicador aceitável de diferenças genotípicas na tolerância ao alumínio, pois esses sintomas aparecem antes de qualquer sintoma de toxidez ser evidenciado na parte aérea (MARSCHNER, 1986; FOY, 1974). Em leguminosas forrageiras, como *Trifolium repens* e *T. pratense*, têm sido verificadas diferenças intra-específicas quanto à tolerância ao alumínio (BALIGAR *et al.*, 1987; BALIGAR *et al.*, 1985), embora ainda existam poucas informações sobre o grau de similaridade, ou de diferença, relacionadas às características fisiológicas das plantas (BALIGAR *et al.*, 1995).

Em nível mundial, a seleção de plantas para tolerância ao alumínio tem sido concentrada em culturas comerciais, que oferecem maior lucratividade (RITTER & SORRENSON, 1985). Um exemplo desse esforço está no melhoramento genético de trigo para resistência ao alumínio, que desde 1925 vem sendo praticado, com sucesso, no Brasil (SILVA, 1976). Também com outros cereais, como arroz, milho e sorgo, ensaios em solução nutritiva têm permitido selecionar precocemente genótipos tolerantes ao Al (FURLANI & HANNA, 1974; FURLANI & CLARK, 1981). No entanto, estudos com plantas forrageiras, especialmente com espécies nativas, são escassos, mas pode-se citar o trabalho de GEOGHEGAN & SPRENT (1996), na região do Cerrado brasileiro, onde foi observada a existência de leguminosas nativas, do gênero *Chamaecrista*, com altos níveis de Al nas folhas, variando entre 1012mg kg⁻¹ e 13.390mg kg⁻¹, sem nenhum sintoma aparente de toxidez e com nodulação normal.

No sul do Brasil, a coleta de germoplasma tem demonstrado a existência de leguminosas nativas que merecem investigações, para a verificação de seu potencial como forrageiras. Entre essas estão as espécies do gênero *Adesmia* DC., cujo valor forrageiro é citado por diversos autores (ARAÚJO, 1940; BURKART, 1943; VALLS, 1984) e que, mais recentemente, tem merecido a atenção dos grupos de pesquisa, principalmente pela sua produção de forragem nos meses mais frios do ano, quando há ca-

rência de forragem. Embora a sua ampla distribuição no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina possa sugerir tolerância a solos ácidos, não há informações suficientes sobre o seu grau de tolerância ao alumínio (Al), e nem mesmo dos sintomas de toxidez a esse elemento. Sabe-se, porém, que existe, nesse gênero, variabilidade inter e intra-específica quanto à resposta à calagem, sugerindo tolerância diferencial à acidez do solo (MILAN *et al.*, 1991). Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito do alumínio sobre o crescimento inicial de plântulas de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog e de *A. tristis* Vog.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório, junto ao Departamento de Plantas Forrageiras da Faculdade de Agronomia (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), envolvendo duas espécies (*A. latifolia* e *A. tristis*) e cinco doses de alumínio (0, 0,15, 0,45, 0,75 e 1,50mg ℓ⁻¹). Os tratamentos foram organizados num delineamento experimental de blocos casualizados, com parcela subdividida, com quatro repetições. Os níveis de alumínio constituíram as parcelas principais e as espécies formaram as subparcelas.

As sementes, oriundas de populações naturais de *A. latifolia* (Urupema, SC) e *A. tristis* (Painel, SC), foram desinfetadas em uma solução comercial contendo 2% de cloro, durante um minuto, logo após foram enxaguadas, e, em seguida, escarificadas em água fervente, durante dez minutos. Posteriormente, foram dispostas sobre papel filtro e colocadas no germinador, onde permaneceram durante 72 horas, a 25°C. Ao término deste período, as plântulas foram avaliadas quanto ao comprimento da radícula e transferidas para vasos de 700ml, contendo solução nutritiva composta por água destilada, 25 mg ℓ⁻¹ de cálcio (CaCO₃) e o alumínio (AlCl₃.6H₂O), nas quantidades requeridas para atingirem as concentrações acima citadas. Para a sustentação das plântulas sobre a solução, foram utilizados copos descartáveis, cujas bases foram perfurada e pelas quais foi acomodada cada plântula, de forma que a radícula permaneceu totalmente imersa na solução. Em cada vaso com solução (parcela principal), foram colocados dois copos (subparcela), um para cada espécie, mantidos sobre a solução durante todo o período experimental. Houve aeração constante da solução e ajuste de pH, a cada dois dias, para 4,4 com HCl (0,5 N) ou NaOH (0,25 N). As plântulas ficaram sob lâmpadas fluorescentes, recebendo uma suplementação de radiação de cerca de 200mol m⁻² s⁻¹, através de lâmpadas incandescentes e lâmpadas fluorescentes, durante o dia (cerca de 10 horas diárias).

Após um período de 13 dias, as plântulas foram retiradas das soluções e avaliadas quanto ao comprimento da raiz principal. A aparência das raízes foi avaliada subjetivamente quanto à cor, tortuosidade e ramificação. Posteriormente, as raízes foram colocadas em estufa, a 70°C, durante 72 horas e pesadas a seguir. As variáveis analisadas foram: massa de raízes, comprimento da raiz principal e taxa de crescimento relativo da raiz (TCR). Essa variável foi obtida através da divisão do crescimento da raiz principal (comprimento da raiz transformado em logaritmo) pelo número de dias em que as plântulas permaneceram na solução nutritiva. A análise estatística consistiu inicialmente da análise da variância (programa estatístico SANEST), utilizando-se o F-teste em nível de probabilidade de 5% e, dada à existência de uma variável independente (doses de alumínio), foi realizada a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as espécies, na dose de 0,15mg Al ℓ^{-1} , verificou-se um estímulo à ramificação da raiz principal, com inibição desse processo nas raízes das plântulas submetidas às doses superiores de Al, também descrito por BALIGAR *et al.* (1995) para o sorgo. Em *A. tristis*, as raízes apresentaram engrossamento, escurecimento e tortuosidade, em resposta ao aumento da concentração de Al, o que não foi verificado em *A. latifolia*. Nessa, o encurtamento do eixo radicular foi o único sintoma aparente observado e apenas na dose de 1,5mg Al ℓ^{-1} . Tais diferenças podem estar vinculadas ao tipo de sistema de raízes de cada espécie, pois, enquanto *A. tristis* caracteriza-se pelo crescimento primário e secundário da raiz principal, formando um sistema axial bem desenvolvido, *A. latifolia* produz somente raízes adventícias, tanto junto ao nó cotiledonar, como ao longo dos estolões, e sua raiz principal não apresenta crescimento expressivo em espessura (SCHEFFER-BASSO, 1999).

A análise da variância (Tabela 1) demonstrou efeito significativo ($P < 0,05$) de espécie sobre as variáveis massa, comprimento e taxa de crescimento relativo de raízes, havendo efeito significativo da interação espécie x alumínio apenas sobre a última variável. Observa-se na figura 1 que *A. latifolia* apresentou maior comprimento de raízes e que, independentemente da espécie, ao aumento das concentrações de alumínio na solução, houve uma redução no crescimento. Essa redução foi linear (Tabela 1), na ordem de 4,39mm a cada mg Al ℓ^{-1} na solução, considerando a média das duas espécies (Figura 1). A ausência de interação significativa

Tabela 1 - Resumo da análise da variância para massa (M), comprimento (C) e taxa de crescimento relativo (TCR) de raízes de *Adesmia latifolia* e *A. tristis* submetidas a doses crescentes de alumínio em solução nutritiva.

Causas de variação	G.L.	Q.M.		
		M	C	TCR
Bloco	3	0,0489	86,43	0,0001
Alumínio (Al)	(4)	0,0766	60,90	0,0024
Regressão linear	1	0,1049	218,33 *	0,0055 *
Regressão quadrática	1	0,0474	0,28	0,0029 *
Desvios da regressão	2	0,1541	24,97	0,0012
Resíduo (a)	12	0,0383	30,63	0,0083
Espécie (E)	1	1,5602 *	3705,63 *	0,0124 *
Al*E	4	0,0433	69,88	0,0021 *
Resíduo (b)	15	0,0634	25,83	0,0003
Total	39			

* significativo em nível de 5%.

entre espécie e Al para tal variável demonstra, portanto, uma resposta similar de *A. latifolia* e *A. tristis* ao aumento das doses de alumínio, vindo ao encontro da opinião de NUERNBERG *et al.* (1990),

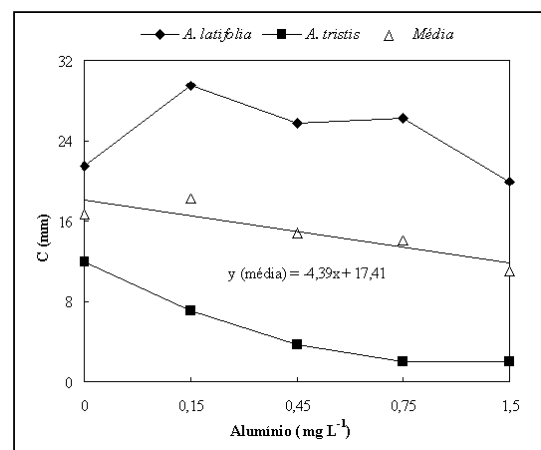


Figura 1 - Comprimento (C) de raízes de *Adesmia latifolia* e *A. tristis* submetidas a doses crescentes de alumínio em solução nutritiva.

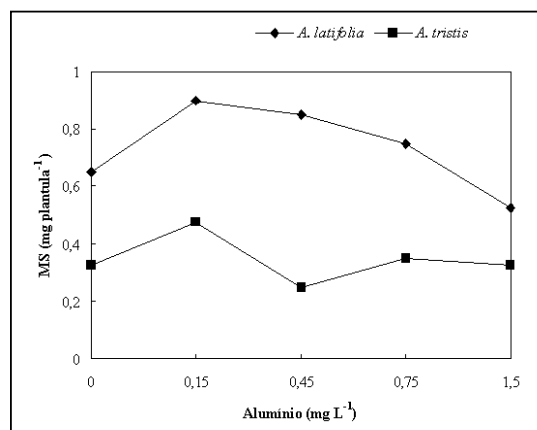


Figura 3 - Massa seca (MS) de raízes de *Adesmia latifolia* e *A. tristis* submetidas a doses crescentes de alumínio em solução nutritiva.

de que dificilmente se obtêm plântulas com radículas de igual comprimento dentro de um mesmo genótipo, sendo preferível utilizar o comprimento relativo de raiz. De fato, isso foi constatado no presente trabalho, verificando-se uma resposta bem distinta na TCR entre as duas espécies ao alumínio (Figura 2). Observa-se que a TCR de *A. tristis* decresceu ao aumento das doses de alumínio, numa resposta significativamente ($P < 0,05$) quadrática (Tabela 1), enquanto ficou praticamente inalterada em *A. latifolia*, sugerindo uma maior tolerância das plântulas ao alumínio. Essa manutenção do alongamento radicular é, segundo MARSCHNER (1991), um dos mecanismos de tolerância ao alumínio, e também foi verificada por FLEMING & FOY (1968) em cultivares de trigo Al-resistentes em comparação com as cultivares suscetíveis. MILAN *et al.* (1991), analisando a resposta de *Adesmia latifolia* e *A. tristis* à calagem e adubação fosfatada, atribuíram maior tolerância da *A. tristis* ao alumínio, em face de sua menor resposta à calagem. A discrepância entre os resultados pode estar no fato de que os procedimentos experimentais, as variáveis e as populações utilizados nos mesmos foram distintas. Tal fato remete para a necessidade de ensaios em condições de campo, pois, segundo HANSON & KAMPRATH (1979), um ponto a ser questionado nos trabalhos em solução nutritiva é se o comportamento de plântulas pode expressar também o comportamento das plantas a campo. As divergências de respostas entre diferentes tipos de ensaios podem estar relacionadas às variações na eficiência da absorção e ao uso de nutrientes (BALIGAR *et al.*, 1995). SARTAIN & KAMPRATH (1978), com soja, também observaram algumas diferenças entre os resultados de estudos

em casa de vegetação e em solução nutritiva, concluindo que ensaios a curto prazo (solução) indicam os efeitos do Al sobre a divisão e expansão celular, enquanto estudos em solo refletem o efeito do Al sobre o crescimento da parte aérea e da raiz, e também sobre a absorção de nutrientes.

As doses de Al testadas não afetaram a massa de raízes ($P > 0,05$), mas foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre as duas espécies. *A. latifolia* apresentou a maior massa de raízes, condizendo com o maior tamanho de suas sementes e plântulas em relação à *A. tristis* (SCHEFFER-BASSO, 1999). Um fato interessante é que para ambas as espécies observou-se uma tendência ao aumento da massa seca de raízes quando as plântulas foram submetidas à dose de $0,15 \text{ mg Al } \ell^{-1}$ (Figura 3), o que deve estar vinculado ao estímulo no processo de ramificação radicular. A falta de efeito significativo do Al para tal variável pode estar relacionada, em parte, às baixas doses de alumínio testadas, embora tais doses sejam tóxicas para outras leguminosas forrageiras, como alfafa (*Medicago sativa* L.), conforme relatado por CAETANO (1998). Também ANDREW *et al.* (1973), com variação de 0 a $2 \text{ mg Al } \ell^{-1}$ em solução nutritiva, observaram uma forte sensibilidade de espécies de *Medicago* L., ao passo que *Trifolium repens* e *T. semipilosum* não apresentaram redução significativa na massa seca de raízes. Com *Leucaena leucocephala*, leguminosa arbórea tropical, foram necessárias concentrações de 6 a $12 \text{ mg Al } \ell^{-1}$ para se detectar diferenças entre populações tolerantes e sensíveis (MALUF *et al.*, 1984). Isso demonstra a necessidade de se desenvolverem trabalhos exploratórios iniciais para a determinação de níveis críticos de Al, capazes de selecionar espécies tolerantes. Salienta-se que *Adesmia* é um gênero exclusivamente sul-

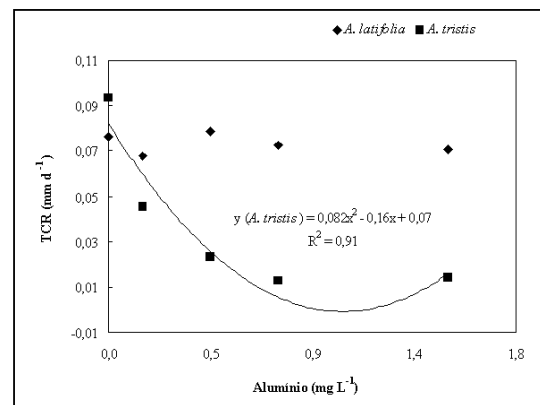


Figura 2 - Taxa de crescimento relativo (TCR) de raízes de *Adesmia latifolia* e *A. tristis* submetidas a doses crescentes de alumínio em solução nutritiva.

americano, e que os estudos morfofisiológicos são incipientes. Os resultados do presente estudo indicam que há resposta diferencial entre as duas espécies estudadas e que futuros trabalhos deverão incluir doses mais elevadas de Al e também estudos em solo, considerando igualmente a simbiose leguminosa-*Rhizobium*.

CONCLUSÕES

A. tristis apresenta sinais morfológicos mais evidentes da toxidez de alumínio na radícula em relação à *A. latifolia*.

Em doses de até 1,5mg Al ℓ^{-1} , em solução contendo apenas 25mg Ca ℓ^{-1} , plântulas de *A. latifolia* não apresentam redução na taxa de crescimento relativo de raízes.

Plântulas de *A. tristis* têm sua taxa de alongamento radicular drasticamente reduzida quando submetidas a doses crescentes de Al em solução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREW, C.S., JOHNSON, A.D., SANDLAND, R.L. Effect of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.24, n.1, p.325-339, 1973.
- ARAUJO, A.A. de. Leguminosas forrageiras do Rio Grande do Sul. Babosas, pega-pegas, urinária e outras. **Boletim da Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio**, Porto Alegre, v.60, n.2, p.8-26, 1940.
- BALIGAR, V.C., WRIGHT, R.J., BENNET, O.L. *et al.* Lime effect on forage legume growth and mineral composition in an acid subsoil. **Communication in Soil Science of Plant Analysis**, New York, v.16, n.10, p.1079-1093, 1985.
- BALIGAR, V.C., ANGHINONI, I., PITTA, G.V.E. *et al.* Aluminum effects on plant and nutrient uptake parameters of soil and solution grown sorghum genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.18, n.11, p.2325-2338, 1995.
- BALIGAR, V.C., WRIGHT, R.J., KINRAIDE, T.B. *et al.* Aluminum effects on growth, mineral uptake and efficiency ratios in red clover cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v.79, n.6, p.1038-1044, 1987.
- BENNET, R.J., BREEN, C.M. The aluminium signal: new dimensions to mechanisms of aluminium tolerance. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.134, n.1, p.153-166, 1991.
- BURKART, A. **Las Leguminosas argentinas silvestres y cultivadas**. 2 ed. Buenos Aires : ACME, 1952. p.210-216.
- CAETANO, J.H.S. **Seleção de alfafa para solos ácidos**. Porto Alegre, RS, 1998. 119p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- FLEMING, A.L., FOY, C.D. Root structure reflects diferencial aluminum tolerance in wheat varieties. **Agronomy Journal**, Madison, v.60, n.2, p.172-176, 1968.
- FOY, C.D. Differential aluminum and manganese tolerances of plant species and varieties in acid soils. **Ciência & Cultura**, v.28, n.2, p.150-155, 1976.
- FOY, C.D. Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E.W. (ed.). **The plant root and its environment**. Charlottesville : The University of Virginia, 1974. p.601-642.
- FURLANI, P.R., CLARK, R.B. Screening sorghum for aluminum tolerance in nutrient solutions. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, n.4, p.587-594, 1981.
- FURLANI, P.R., HANNA, L.G. Avaliação da tolerância de arroz e milho ao alumínio em solução nutritiva. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.2, p.205-208, 1984.
- GEOGHEGAN, I.E., SPRENT, J.I. Aluminum and nutrient concentrations in species native to Central Brazil. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, New York, v.27, n.18-20, p.2925-2934, 1996.
- HANSON, W.D., KAMPRATH, E.J. Selection for aluminum tolerance in soybean based on seedling-root growth. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.71, p.581-586, july-august, 1979.
- MALUF, A.M., MARTINS, P.S., MALUF, W.R. Avaliação de populações de leucena para tolerância ao alumínio. III. Critérios para avaliação de tolerância. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.9, p.1131-1134, 1984.
- MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.134, n.1, p.1-20, 1991.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition in higher plants**. London : Academic, 1986. 486p.
- MILAN, P.A., RITTER, W., DALL'AGNOL, M. Seleção de leguminosas forrageiras tolerantes a alumínio e eficientes na utilização de fósforo. I. Leguminosas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.119-124, 1991.
- NUERNBERG, N.J., BISSANI, C.A., CAMPBELL, T. A. *et al.* Screening pasture plants for aluminum tolerance. In: EL BASSAN, N., (ed). **Genetic aspects of plant mineral nutrition**. Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 1990. p.345-353.
- OLMOS, J.I.L., CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência & Cultura**, São Paulo, v.28, n.2, p.171-180, 1976.
- RHUE, D.R., GROGAN, C.O. Screening corn for Al tolerance using different Ca na Mg concentrations. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.5, p.755-760, 1977.
- RITTER, W., SORRENSON, W.J. **Produção de bovinos no Planalto de Santa Catarina, Brasil**. Situação atual e perspectivas. Eschborn : GTZ, 1985. 172p.
- SARTAIN, J.B., KAMPRATH, E.J. Aluminum tolerance of soybean cultivars based on root elongation in solution culture compared with growth in acid soil. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, n.1, p.17-20, 1978.
- SCHENK, M.K., BARBER, S.A. Root characteristics of corn genotypes as related to P uptake. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.6, p.921-924, 1979.

SCHEFFER-BASSO, S.M. **Caracterização morfofisiológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC. e *Lotus* L.** Porto Alegre, RS, 1999. 268p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

SILVA, A.R. da. Melhoramento genético para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil: Antecedentes,

necessidade e possibilidades. Tópicos para discussão e pesquisas. **Ciência & Cultura**, São Paulo, v.28, n.2, p.147-149. 1976.

VALLS, J.F.M. **Notas sobre a taxonomia, disponibilidade de germoplasma e problemas para a utilização forrageira de *Adesmia* spp. no sul do Brasil.** Brasília, 1984. 11p. Mimeografado.

Ciência Rural, v. 30, n. 2, 2000.