

SELEÇÃO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TOLERANTES A ALUMÍNIO E EFICIENTES NA UTILIZAÇÃO DE FÓSFORO

I. LEGUMINOSAS NATIVAS¹

PAULO ANISIO MILAN², WOLFGANG RITTER³ e MIGUEL DALL'AGNOL⁴

RESUMO - Para avaliar a tolerância a alumínio e a eficiência de utilização de P, conduziu-se, em casa de vegetação, um experimento com cinco populações de leguminosas nativas das espécies *Desmodium leiocarpum*, *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis*, que foram testadas em dois níveis de calcário (3,5 e 10,5 t/ha), em quatro doses de P (0, 66, 132 e 198 mg de P/vaso). Utilizou-se um Latossolo Bruno distrófico (unidade de mapeamento Vacaria) de baixo pH e P disponível, e de alto Al trocável. Os parâmetros de concentração de P no tecido vegetal, quantidade de P absorvido, por vaso, quociente de utilização, e valor E, foram calculados para avaliar a eficiência de utilização de P. Baseado nos dois últimos parâmetros, *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis* 1 foram as espécies mais eficientes na absorção de P, no nível baixo de calcário e P. *Adesmia tristis* 1 não respondeu ao aumento da quantidade de calcário, sendo considerada tolerante ao Al, enquanto que a *Adesmia tristis* 3, por não responder às doses crescentes de P, foi considerada tolerante a baixo P.

Termos para indexação: *Desmodium leiocarpum*, *Adesmia latifolia*, *Adesmia tristis*, calcário.

SELECTION OF PASTURE LEGUMES TOLERANT TO ALUMINIUM AND MORE EFFICIENT IN PHOSPHORUS UPTAKE.

I. NATIVES LEGUMES

ABSTRACT - The aluminium tolerance and the phosphorus uptake efficiency of five populations of three native legume species (*Desmodium leiocarpum*, *Adesmia latifolia* and *Adesmia tristis*) were studied in a glasshouse at two lime levels (3,5 and 10.5 t/ha) and at four phosphate treatments (0, 66, 132 and 198 mg P/pot). The Vacarina soil (Haplohumox) used for the screening in this experiment is highly acid, high in exchangeable Al and low in P. The efficiency of phosphate utilization was expressed as: P-concentration in dry matter, P uptake per pot, P-utilization quotient and E-value. Based on the last two parameters *Adesmia latifolia* and *Adesmia tristis* 1 were the most efficient species at the low lime and at the lowest applied P levels. *Adesmia tristis* did not respond to increasing lime quantities and is therefore considered Al tolerant while *Adesmia tristis* 3 did not show any production response to increasing phosphate quantities, and was considered tolerant to low P in the soil.

Index terms: *Desmodium leiocarpum*, *Adesmia latifolia*, *Adesmia tristis*, lime.

INTRODUÇÃO

Os solos que ocorrem na região do Planalto Catarinense são caracterizados pela baixa dis-

ponibilidade de P, Ca e Mg e pela elevada acidez, a qual provoca o surgimento de níveis tóxicos de Al.

A fertilização e a calagem corrigem grande parte dessas deficiências, porém representam uma grande parcela do custo final do produto agrícola. A utilização de espécies ou cultivares tolerantes a condições adversas do solo pode diminuir as quantidades de corretivos e fertilizantes a serem utilizados, sem que ocorra um decréscimo de produção e tornando o uso destas plantas uma prática econômica para os

¹ Aceito para publicação em 7 de novembro de 1990.

² Eng.-Agr., EMPASC, atualmente na CAP-Ipiranga Serrana Fertilizantes S.A., Caixa Postal 534, CEP 96200 Rio Grande, RS.

³ Eng.-Agr., Agência Alemã de Cooperação Técnica (GTZ), convênio GTZ/EMPASC.

⁴ Eng.-Agr., EMPASC, Caixa Postal 181, CEP 88500 Lages, SC.

produtores (Foy 1976, Sanchez & Salinas 1981, Foy 1983).

A maioria dos trabalhos de seleção de plantas tolerantes a baixos níveis de fertilidade do solo tem sido realizada para espécies produtoras de grãos (Muzilli et al. 1978, Fageria & Zimmermann 1979, Fox 1979 e Pavan et al. 1982), e menos pesquisa tem sido feita com espécies forrageiras (Helyar 1978, Foy & Oakes 1984).

Uma das formas de se obterem plantas tolerantes a baixos níveis de P e altos teores de Al é através da coleta de populações de plantas, que, naturalmente, se desenvolvem em regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade (Schultze-Kraft & Giacometti 1979).

A presença de Al tóxico no solo pode causar um mau desenvolvimento do sistema radicular de plantas não tolerantes, impedindo sua penetração nas camadas inferiores do solo e tornando-as ineficientes na absorção de água e nutrientes (Foy 1976). A separação dos efeitos da baixa disponibilidade de P e da toxicidade de Al nas plantas é dificultada pela afinidade química entre esses elementos (Kamprath & Foy 1971), sendo que o efeito da interação Al-P deve ser levado em conta na seleção de plantas.

O objetivo deste trabalho foi de pesquisar, em casa de vegetação, populações de leguminosas nativas tolerantes a baixos níveis de P e elevados teores de Al.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco leguminosas nativas foram testadas em casa de vegetação em dois níveis de calcário (3,5 e 10,5 t/ha) e em quatro doses de P (0, 66, 132 e 198 mg de P/vaso).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de um fatorial 5 x 2 x 4 (espécies x níveis de calcário x doses de P).

As leguminosas utilizadas no experimento foram oriundas de coletas de populações obtidas em pastagens nativas na região do Planalto Catarinense. As espécies estudadas foram: *Desmodium leiocarpum*, *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis* (três populações).

O solo utilizado foi o da Unidade de Mapeamento Vacaria, classificado como Latossolo Bruno distrófico (Santa Catarina 1973), sendo coletado até a profundidade de 20 cm, passado em peneira com malhas de 5 mm de abertura, para remoção de cascalhos e fragmentos de raízes, e posteriormente secado ao ar. Executou-se, a seguir, a calagem do solo, adicionando-se uma mistura de CaCO₃ na relação molar de 3/1 de Ca:Mg; os níveis utilizados foram de 1/4 e 3/4 da quantidade de calcário recomendada pelo método SMP para pH 6,0, descrito por Mielniczuk et al. (1969). Após a adição das misturas dos carbonatos, o solo permaneceu incubado por um período de dois meses, acondicionado em sacos de polietileno, com teor de umidade correspondente a 80% da umidade gravimétrica à tensão de 0,3 bar, e sendo revolvido semanalmente. Após o período de reação, o solo foi secado ao ar, peneirado novamente, e, a seguir, colocado nos vasos na quantidade de 2,2 kg de solo/vaso.

Os resultados das análises químicas do solo, antes e após a incubação, são mostrados na Tabela 1.

O P foi aplicado na forma de Na₂HPO₄·7H₂O, segundo os tratamentos estudados. Todos os tratamentos receberam uma adubação básica de 440 mg de K/vaso, utilizando-se como fonte o cloreto de potássio.

Por não se dispor de estirpes apropriadas de *Rhizobium* para as leguminosas utilizadas, adicionaram-se 25 mg de N/vaso, por ocasião do plantio, e

TABELA 1. Valores de pH, matéria orgânica, fósforo extratável, potássio, cálcio + magnésio e alumínio trocáveis do solo Vacaria (Latossolo Bruno distrófico), antes e após a incubação com níveis crescentes de calcário.

Determinações	Calcário (t/ha)		
	0(1)	3,5	10,5
pH em H ₂ O	4,9	5,2	5,9
P (ppm)(2)	1	1	1
K (ppm)(2)	80	81	71
Matéria orgânica (%)(3)	5,8	6,3	6,0
Ca + Mg (meq/100 g)(4)	2,3	5,2	9,5
Al (meq/100 g)(4)	4,0	1,8	0,0

(1) sólo analisado antes da incubação. (2) extrator: Mehlich-1. (3) Processo: digestão úmida e (4) Extrator: KCl 1N.

mais 25 mg de N/vaso, 56 dias após a primeira aplicação. Como fonte de N foi utilizada a uréia.

O P, K e N foram misturados ao solo na forma de solução, antes de o solo ser acondicionado nos vasos.

Foram colocadas seis sementes pré-germinadas por vaso, e após uma semana as plantas foram desbastadas, deixando-se quatro plantas por vaso.

Durante o experimento adicionou-se diariamente água destilada e deionizada, para reajustar o nível de umidade dos solos, mantidos a 87% da umidade gravimétrica à tensão de 0,3 bar.

A produção de matéria seca (MS) das plantas foi avaliada através de corte, a uma altura de 4 cm do solo, 68 dias após o plantio. O material colhido foi secado a 55°C, em estufa de ar forçado, até peso constante, e a seguir, determinada a MS.

A concentração de P no tecido foi determinada em cada tratamento, digerindo-se a matéria seca com HNO₃/HClO₄, e o P, determinado pelo método de Murphy & Rilley (1962).

Utilizaram-se os seguintes parâmetros para avaliar a eficiência das plantas na utilização de P: con-

centração de P no tecido vegetal, quantidade de P absorvido por vaso, quociente de utilização de P, e valor E. O quociente de utilização de P é definido como a quantidade de matéria seca produzida por unidade de P presente na biomassa (Steenbjerg & Jakobsen 1963, Gerloff 1976), e o valor E é calculado multiplicando-se o quociente de utilização de P pela produção de matéria seca (Siddiqi & Glass 1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção de matéria seca, em função da aplicação dos tratamentos de calcário e P, estão apresentados na Tabela 2.

Nos tratamentos que não receberam P, as leguminosas apresentaram um fraco desenvolvimento, não atingindo a altura de corte no final do experimento, e por isso os dados não constam da Tabela 2.

TABELA 2. Produção de matéria seca de leguminosas nativas em função de níveis de calcário e fósforo, em solo Vacaria (Latossolo Bruno distrófico).

Espécies	Calcário	Fósforo (mg de p/vaso)			Média dos tratam. de fósforo
		66	132	198	
	t/ha			g/vaso	
<i>Desmodium leiocarpum</i>	3,5	1,38	1,46	2,08	1,64 B
	10,5	2,27	2,44	3,67	2,79 A
	(média)	1,82 B	1,95 B	2,88 A	...
<i>Adesmia latifolia</i>	3,5	1,74 d	2,74 bc	1,80 cd	2,09 B
	10,5	2,96 b	3,20 b	5,22 a	3,79 A
	(média)	2,35 B	2,97 A	3,51 A	...
<i>Adesmia tristis</i> 1	3,5	1,58	2,24	2,57	2,13 A
	10,5	1,72	2,63	3,29	2,55 A
	(média)	1,65 B	2,43 A	2,93 A	...
<i>Adesmia tristis</i> 2	3,5	0,91 c	1,42 b	1,32 b	1,22 B
	10,5	1,25 b	2,47 a	2,86 a	2,19 A
	(média)	1,08 B	1,94 A	2,09 A	...
<i>Adesmia tristis</i> 3	3,5	1,17	1,33	1,22	1,24 B
	10,5	1,66	2,24	2,81	2,24 A
	(média)	1,41 A	1,78 A	2,01 A	...

Para cada espécie, médias dos tratamentos de calcário (linhas) ou médias dos tratamentos de fósforo (colunas) seguidas de mesma letra maiúscula, e quaisquer valores seguidos da mesma letra minúscula ou sem letra (interação calcário x fósforo) não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Os níveis de Al trocável necessários para causar toxidez em plantas variam conforme o tipo de solo e de planta. Valores críticos que variaram de 0,1 a 2,5 meq Al/100 g foram obtidos por Adams & Lund (1966), cultivando algodão, para diferentes solos estudados. No tratamento onde se utilizou o nível de 3,5 t de calcário/ha, o teor de Al trocável foi de 1,8 meq/100 g (Tabela 1). Este teor de Al causou um decréscimo significativo da produção, em relação ao nível mais alto de calcário (10,5 t/ha), exceção feita à *Adesmia tristis* 1 (Tabela 2).

Comparando-se as produções de matéria seca (Tabela 2), obtidas nas médias dos níveis de calcário, observa-se que ocorreram efeitos positivos, para todas as espécies, com as aplicações crescentes de P, sendo que a *Adesmia tristis* 3 não respondeu a aplicações de quantidades maiores que 66 mg de P/vaso. Outras espécies, como *Desmodium leiocarpum* e *Adesmia tristis* 1, também não mostraram efeitos significativos à adição de P quando se analisam isoladamente os níveis de calcário (3,5 e 10,5 t/ha).

Os parâmetros concentração de P no tecido vegetal, quantidade de P absorvida por vaso, quociente de utilização de P e valor E foram determinados em todos os tratamentos, mas como o objetivo do experimento foi o de sele-

cionar plantas eficientes na utilização de P e tolerantes à acidez do solo, somente os resultados obtidos na dose de 66 mg de P/vaso e 3,5 t/ha de calcário são apresentados (Tabela 3).

Os valores de concentração de P no tecido vegetal dos tratamentos que receberam a menor dose de P de (66 mg de P/vaso), variaram de 0,26 a 0,32% de P (Tabela 3). Esses valores foram superiores aos considerados ótimos por Hutton (1979) para leguminosas tropicais, que relatou valores de 0,18 a 0,20% de P.

Em geral, os mais baixos teores de P foram associados com as mais altas produções de matéria seca, o que denota um efeito de diluição da concentração de P dentro da planta. As espécies *Desmodium leiocarpum*, *Adesmia tristis* 2 e *Adesmia tristis* 3 apresentaram as mais altas concentrações de P no tecido vegetal, porém foram as espécies que tiveram a menor produção de matéria seca (Tabela 3). Devido ao efeito de diluição, o parâmetro concentração de P deve ser utilizado com restrições, para selecionar plantas, pois não leva em conta a produção de matéria seca.

O parâmetro quantidade de P absorvida por vaso foi igual para todas as espécies testadas (Tabela 3).

O quociente de utilização de P é um parâmetro muito utilizado na seleção de plantas

TABELA 3. Produção de matéria seca, concentração de P no tecido vegetal, P absorvido, quociente de utilização e valor E, calculados para as leguminosas nativas no nível baixo de calcário (3,5 t/ha) e baixo em P (66 mg de P/vaso), em solo Vacaria (Latossolo Bruno distrófico).

Espécie	Matéria seca	Concentração de P	P absorvido	Quociente de utilização	Valor E
	g/vaso	%	mg/vaso	gMS/mgP	g(MS) ² /mg
<i>Desmodium leiocarpum</i>	1,38 ab	0,32 a	4,10 a	0,32 c	0,48 abc
<i>Adesmia latifolia</i>	1,74 a	0,26 c	4,28 a	0,40 a	0,72 a
<i>Adesmia tristis</i> 1	1,58 ab	0,27 bc	4,06 a	0,38 ab	0,62 ab
<i>Adesmia tristis</i> 2	0,91 b	0,31 a	2,83 a	0,32 c	0,30 c
<i>Adesmia tristis</i> 3	1,17 ab	0,30 ab	3,45 a	0,33 bc	0,40 bc

As médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

(Steenbjerg & Jakobsen 1963, Gerloff 1976). As espécies *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis* 1 apresentaram os mais altos valores para o quociente de utilização de P (Tabela 3).

O valor E, segundo Siddiqi & Glass (1981), é um parâmetro que leva em conta a produção de biomassa e a concentração de nutrientes no tecido. Desta maneira, o valor E é obtido multiplicando-se o quociente de utilização pela produção de matéria seca. Enquanto que o "quociente" utiliza apenas uma vez o valor da produção, o valor E faz uma melhor ponderação do componente produção, por utilizar duas vezes o valor da produção de matéria seca. Os mais altos valores E foram obtidos com as espécies *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis* 1 (Tabela 3), o que concorda com os valores obtidos para o quociente de utilização de P.

Comparando-se todos os parâmetros estudados, ficou evidenciado que a concentração de P no tecido vegetal e a quantidade de P absorvida por vaso foram medidas ineficientes, enquanto que o quociente de utilização e o valor E foram igualmente eficientes na seleção das leguminosas estudadas.

Das espécies estudadas, a *Adesmia tristis* 1, que não respondeu ao aumento do nível de calcário (na média dos tratamentos de P), foi considerada a espécie mais tolerante à presença de Al e ao baixo pH do solo, e a *Adesmia tristis* 3, a espécie mais tolerante ao baixo nível de P (na média dos tratamentos de calcário) (Tabela 2). Porém, as espécies mais eficientes na utilização de P, baseando-se nos parâmetros quociente de utilização e valor E, foram *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis* 1, apresentando, ainda, estas espécies, as mais altas produções de matéria seca (Tabela 3), quando desenvolvendo-se em níveis baixos de calcário e P.

Constatou-se que houve grande variação de produção, em relação aos tratamentos de calcário e P, para as diferentes espécies, como evidenciado para *Adesmia tristis* (Tabela 2). Desta maneira, torna-se importante que, em trabalhos de seleção de plantas nativas, se utilizem, além de diferentes espécies, várias populações de uma mesma espécie, obtendo-se,

com isso, maior variabilidade genética. Provavelmente, esta variabilidade genética entre populações seja maior em espécies nativas do que para espécies cultivadas.

Os parâmetros avaliados neste experimento de seleção de plantas, em casa de vegetação, deverão ser correlacionados com dados de produção de matéria seca obtidas em condições de campo. Na falta destas correlações, talvez o melhor parâmetro de avaliação, em casa de vegetação, seja a produção de matéria seca em níveis baixos de pH e de P disponível.

CONCLUSÕES

1. Entre as leguminosas nativas testadas, a *Adesmia tristis* 1 foi a espécie mais tolerante ao baixo pH do solo, não apresentando aumentos de produção de matéria seca com o aumento das doses de calcário.

2. *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis* 1 foram as espécies mais eficientes na utilização de P, baseando-se nos parâmetros quociente de utilização de P e valor E.

AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador Ricardo Guilherme Fischer, pelas sugestões dadas durante a condução do experimento.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, F.; LUND, Z.F. Effect of chemical activity of soil solution on cotton root penetration of acid subsils. *Soil Science*, v.101, p.193-108, 1966.
- FAGERIA, N.K.; ZIMMERMANN, F.J.P. Seleção de cultivares de arroz para tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva. *Pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília, v.14, n.2, p.141-147, 1979.
- FOX, R.H. Soil pH, aluminum saturation, and corn grain yield. *Soil Science*, Baltimore, v.127, p.330-334, 1979.

- FOY, C.D. General principles involved screening plants for aluminum and manganese tolerance. In: WRIGHT, M.J. (ed.) **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**. Ithaca: Cornell University, 1976. p.225-267.
- FOY, C.D. Plant adaptation to mineral stress in problem soils. **Iowa State Journal Research**, Ames, v.57, p.339-354, 1983.
- FOY, C.D.; OAKES, A.J. A winter hardy, aluminum tolerant, perennial pasture grass for reclamation of acid mine soils. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v.7, p.929-951, 1984.
- GERLOFF, G.C. Plant efficiencies in the use of nitrogen, phosphorus and potassium. In: WRIGHT, M.J. (ed.) **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**. Ithaca: Cornell University, 1976. p.161-173.
- HELYAR, K.R. Effects of aluminum and manganese toxicities on legume growth. In: ANDREW, C.S., (ed.). **Mineral Nutrition of Legumes in Tropical and Subtropical Soils**. Melbourne: CSIRO, 1978. p.207-231.
- HUTTON, E.M. Problems and successes of legume-grass pastures, specially in tropical Latin America. In: SANCHES, P.A. (ed.). **Pasture production on acid soils of the tropics**. Cali: CIAT, 1979. p.81-93.
- KAMPRATH, E.J.; FOY, C.D. Lime-fertilizer-plant in acid soils. In: OLSON, R.A.; ARMY, T.J.; HANWAY, J.J.; KILMER, V.J. (eds.). **Fertilizer tecnology and use**, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1971. p.105-151.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A.; BOHNEN, H. **Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1969. 38p. (Boletim Técnico, 2).
- MURPHY, J.; RILLEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v.27, p.31-36, 1962.
- MUZILLI, O.; SANTOS, D.; PALHANO, J.B.; MANETTI, J.; LANTAMANN, A.F.; GARCIA, H.; CATANEO, A. Tolerância de cultivares de soja e de trigo à acidez do solo. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, p.34-40, 1978.
- PAVAN, M.A.; BINGHAN, F.T.; PRATT, P.F. Toxicity of aluminum to coffee in ultisols and oxisols amended with CaCO_3 and $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. **Soil Science Society of America**, Madison, v.46, p.120-121, 1982.
- SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, New York, v.34, p.280-398, 1981.
- SANTA CATARINA. Secretaria da Agricultura. **Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina**. Santa Maria: UFSM, Imprensa Universitária, 1973. 2v. 494p.
- SCHULTZE-KRAFT, R.; GIACOMETTI, D.C. Genetic resources of forage legumes for the acid, infertile savannas of tropical America. In: SANCHEZ, P.A. (ed.). **Pasture production in acid soils of the tropics**. Cali: CIAT, 1979. p.55-64.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: A modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v.4, p.289-302, 1981.
- STEENBJERB, F.; JAKOBSEN, S.J. Plant nutrition and yield curves. **Soil Science**, Baltimore, v.95, p.69-88, 1963.