

CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS AFETADO PELA ADIÇÃO DE FÓSFORO, CALAGEM DO SOLO E MICORRIZAS, EM CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO

GROWTH OF LEGUME PASTURE AFFECTED BY PHOSPHORUS ADDITION, SOIL LIMING, AND MYCORRHIZAE UNDER GREENHOUSE CONDITION

Danilo dos Santos Rheinheimer¹ Julio Cesar Pires Santos² João Kaminski³
Álvaro Luiz Mafran⁴

RESUMO

A contribuição de leguminosas forrageiras na produtividade das pastagens nativas de solos ácidos e com baixa disponibilidade de fósforo é pequena e limitada a algumas espécies. Este trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito da acidez, da adição de fósforo e da micorrização no crescimento do trevo riograndense, desmódio e cornichão. Para tanto foram instalados quatro experimentos em casa de vegetação, sendo dois em Lages (SC), com amostras de Latossolo bruno argiloso e, dois em Santa Maria (RS) com Podzólico Vermelho-Amarelo arenoso. Testou-se doses de fósforo, valores de pH do solo e níveis de inoculação com fungos micorrízicos. Avaliou-se a massa seca, o fósforo absorvido e a porcentagem de colonização micorrízica no início do florescimento. A produtividade dessas leguminosas foi limitada pela baixa disponibilidade de fósforo e pela presença de alumínio trocável, sendo que a sua neutralização pela calagem favoreceu a resposta a esse nutriente. A eliminação dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) reduziu drasticamente o crescimento do desmódio, mas a inoculação em solo sem fumigação não incrementou a produção de massa seca do trevo riograndense, devido ao alto potencial de colonização dos FMA nativos.

Palavras-chave: produção de forragem, disponibilidade de fósforo, micorrizas, leguminosas forrageiras.

SUMMARY

Acid soils under native pasture in Southern Brazil presents low diversity of legume species, mainly due to the low availability of phosphorus and high aluminum concentration. Four greenhouse experiments were carried out to evaluate the effect of liming, phosphorus addition and mycorrhizal inoculation on three legume species. Dry Matter production was limited by phosphorus availability and aluminum concentration. Lime and phosphorus application increased matter production. Soil fumigation decreased *Desmodium incanum* productivity. Mycorrhizal inoculation of soils without fumigation did not affect the *Lotus corniculatus* and *Trifolium riograndense* growth, which might be explained by the high natural population and colonization potential of these soils.

Key words: forage yield, phosphorus availability, mycorrhizae, legume pasture.

INTRODUÇÃO

Os solos mantidos com pastagens nativas no Sul do Brasil são, geralmente, muito ácidos e com altas capacidade de sorção de fósforo e saturação com

¹Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor Assistente, Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Bolsista CNPq. Danilo@super.ufsm.br, Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Professor, Departamento de Solos, Centro Agro Veterinário, UDESC.

³Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor Titular, Departamento de Solos, CCR, UFSM, Bolsista do CNPq.

⁴Engenheiro Agrônomo.

alumínio trocável. Nestes campos predominam gramíneas de crescimento estival de baixo valor forrageiro, e algumas leguminosas adaptadas a essas condições, porém com baixa produtividade, suportando baixa pressão de pastejo e resultando numa inadequada alimentação dos animais no outono-inverno. Esses campos quando pastejados adequadamente ou melhorados pela adição de insumos, constituem-se numa comunidade disclimax, cujas alterações são importantes por favorecer as espécies com maior valor forrageiro, tais como o capim-forquilha (*Paspalum notatum*) e o desmódio (*Desmodium incanum*) (DURR *et al.*, 1993; FONTANELI *et al.*, 1994). Neste sentido é importante conhecer o comportamento das diferentes espécies e biótipos de plantas, especialmente das leguminosas, em relação às modificações das propriedades dos solos pela calagem e adição de fertilizantes.

A resposta dessas forrageiras à adubação fosfatada e à calagem é dependente da genética da planta, das características e propriedades do solo e de fatores ambientais e biológicos. As plantas que apresentam rápido e amplo crescimento radicular, com alta afinidade pelos nutrientes e que se beneficiam da simbiose micorrízica podem sobreviver em condições de estresse nutricional. No entanto, podem ou não serem responsivas às melhorias da fertilidade do solo. Assim, FATTORE & ANGHINONI (1992) constataram que o trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum*) apresentou menor taxa de crescimento radicular (2,5 vezes) e afinidade por fósforo (3,1 vezes) e potássio (13,2 vezes), comparativamente ao azevém (*Lolium multiflorum*). Por outro lado, o trevo riograndense (*Trifolium riograndense*), que possui alta afinidade e alto influxo máximo de fósforo, a resposta à adubação fosfatada foi condicionada a presença de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (RHEINHEIMER *et al.*, 1997). Esses autores, também, observaram que pequenas doses de calcário, as quais não neutralizam por completo o Al trocável, têm pouco efeito no crescimento do trevo riograndense. Também, o cornichão (*Lotus corniculatus*) apresentou bom crescimento mesmo em condições de baixa disponibilidade de fósforo e presença de alumínio trocável (MILAN *et al.*, 1990; FLARESSO & SAIBRO, 1992; FLARESSO & ALMEIDA, 1992), mas respondeu positivamente à correção da acidez e a adubação do solo (MACEDO *et al.*, 1979).

As leguminosas forrageiras têm mostrado alta dependência a simbiose micorrízica. Após o fungo micorrízico estabelecer-se no interior das células radiculares, as hifas podem estender-se no solo a vários centímetros, aumentando o volume de solo explorado, além ampliar a zona de depleção da raiz (CAMEL *et al.*, 1991), chegando no caso do trevo

branco (*Trifolium repens*) a 11,7cm de distância (LI *et al.*, 1991). Isso resulta em maior absorção de fósforo e aumento na produção de massa seca da parte aérea. A maximização da simbiose é dependente sobretudo, da disponibilidade de fósforo e do pH. Neste sentido, RHEINHEIMER & KAMINSKI (1994) trabalhando com uma variedade de *Paspalum notatum*, o capim-pensacola, obtiveram o máximo benefício da simbiose com FMA nativos quando se manteve as condições semelhantes ao local de origem da planta. Notou-se, que o aumento no nível de fósforo disponível tinha efeitos negativos no estabelecimento do fungo no sistema radicular, embora houvesse um nível mínimo de 2,5-4,0mg dm⁻³ de P, extraído por Mehlich, para o funcionamento da simbiose. Em experimento com cornichão em solo ácido e com baixo P, foi possível dobrar a produção de massa seca com a inoculação de FMA, especialmente com *Glo-mus clarum*, embora o crescimento obtido fosse a metade daquele em solo calcariado e com boa disponibilidade de fósforo (PESSOA *et al.*, 1994).

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito da calagem, da adição de fósforo e da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares nativos no crescimento do trevo riograndense, desmódio e cornichão em condições de casa de vegetação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi composto por quatro experimentos em casa de vegetação, sendo os dois primeiros conduzidos em Lages (SC) utilizando-se amostras de Latossolo bruno argiloso e os dois últimos em Santa Maria (RS) com um Podzólico Vermelho-Amarelo arenoso. As amostras de solo foram coletadas na camada superficial (0-20cm), secas ao ar e peneiradas em tamis 2 mm. Algumas características químicas dos solos após a adição de calcário e fósforo constam na Tabela 1.

Experimento I: cultivou-se 20 plantas de desmódio (*Desmodium incanum*), biótipo ocorrente em Lages - SC, em vasos contendo 5,0kg de solo sem calcário (pH 4,5). Combinou-se três doses de fósforo (0, 44 e 88mg P kg⁻¹), na forma KH₂PO₄, e três níveis de inoculação: solo natural (N), solo fumigado (NM) e solo fumigado com reposição dos esporos de FMA nativos (M). A fumigação do solo foi feita com brometo de metila (0,3ml kg⁻¹).

Experimento II: cultivou-se 25 plantas de trevo riograndense por vaso contendo 5,0kg de solo. Testou-se cinco doses de fósforo (0, 55, 110, 220 e 440mg P kg⁻¹) e dois valores de pH do solo (sem calcário - pH 4,5 e com calcário - pH 5,6), ao qual se aplicou uma mistura de óxido de cálcio e óxido de

Tabela 1 - Valores de pH em água, saturação com alumínio e fósforo disponível de latossolo bruno argiloso e podzólico vermelho-amarelo arenoso em função da calagem e adição de fósforo, antes dos cultivos.

Adição de P mg kg ⁻¹	Sem calcário			Com calcário		
	pH	Al %	P ⁽¹⁾ mg dm ⁻³	pH	Al %	P ⁽¹⁾ mg dm ⁻³
Experimento I - Latossolo bruno argiloso						
0	4,5	65	0,1			
44	4,5	65	2,6			
88	4,5	65	3,1			
Experimento II - Latossolo bruno argiloso						
0	4,5	65	0,5	5,6	0,0	0,5
55	4,5	65	1,8	5,6	0,0	4,9
110	4,5	65	4,6	5,6	0,0	10,0
220	4,6	63	6,7	5,6	0,0	14,8
440	4,6	63	17,9	5,7	0,0	27,9
Experimento III - Podzólico vermelho-amarelo arenoso						
0	5,1	32	2,8	6,0	0,0	4,8
11	5,1	32	5,0	6,0	0,0	6,4
22	5,1	32	9,0	6,0	0,0	11,0
44	5,1	32	16,2	6,0	0,0	21,4
Experimento IV - Podzólico vermelho-amarelo arenoso						
0	5,1	32	2,6	6,0	0,0	2,8
22	5,1	32	8,8	6,0	0,0	10,2

⁽¹⁾ Fósforo disponível extraído por Mehlich.

magnésio. Nos tratamentos sem calcário e nas doses zero e 440mg P kg⁻¹, inoculou-se 50 esporos de *Glomus clarum* por vaso.

Experimento III: cultivou-se 10 plantas de cornichão, cultivar São Gabriel, por vaso contendo 3,0kg de solo. Trabalhou-se com dois valores de pH (sem calcário - pH 5,1 e com calcário - pH 6,0) e quatro doses fósforo (0, 11, 22 e 44mg P kg⁻¹).

Experimento IV: cultivou-se sete plantas de desmódio, biótipo ocorrente na região de Santa Maria, em vasos com 3,0kg de solo. Aplicou-se duas doses de fósforo (0 e 22mg kg⁻¹ de P) em solo sem calcário (pH 5,1) e com calcário (pH 6,0).

Todos os vasos receberam solução nutritiva contendo, em mg kg⁻¹ de solo: 30, 150, 1, 0,5 e 0,01 de N, K, Zn, B e Mo, respectivamente; e naqueles onde o solo foi fumigado, 100ml de filtrado de solo isento de propágulos de micorrízicos com intuito de repor a microbiota. Manteve-se continuamente o solo úmido em torno da capacidade de campo, através da pesagem diária dos vasos.

A parte aérea das plantas foi colhida no início do florescimento, determinando-se a massa seca após a secagem em estufa à 60-70°C. Nos experimen-

tos I e II avaliou-se a colonização das raízes (CM) de acordo com metodologia descrita por KOSKE & GEMMA (1989) e GIOVANNETTI & MOSSE (1980). Quantificou-se, ainda, a absorção total de fósforo pela parte aérea nos experimentos III e IV, através da digestão úmida (ADLER & WILCOX, 1985).

Usou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados de massa seca, P absorvido e colonização micorrízica, transformada em arcosseno, foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desmódio, cultivado em solo fumigado teve dificuldade de estabelecimento e produziu baixa massa seca, não respondendo à adição de fósforo (Tabela 2). Isso foi correlacionado à baixa colonização micorrízica e à baixa presença de arbúsculos, impedindo o desenvolvimento do sistema radicular e isso a absorção de nutrientes. As espécies adaptadas a solos ácidos e com baixa disponibilidade de fósforo apresentam sistema radicular agressivo e alta dependência micorrízica (SIEVERDING, 1991; SMITH & GIANINAZZI-PEARSON, 1988). O desmódio é uma

Tabela 2 - Produção de massa seca (MS) da parte aérea e colonização micorrízica (CM) em *Desmodium incanum* devido a adição de fósforo (P) e a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA).

Inoculação	Aplicação de P, mg kg ⁻¹			Média
	0	44	88	
-----Massa Seca, g vaso ⁻¹ -----				
Fumigado	0,19 bA	0,17 bA	0,30 cA	0,22
Fumigado + FMA	0,82a B	2,16a A	1,77 bA	1,58
Natural	0,78a C	2,46a B	4,38a A	2,54
Média	0,60	1,60	2,15	
-----Colonização micorrízica %-----				
Fumigado	6,0 bA	4,0 bA	7,0 cA	5,7
Fumigado + FMA	72,5a A	70,0a A	55,7 b B	69,4
Natural	80,0a A	89,0a A	87,9a A	85,6
Média	52,8	54,3	50,2	

CV (%) MS = 12,4 e CM = 16,8

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula para inoculação e maiúscula para doses de fósforo, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan à 5% de significância. CV = coeficiente de variação.

delas, ocorrendo em associação com gramíneas do gênero *Paspalum*, cuja obrigatoriedade da micorriza tem sido evidenciado por RHEINHEIMER & KAMINSKI (1994)

A reposição dos FMA no solo fumigado incrementou a massa seca da parte aérea do desmódio, permitindo a resposta ao fósforo até a dose de 44mg kg⁻¹. Em níveis mais elevados, houve uma redução na colonização micorrízica e na produção de massa seca. Já no solo natural, independente do nível de fósforo, ou a colonização micorrízica manteve-se superior a 80% e houve resposta linear e crescente à adubação. A intensa colonização micorrízica na condição natural, segundo RHEINHEIMER *et al.* (1995) deve-se ao maior potencial e melhor distribuição do inóculo, que proporcionam uma rápida colonização do córtex, resultando também em maior taxa de crescimento inicial. Em outro experimento, KAMINSKI & RHEINHEIMER (1994) verificaram que o pré-cultivo do solo natural com uma espécie não micotrófica reduziu a colonização micorrízica e o crescimento do capim-pensacola, comparativamente ao solo sem cultivo ou sobre uma espécie micotrófica.

Quando se combinou a calagem com a aplicação de fósforo em solo natural (experimento IV) obteve-se aumentos de 2,4 vezes na produção de massa seca e de 3,0 vezes na absorção de fósforo, comparativamente ao solo sem calcário. Tal resultado evidencia a contribuição da calagem na produção de forragem em campo fertilizado (DURR *et al.*, 1993). Contudo, na ausência de fósforo não se notou resposta à calagem (Tabela 3). Isso corrobora com os resultados obtidos por MILAN *et al.* (1991), os quais observaram pequena resposta à calagem e a adição de

fósforo por *Desmodium leiocarpum* e *Adesmia tristis*, espécies de leguminosas nativas ocorrentes nos campos do Sul do Brasil.

O trevo riograndense respondeu à aplicação de fósforo, apresentando aumento na massa seca e fósforo absorvido, especialmente até a dose de 220mg kg⁻¹ (Figura 1a). Em níveis mais elevados de fósforo a produção tendeu a diminuir e houve drástica redução na colonização micorrízica (Figura 1b). Com respeito

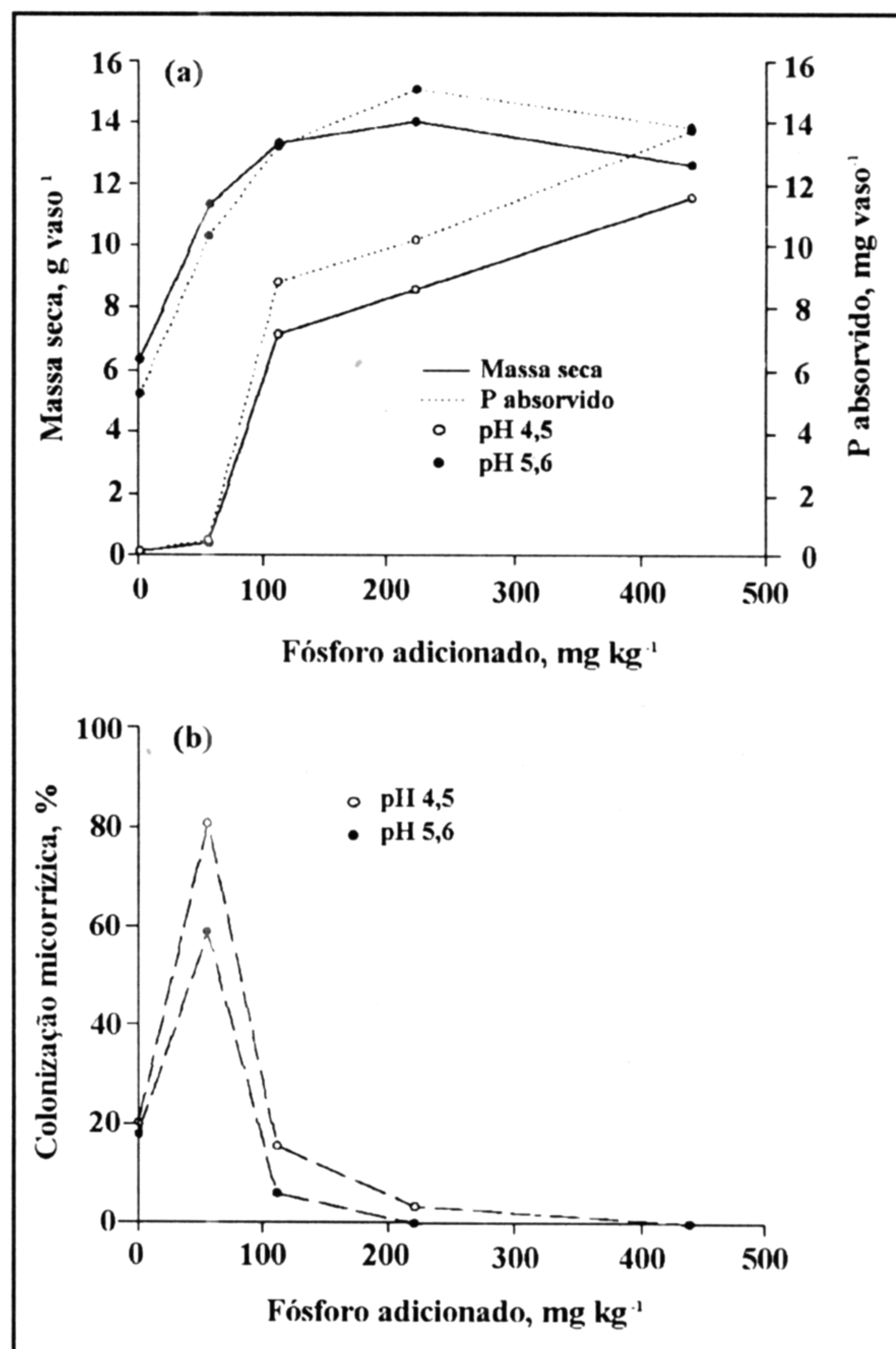


Figura 1 - Massa seca e Fósforo absorvido (a) e colonização micorrízica (b) de trevo riograndense devido a adição de fósforo e calagem. CV (%) MS = 16,0; P = 8,7 e CM = 19,6. As médias de MS e P absorvido, de solo sem e com calcário, só não diferiram pelo teste de Duncan em 5% na dose 440mg kg⁻¹ de P, e para CM somente foram diferentes na dose 55mg kg⁻¹ de P.

Tabela 3 - Produção de massa seca e fósforo absorvido pela parte aérea de *Desmodium incanum* devido a adição de fósforo e do pH do solo.

Dose de Fósforo mg kg ⁻¹	Massa seca		Fósforo absorvido	
	sem calcário	com calcário	sem calcário	com calcário
	-----g vaso ⁻¹ -----		-----mg vaso ⁻¹ -----	
0	0,19a B	0,23a B	0,21a B	0,24a B
22	1,57 bA	3,77a A	3,52 bA	10,70a A
CV (%)	8,8		7,6	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para pH do solo e maiúscula para doses de fósforo, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan à 5% de significância.
CV = coeficiente de variação.

a calagem, notou-se a interação positiva com a aplicação de fósforo intensificando a produção de massa seca e absorção deste nutriente. A quantidade de fósforo necessária para atingir a produção máxima foi quatro vezes superior no solo sem calcário. Neste caso, pequena dose (55mg kg⁻¹) não promoveu efeitos significativos no crescimento do trevo, enquanto que no solo calcariado obteve-se cerca de 80% da produ-

ção máxima. Observou-se ainda, no solo não corrigido, sintomas de deficiência de nitrogênio, indicando que a associação com o rizóbio ficou prejudicada pelo elevado teor de alumínio trocável (BAREA & AZCON-AGUILAR, 1983). RHEINHEIMER *et al.* (1997), observaram que pequenas doses de calcário, as quais não neutralizam por completo o Al trocável, têm pouco efeito na produção desta forrageira. Isso evidencia que, embora essa espécie apresente alta tolerância à acidez do solo e à baixa disponibilidade de fósforo (MILAN *et al.*, 1990), seu potencial produtivo só se expressa na ausência de Al trocável no solo.

A inoculação com *Glomus clarum* em solo natural não promoveu aumento na absorção de fósforo e na produção de massa seca, pois não incrementou a biomassa fúngica no sistema radicular (Tabela 4). Tais resultados mostram que o potencial de infecção dos FMA nativos nos solos subtropicais é elevado e a inoculação, mesmo que com grande quantidade de inóculo, não resultaria em aumentos na colonização e no crescimento das plantas. Considerando-se que a diminuição dos propágulos do solo afeta negativamente o crescimento das culturas e até, para muitas, impede seu estabelecimento, o manejo da população nativa através dos fatores edáficos e da rotação de culturas parece ser mais sensato, sendo a micorriza um dos fatores biológicos dos agroecossistemas que auxilia a sobrevivência e produtividade das culturas.

A produção de massa seca e fósforo absorvido pelo cornichão em solo ácido e com baixa disponibilidade de fósforo foi muito pequena, onde as plantas apresentaram-se raquíticas e com sintomas de deficiência nutricional generalizada. A aplicação de calcário mais que triplicou o crescimento do cornichão e, especialmente, potencializou a resposta à adição de fósforo, a qual foi linear para as doses estudadas (Figura 2).

Tabela 4 - Produção de massa seca, fósforo absorvido e colonização micorrízica em trevo riograndense devido a adição de fósforo e a inoculação *Glomus clarum* em solo natural.

Adição de Fósforo (mg kg ⁻¹)	Inoculação	Massa seca (g vaso ⁻¹)	Fósforo absorvido (mg vaso ⁻¹)	Colonização micorrízica (%)
0	sem	0,11	0,10	20,3
	com	0,14	0,10	25,7
440	sem	11,33	13,80	0,0
	com	11,63	13,57	3,5

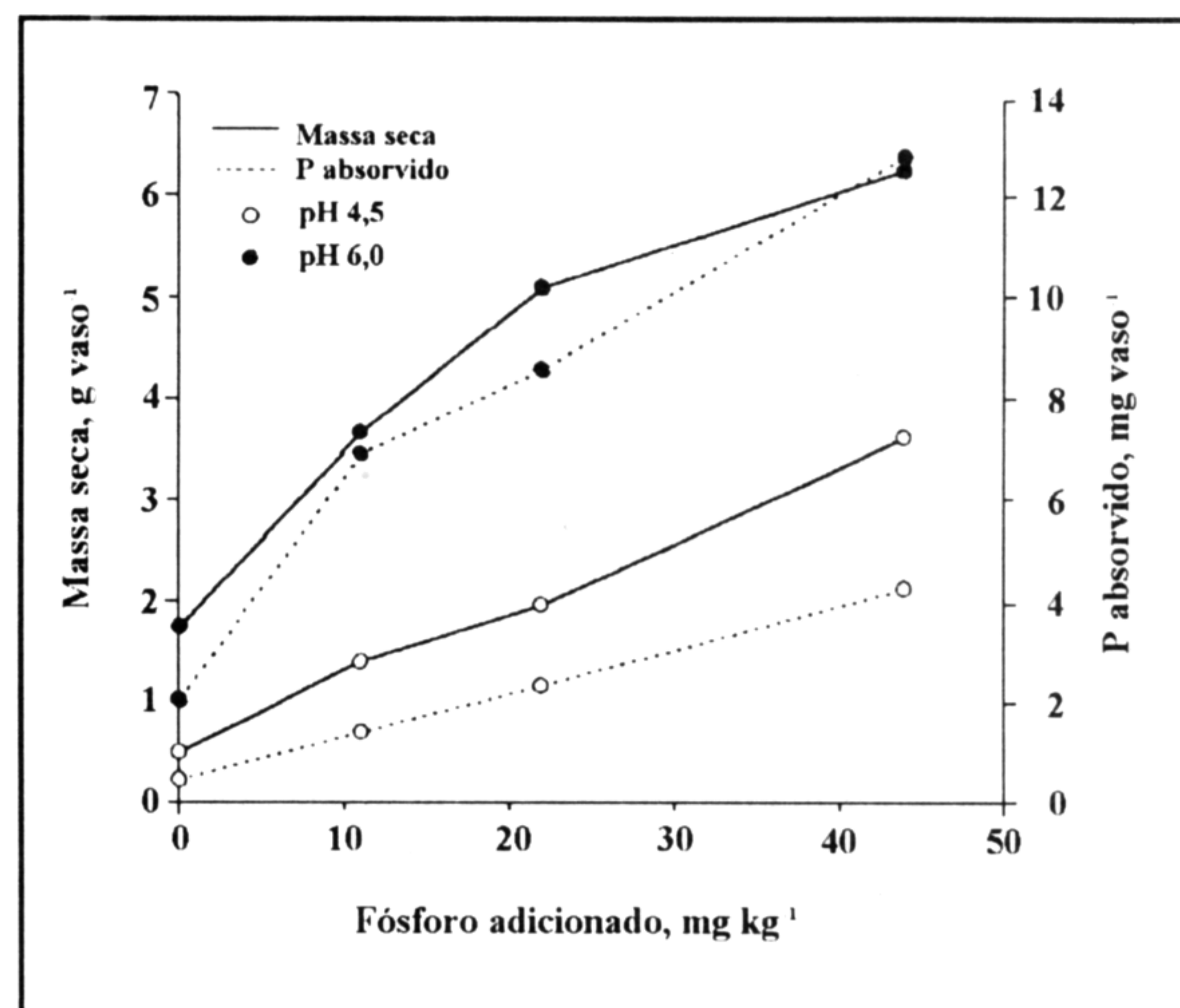


Figura 2 - Massa seca e fósforo absorvido pelo cornichão, cultivar São Gabriel, devido a adição de fósforo e a calagem. CV(%) MS = 14,9 e P = 15,6. As médias de massa seca e de P absorvido, de solo sem e com calcário, diferiram pelo teste Duncan à 5% em todas as doses de P.

Embora haja relatos indicando a tolerância dessa espécie às condições edáficas adversas (FLARESSO & SAIBRO, 1992; FLARESSO & ALMEIDA, 1992), os solos utilizados em seus experimentos não apresentavam problemas com toxidez de Al e os teores de P disponível eram bem superiores aos do presente trabalho. Deste modo, o crescimento dessa leguminosa é severamente afetado pela deficiência de fósforo e, principalmente pela toxidez de Al, tanto que PESSOA *et al.* (1994) somente obtiveram resposta positiva à micorrização em tais condições. No entanto, as produções foram inferiores a 50% daquela onde o solo recebem calcário e fósforo, pois as plantas somente se beneficiam da simbiose micorrízica quando cultivadas em ambientes desfavoráveis ao seu crescimento.

CONCLUSÕES

A produtividade das três espécies de leguminosas é limitada pela baixa disponibilidade de fósforo e pela presença de alumínio trocável no solo;

Pequenas adições de fósforo em solo ácido têm pouco reflexo no crescimento do cornichão desmódio e trevo riograndense.

A neutralização do alumínio trocável *persi* não tem efeitos na produção de massa seca do desmódio e aumenta em três e seis vezes a do cornichão e do trevo riograndense, respectivamente;

A neutralização do alumínio trocável aumenta a eficiência da adubação fosfatada de modo similar às três leguminosas e a eliminação dos fungos micorrí-

zicos arbusculares nativos reduz drasticamente a produção de forragem de desmódio, mas a inoculação em solo natural não incrementa o crescimento do trevo riograndense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, P.R., WILCOX, G. Rapid perchloric acid digest methods for analysis of major elements in plant tissue. **Communication of Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 16, p. 1153-1163, 1985.
- BAREA, J.M., AZCON-AGUILAR, C. Mycorrhizas and their significant in nodulating nitrogen-fixing plants. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 36, p. 1-54, 1983.
- CAMEL, S.B., REYES-SOLIS, M.G., FERRERA-CERRATO, R. *et al.* Growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium through bulk soil. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 35, p. 389-393, 1991.
- DURR, J.W., CASTILHOS, Z.M.S., FLORES, A.I.P., *et al.* Melhoramento da pastagem natural: queima, ceifa, pastejo intensivo e adubação como modificadores da composição florística. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 331-341, 1993.
- FAGUNDES, J.L., RUSHEL, J., MARKIWICZ, L.E. *et al.* Cronologia da infecção micorrízica de raízes do capim-pensacola por fungos micorrízicos arbusculares afetada pela cultura precedente e por formononetina. In: JORNADA DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO, II, 1995. Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1995, p.422.
- FATTORE, N., ANGHINONI, I. Eficiência de absorção de nutrientes por espécies forrageiras de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 251-258, 1992.
- FLARESSO, J.A., ALMEIDA, E.X. Introdução e avaliação de forrageiras temperadas no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 309-319, 1992.
- FLARESSO, J.A., SAIBRO, J.C. Influência de regimes de corte e adubação no rendimento de matéria seca, reservas de glicídios não-estruturais e ressemeadura natural de *Lotus corniculatus* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 181-188, 1992.
- FONTANELI, R.S., JACQUES, A.V.A., HENRICH, C., *et al.* Efeito da ceifa, da queima, do diferimento e da adubação sobre uma pastagem natural. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 5, p. 719-729, 1994.
- GIOVANNETTI, M., MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, London, v. 84, p. 489-500, 1980.
- KAMINSKI, J., RHEINHEIMER, D. dos S. Micorrização da Pensacola Afetada por Culturas Precedentes. II. Taxa de Crescimento e Absorção de Fósforo. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRÍZAS, II, 1994. Florianópolis, SC. **Resumos...** Florianópolis, 1994, p. 38.
- KOSKE, R.E., GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycology Research**, London, v. 4, p. 486-505, 1989.
- LI, X.L., GEORGE, E., MARSCHNER, H. Extension of the phosphorus depletion zone in VA-mycorrhizal white clover in a calcareous soil. **Plant and Soil**, Hauge, v. 136, p. 41-48, 1991.
- MACEDO, W., BRAZIL, N.E., PATELLA, J.F. Calcário na implantação e em cobertura de leguminosas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 125-134, 1979.
- MILAN, P.A., RITTER, W., DALL'AGNOL, M. Seleção de leguminosas forrageiras tolerantes a alumínio e eficientes na utilização de fósforo. II. Leguminosas exóticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1739-1746, 1990.
- 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.
- PESSOA, A.C.S., CAMPOS, B.C., ANTONIOLLI, Z.I., *et al.* Efeito de fungos MVA nativos e introduzidos no rendimento de cornichão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 41-47, 1994.
- RHEINHEIMER, D.S., KAMINSKI, J. Resposta do capim-pensacola a adubação fosfatada e a micorrização em solo com diferentes valores de pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 201-205, 1994.
- RHEINHEIMER, D.S., KAMINSKI, J., PESSOA, A.C.S., *et al.* Efeito do cultivo sucessivo e inoculação com fungos micorrízicos no crescimento e nutrição do capim-pensacola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 6-11, 1995.
- RHEINHEIMER, D.S., ERNANI, P.R., SANTOS, J.C.P., *et al.* Influência da micorriza no crescimento do *Trifolium riograndense* e na predição de absorção de fósforo por um modelo mecanístico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 191-197, 1997.
- SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza and management in tropical agrossystem**. Eschborn: GTZ -Technical Corporation Federal Republic of Germany, 1991. 371 p.
- SMITH, S.E., GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 39, p. 221-244, 1988.