

Influência de micorriza e fósforo sobre o rendimento de matéria seca e qualidade de *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* cultivados em um Latossolo*

R. Ferreira de Souza**, J. Cardoso Pinto***, J. Oswaldo Siqueira***, Nilton Curi*** e A. Ramalho de Moraes***

Introdução

A maioria das pastagens nas regiões tropicais são cultivadas em solos de baixa fertilidade. Nessas condições se encontra a região Campos das Vertentes em Minas Gerais, cujos solos são classificados como Cambissolos e Latossolos Vermelho amarelo e Vermelho escuro. O Latossolo Vermelho escuro distrófico abrangendo aproximadamente 37,422 ha, que representa 18.9% da área de influência da represa de Camargos/Itutinga-MG (Giarolla, 1994), apresenta como maior limitação ao uso agrícola a sua baixa fertilidade natural, principalmente, o baixo teor de fósforo (P) disponível. Em contraposição a essas características químicas desfavoráveis, esses solos possuem propriedades físicas adequadas e o relevo é relativamente suave, sendo utilizados, em sua maior parte, com pastagens, com predominância de espécies nativas de baixa produtividade e qualidade. Para a melhoria dessas pastagens torna-se necessário a introdução de espécies forrageiras melhoradas. Dentre as espécies mais promissoras para implantação na região, destacam-se o *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis*. No entanto, um dos maiores problemas para o sucesso no estabelecimento de novas espécies é o nível extremamente baixo de P disponível, nutriente essencial para o estabelecimento, perfilhamento e desenvolvimento radicular (Saraiva et al., 1986). Inúmeros trabalhos evidenciam a importância do P na produção e qualidade de espécies forrageiras tropicais. Assim, Fonseca et al. (1988)

trabalhado com *A. gayanus* e *Brachiaria decumbens*; Costa et al. (1992) com *A. gayanus* e Lambais e Cardoso (1990; 1993) com *S. guianensis*, observaram que a adubação fosfatada promoveu aumentos significativos na produção de matéria seca (MS) e teores de proteína bruta (PB) nas espécies estudadas.

A baixa disponibilidade de P nesses solos contribui com a necessidade de altas doses do nutriente na formação de pastagens. Entretanto, com o custo relativamente elevado dos fertilizantes fosfatados é de fundamental importância o desenvolvimento de alternativas visando uma maior eficiência no seu uso. Nesse sentido o aproveitamento dos fungos micorrizicos arbusculares para o aumento da produtividade das pastagens, em condições de baixa utilização de adubação fosfatada, é uma alternativa bastante promissora. As micorrizas arbusculares são de ocorrência generalizada, em especial nos trópicos, infectando a maioria das espécies plantas. Esses fungos penetram inter e intracelularmente as raízes de plantas vivas sem causar danos, aumentando a área de solo explorada pelas plantas, tendo a função de ligação entre a planta e o solo, transportando nutrientes minerais, especialmente P, para a planta e compostos de carbono para o solo e sua biota (Cox et al., 1975). Dentre os principais benefícios das micorrizas para as plantas estão a maior absorção de nutrientes, especialmente P, e o crescimento das plantas. A fixação simbiótica de N nas leguminosas e absorção de N pelas gramíneas depende de uma nutrição fosfatada adequada. As micorrizas incrementando a absorção de P, melhoram a fixação e absorção do N e, conseqüentemente, seu conteúdo nas plantas (Siqueira, 1994). Os efeitos das micorrizas arbusculares são mais acentuados em condições sub-ótimas de disponibilidades de P (Barea e Azcon-Aguilar, 1983).

* Parte da Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo primeiro autor, para a obtenção do título de mestre em Zootecnia.

** Eng. Agrônomo, MSc. Zootecnia, R. José Claudino, 268, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil. E-mail: rfsouza@ufla.br

*** Professores da UFLA, Lavras, MG, Brasil.

O presente estudo teve por objetivo avaliar, através de cortes sucessivos, a influência de fungos micorrízicos arbusculares e doses crescentes de P na produção de MS; acúmulo de PB; e absorção e acúmulo de P, K, Ca e Mg nas espécies *A. gyanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack cv. Planaltina e *S. guianensis* (Aubl.) Sw. var. *vulgaris* Souza Costa cv. Mineirão, cultivadas em solo de baixa fertilidade natural, sob condições controladas de casa de vegetação.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras, Estado de Minas Gerais, Brasil, localizada a 21° 15' latitude sul e 45° longitude oeste, em um Latossolo Vermelho escuro distrófico, coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade, com as seguintes características químicas: pH em água = 5.1, P = 1 ppm (Mehlich 1), K = 25 ppm, Ca + Mg = 0.4 meq/100 g e Al = 0.2 meq/100 g. A calagem foi aplicada para a obtenção de 50% de saturação de bases e uma adubação básica composta de 50 mg de N, (sulfato de amônio) e 100 mg de K (cloreto de potássio) por kg de solo.

Os tratamentos foram distribuídos de forma inteiramente casualizada, num esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições, constituídos pela combinação de cinco doses de P (0, 50, 100, 200 e 300 mg/kg solo) e três tratamentos: solo com fungos micorrízicos nativos, solo isento de fungos nativos e inoculado com *Glomus etunicatum*, e solo sem micorriza. As espécies foram *A. gyanus*, *S. guianensis* e *A. gyanus* + *S. guianensis*. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com capacidade de para 3.8 kg de solo seco. As doses de P foram aplicadas antes da semeadura sob a forma de superfosfato triplo e misturadas uniformemente ao solo. Os tratamentos com inoculação receberam 10 g de inóculo por vaso (raízes + solo + hifas), contendo aproximadamente 400 esporos do fungo. Com o propósito de equilibrar a microbióta entre os tratamentos, adicionou-se em cada vaso 100 ml de um filtrado (peneiras de 0.71 e 0.053 mm e papel de filtro) composto pela mistura do solo natural com o solo inóculo. As sementes de *S. guianensis* foram inoculadas com uma mistura de *Rhizobium* constituída pelas estirpes BR 446 e BR 502 provenientes do Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Para a semeadura usou-se sementes desinfestadas em hipoclorito de sódio a 10%, conduzindo-se quatro plantas por vaso, sendo nos cultivos consorciados, duas de cada espécie. O controle hídrico foi realizado

diariamente com água desmineralizada mantendo o teor de umidade a 60% do volume total de poros.

Foram realizados dois cortes da parte aérea das plantas a intervalos de aproximadamente 90 dias. Após cada corte, a parte aérea foi seca em estufa com circulação de ar a 70 °C por 72 h para a obtenção de peso de MS. O material vegetal seco foi moído em moinho tipo Willey com malha de 20 mesh e analisado para a determinação de N pelo método semi-micro-Kjedahl (Malavolta et al., 1989). Os teores de PB foram obtidos multiplicando-se os teores de N pelo fator 6.25. No extrato obtido, o P foi analisado por colorimetria, o K por fotometria de chama e o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1989).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para produção de MS e acúmulo de PB e mimerais na MS da parte aérea das espécies estudadas, em função das doses crescentes de P, foram altamente significativos ($P < 0.01$) e se ajustaram ao modelo de regressão quadrático, exceto no caso do *S. guianensis* cultivado em solo desinfestado, cujas respostas se ajustaram ao modelo linear (Figuras 1 a 6). A partir das equações estimaram-se as produções máximas e as respectivas doses de P. Além disso, foram estimadas as produções correspondentes a 80% da produção máxima ou 80% da produção na maior dose de P aplicada em solo desinfestado. Esse índice pode representar a máxima eficiência econômica da adubação (Spencer e Glendinning, 1980; Alvarez et al., 1988).

Produções de MS. As estimativas das produções máximas de MS do *A. gyanus* por vaso foram de 37 g para o solo inoculado, 29.6 g para o solo natural e 25.6 g para o solo desinfestado com a aplicação de P de 215, 213 e 276 mg /kg solo, respectivamente. Considerando-se uma produção de MS equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (20 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P foi de 152 (100%), 80 (53%) e 56 mg/kg de solo (37%) para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para *S. guianensis* as produções máximas de MS foram de 33, 27.5 e 18.7 g, obtidas com a aplicação de P de 220, 222 e 300 mg/kg de solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se uma produção de MS equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (15 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P foi de 221 (100%), 57 (26%) e 39 mg/kg de solo (17.6%), para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio as produções máximas de MS por vaso foram de 36, 29 e

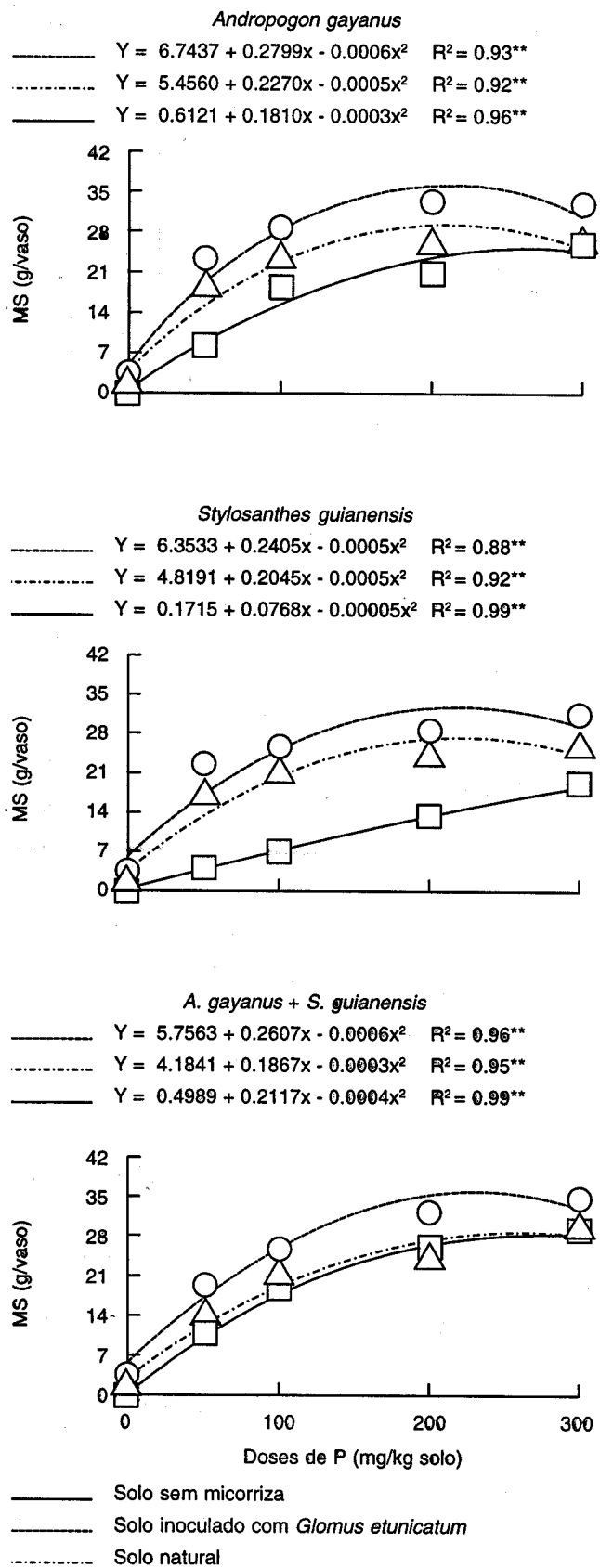


Figura 1. Produção de MS de *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* e *A. gayanus + S. guianensis* em função das doses de P e tratamentos de solo.

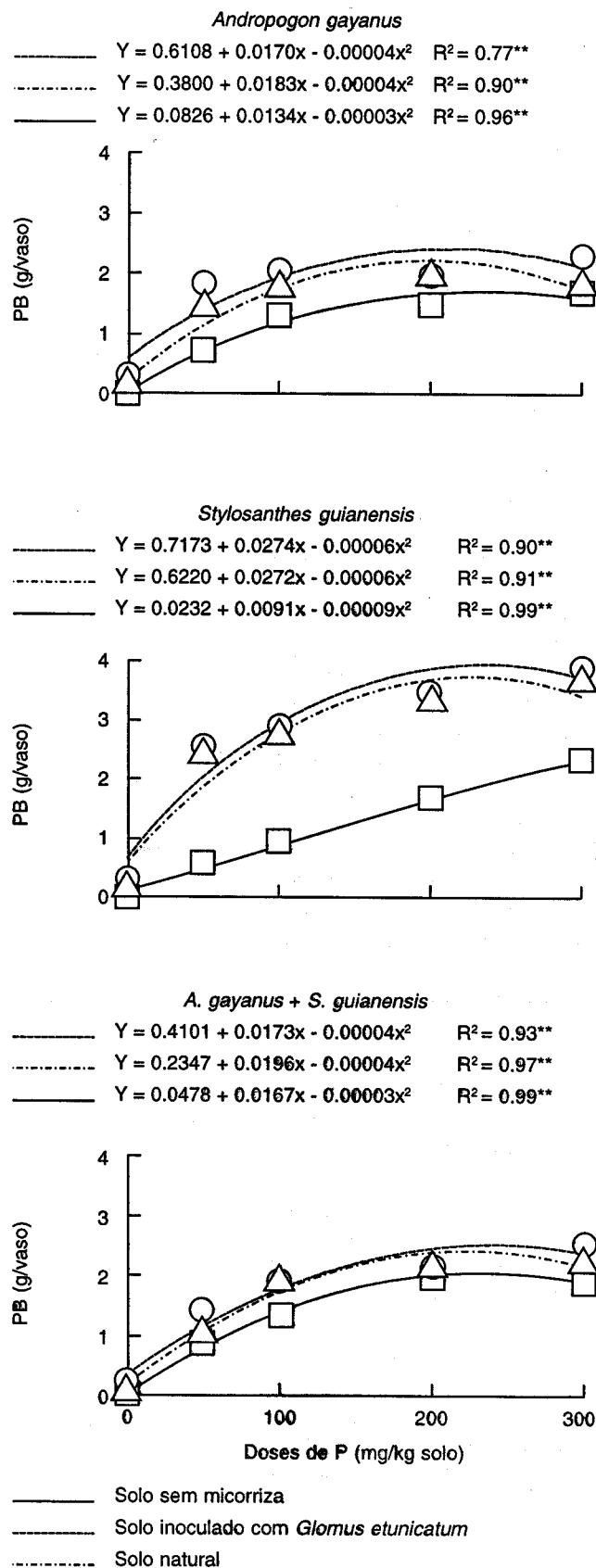


Figura 2. Acúmulo de PB na MS da parte aérea de *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* e *A. gayanus + S. guianensis*, em função de doses de P e tratamentos de solo.

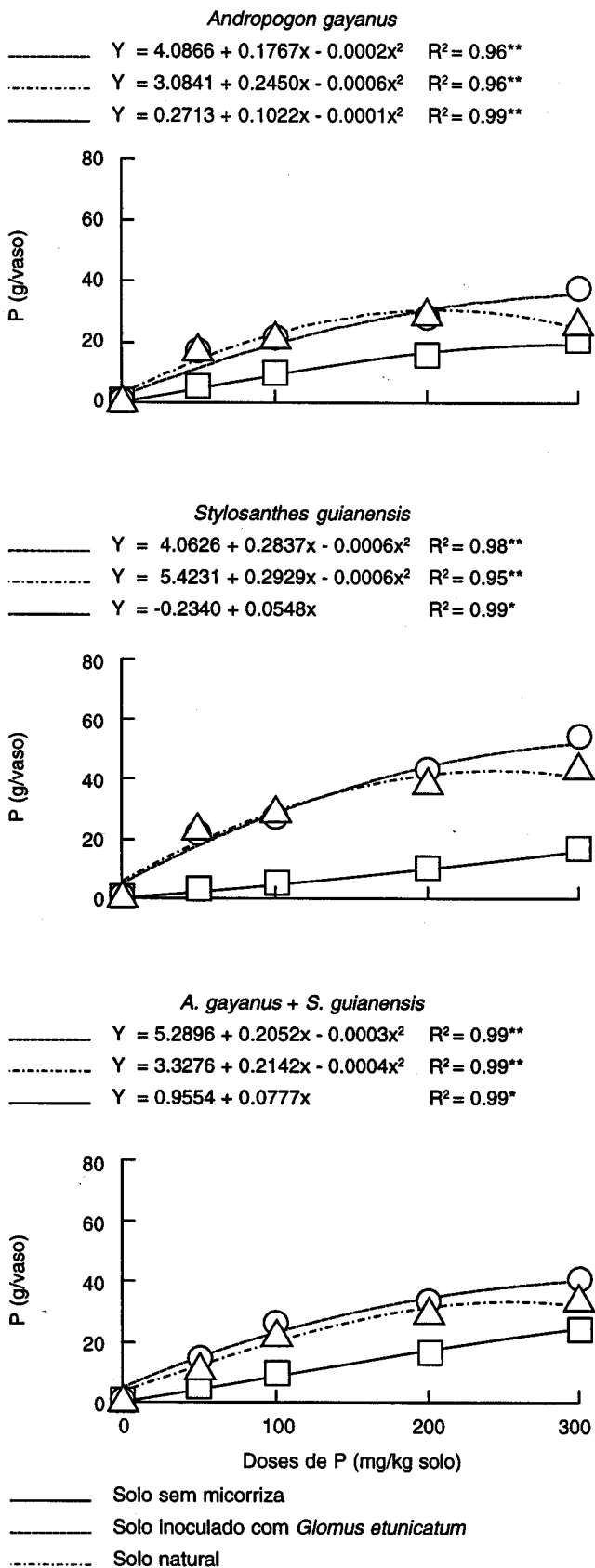


Figura 3. Acúmulo de P na MS da parte aérea de *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* e *A. gayanus* + *S. guianensis* em função de doses de P e tratamentos de solo.

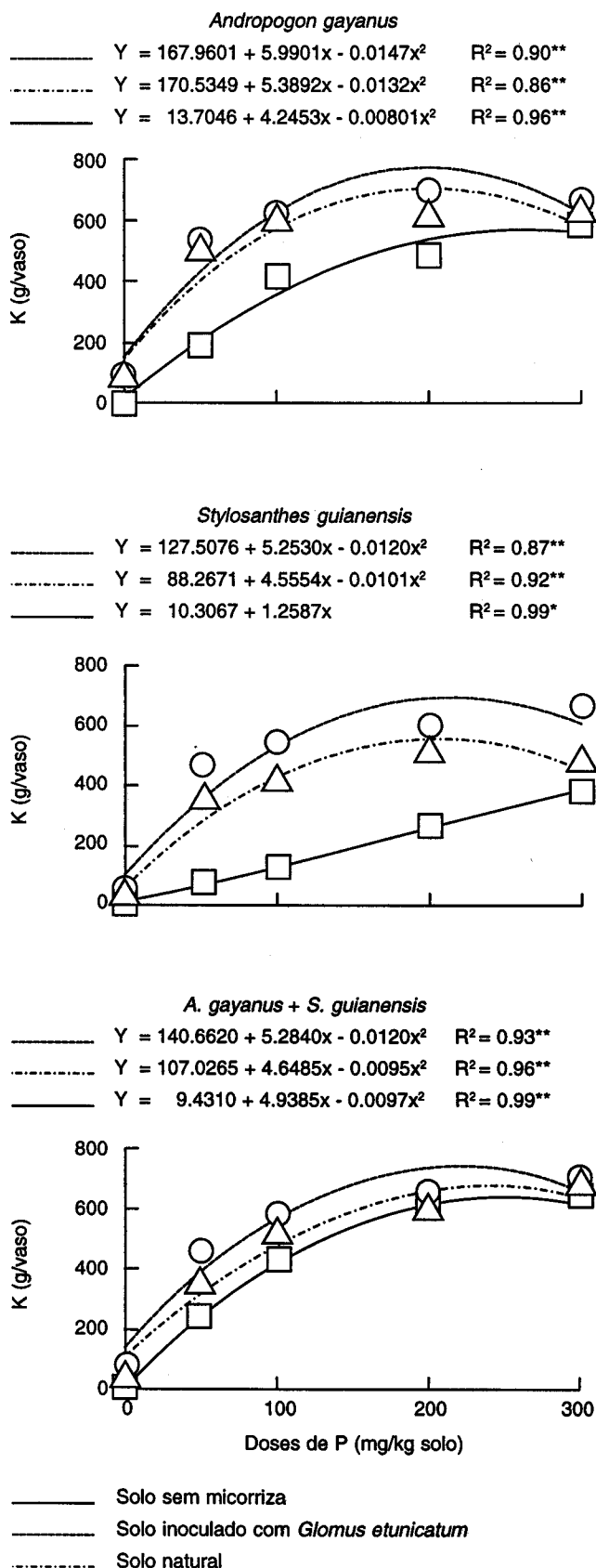
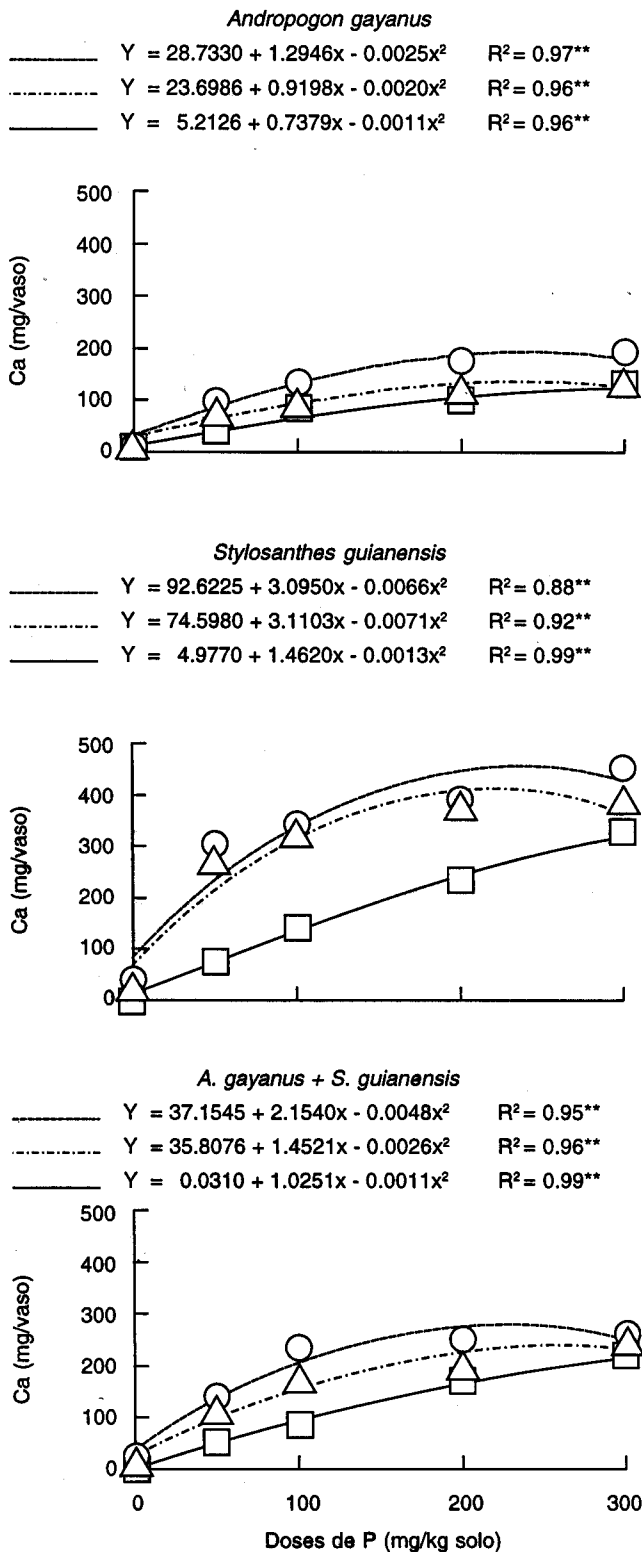
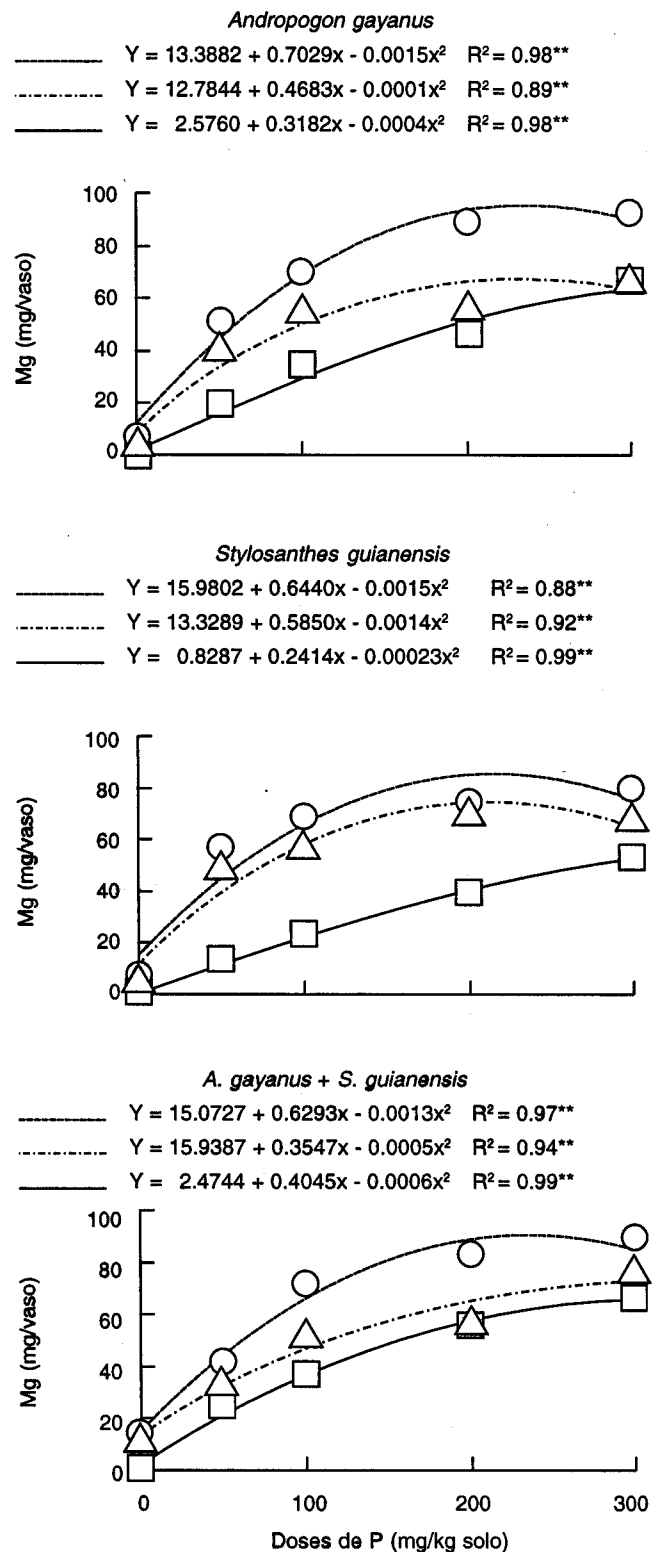


Figura 4. Acúmulo de K na MS da parte aérea de *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* e *A. gayanus* + *S. guianensis* em função das doses de P e tratamentos de solo.



——— Solo sem micorriza
 _____ Solo inoculado com *Glomus etunicatum*
 - - - - Solo natural

Figura 5. Acúmulo de Ca na MS da parte aérea de *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* e *A. gayanus + S. guianensis* em função das doses de P e tratamentos de solo.



——— Solo sem micorriza
 _____ Solo inoculado com *Glomus etunicatum*
 - - - - Solo natural

Figura 6. Acúmulo de Mg na MS da parte aérea de *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* e *A. gayanus + S. guianensis* em função das doses de P e tratamentos de solo.

28 g, obtidas com 230, 270 e 279 mg/kg de P nos solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se uma produção de MS equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (23 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P foi de 147 (100%), 136 (92%) e 80 mg/kg de solo (54%), para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

Acúmulos de PB. As estimativas de acúmulos máximos de PB na MS do *A. gayanus* foi de 2.5 g para o solo inoculado, 2.2 g para o solo natural e 1.7 g para o solo desinfestado com a aplicação de P das doses de 215, 223 e 242 mg /kg de solo, respectivamente. Considerando-se um acúmulo de PB equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (1.37 g/vaso), verifica-se uma necessidade de P de 132 (100%), 64 (48.5%) e 51 mg/kg solo (38.5%), para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para *S. guianensis* as quantidades acumuladas máximas de PB foram de 3.7, 3.4 e 2.3 g, obtidas com a aplicação de P de 230, 230 e 300 mg/kg de solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se um acúmulo de PB equivalente a 80% da máximo obtido em solo desinfestado (1.8 g /vaso), observa-se que a necessidade de P foi de 215 (100%), 48 (22%) e 43 mg/kg de solo (20%), para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio as quantidades máximas de PB acumuladas por vaso foram de 2.5, 2.4 e 2 g de PB com as doses de P de 240, 230 e 238 mg/kg de solo para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se um acúmulo de PB equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (1.6 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P foi de 130 (100%), 88 (67%) e 85 mg/kg de solo (65%), para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

Esses resultados confirmam as pesquisas de Fonseca et al. (1988) e Costa et al. (1992) trabalhando com *A. gayanus*, Lambais e Cardoso (1990; 1993) com *S. guianensis*, Souza et al. (1999) com *B. brizantha* e *S. guianensis*, os quais verificaram aumentos significativos na produção e teores de PB nas espécies estudadas em função do aumento nas doses de P. Mostram, ainda, que as espécies estudadas apresentaram uma grande dependência micorrízica quando cultivadas em solos deficientes em P. Entretanto, a capacidade do fungo micorrízico em favorecer o crescimento e acúmulo de PB pela planta foi diferenciada em função da espécie e do nível de aplicação de P.

Acúmulos de minerais. As estimativas de acúmulos máximos de P na MS do *A. gayanus*, foram de 37 mg para o solo inoculado, 30 mg para o solo natural e

20 mg para o solo desinfestado com a aplicação de P de 300, 217 e 300 mg/kg de solo, respectivamente. Considerando-se um acúmulo de P equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (16 mg/vaso), verifica-se a necessidade de P de 204 (100%), 60 (29%) e 75 (37%) mg/P/kg solo para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para *S. guianensis* as quantidades máximas acumuladas de P de 53, 43.5 e 16 mg/vaso foram obtidas com a aplicação de P de 300, 259 e 300 mg/kg de solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se um acúmulo equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (13 mg P/vaso), verifica-se que as doses necessárias de P foram de 240 (100%), 26 (14%) e 33 mg/kg solo (11%), para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio os acúmulos máximos por vaso foram de 40.5, 33 e 24 mg de P com as doses de 300, 280 e 300 mg de P/kg solo para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se um acúmulo equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (19.5 mg/vaso de P), verifica-se a necessidade de aplicação de P de 236 (100%), 89.5 (37.8%) e 77.5 (33%) mg/kg de solo, para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

As estimativas de acúmulos máximos de K por vaso na MS da parte aérea do *A. gayanus* foram de 778, 718 e 576.5 mg para o solo inoculado, natural e desinfestado com a aplicação de P de 204, 203 e 265 mg/kg de solo, respectivamente. Considerando-se um acúmulo de K equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (461 mg/vaso), verifica-se a necessidade de P de 145.5 (100%), 64 (44%) e 57 (39%) mg/kg de solo para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para *S. guianensis* as quantidades máximas de K acumuladas foram de 700, 600 e 380 mg/vaso, obtidas com as doses de P de 220, 225 e 300 mg/kg de solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se um acúmulo equivalente a 80% do máximo K obtido em solo desinfestado (310 mg/vaso), observa-se que as doses necessárias foram de 238 (100%), 56 (23.5%) e 38 mg (16%) de P/kg de solo, para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio as quantidades máximas de K acumuladas por vaso foram de 895, 670 e 638 mg nas doses de 255, 245 e 246 mg de P/kg de solo para os solos inoculado, natural e desinfestado. Considerando-se um acúmulo equivalente a 80% do máximo K obtido em solo desinfestado (510 mg/vaso), verifica-se que as necessidades de P foram de 140 (100%), 113 (80%) e 87 (63%) mg/kg de solo para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

As quantidades acumuladas máximas de Ca por vaso na MS da parte aérea do *A. gayanus* foram de 193, 134 e 127 mg para o solo inoculado, natural e desinfestado com a aplicação de P de 254, 239 e 300 mg/kg de solo, respectivamente. Considerando-se o acúmulo equivalente a 80% do máximo Ca obtido em solo desinfestado (102 mg/vaso), necessitou-se das doses de P de 178 (100%), 110 (62%) e 65 (36%) mg/kg de solo, para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para o *S. guianensis* as quantidades máximas acumuladas de Ca foram de 457, 416 e 327 mg obtidas com a aplicação de 235, 416 e 300 mg de P/kg de solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Para um acúmulo equivalente a 80% do máximo Ca obtido em solo desinfestado (261 mg/vaso), necessitou-se das doses de P de 219 (100%), 72 (33%) e 63 (29%) mg/kg de solo para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio os acúmulos máximos por vaso foram de 277, 237 e 210 mg de Ca com as doses de P de 220, 275 e 300 mg/kg de solo para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Para se obter um acúmulo equivalente a 80% do máximo Ca em solo desinfestado (167 mg/vaso) necessitou-se de P de 210 (100%), 114 (54%) e 72 (34%) mg/kg de solo, para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

Os acúmulos máximos de Mg na MS da parte aérea do *A. gayanus* foram de 96.5, 68 e 62 mg para o solo inoculado, natural e desinfestado com a aplicação de P de 236, 235 e 300 mg/kg de solo, respectivamente. Considerando-se um acúmulo equivalente a 80% do máximo Mg obtido em solo desinfestado (49.5 mg/vaso), as doses de P necessárias foram 187 (100%), 98.5 (53%) e 59 (31%) mg /kg de solo, para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para *S. guianensis* as quantidades máximas de Mg acumuladas por vaso foram de 86, 76 e 53 mg obtidas com a aplicação de P de 216, 213 e 300 mg/kg de solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Para um acúmulo equivalente a 80% do máximo Mg obtido em solo desinfestado (42 mg/vaso), necessitou-se P em doses de 214 (100%), 57 (27%) e 45 (21%) mg/kg de solo, para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio as quantidades máximas de Mg acumuladas por vaso foram de 90, 74 e 65 mg com as doses de P de 242, 300 e 300 mg/kg de solo para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Para se obter 80% do máximo acúmulo de mg ocorrido em solo desinfestado (52 mg/vaso), necessitou-se P em doses de 170 (100%), 128 (75%) e 70 (40%) mg/kg de solo, para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

Esses resultados mostram que as quantidades acumuladas de P, K, Ca e Mg na MS da parte aérea de *A. gayanus* e *S. guianensis* foram significativamente aumentadas em resposta ao incremento nas doses de P, confirmando pesquisas de Fonseca et al. (1988) trabalhando com *A. gayanus* e *Brachiaria decumbens*; Costa et al. (1992) estudando *A. gayanus*, e Lambais e Cardoso (1990; 1993) trabalhando com *S. guianensis*, Souza et al. (1999) trabalhando com *B. brizantha* e *S. guianensis*, os quais verificaram aumentos significativos no acúmulo e teores de minerais das espécies estudadas em função do aumento nas doses de P. Verificou-se, também, que o acúmulo desses minerais foi aumentado pela presença de infecção micorrízica, demonstrando que os mesmos foram afetados positivamente pela interação micorrizas x doses de P. Segundo Salinas e Sánchez (1976), Saif (1985), e Howeler et al. (1987) plantas micorrizadas absorvem mais eficientemente o P do solo em relação as não micorrizadas, proporcionando maior conteúdo do mesmo no tecido vegetal. Porém, Siqueira (1994) reporta que esse fato pode ser devido, tanto a uma maior área de solo explorada pelas hifas do fungo aumentando a capacidade de absorção de nutrientes além da rizosfera, bem como de modificações fisiológicas na planta que podem alterar as características relacionadas com a cinética de absorção, translocação e utilização do P. Ainda, segundo Siqueira (1994) o maior acúmulo de K, Ca e Mg pode ser explicado pela melhoria na capacidade de absorção devido a um efeito direto do fungo ou por um efeito indireto de uma melhor nutrição fosfatada das plantas micorrizadas.

Conclusões

O aumento nas doses de P promoveu incrementos significativos na produção de MS e acúmulo de PB, P, K, Ca e Mg na parte aérea do *A. gayanus* e *S. guianensis*, resultados que foram realçados quando se inoculou as plantas com o fungo micorrízico *G. etunicatum*. A necessidade de P para o ótimo crescimento e acúmulo de PB nessas espécies foi bastante diminuída pela presença de infecção micorrízica. A efetividade simbiótica foi maior para *S. guianensis* e nas doses intermediárias de P.

Resumen

En casa de vegetación del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Federal de Lavras (MG), se evaluó la respuesta de *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* solos y en forma asociada a la inoculación con micorrizas y a la aplicación de fósforo (P). Las plantas fueron cultivadas en macetas con 3.8 kg de un Latossolo Vermelho escuro distrófico. El

estudio consistió en un factorial 3 x 5 con tres tratamientos de suelo (natural, desinfectado y desinfectado e inoculado con *Glomus etunicatum*) y cinco dosis de P (0, 50, 100, 200 y 300 mg/kg de solo) en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Se realizaron dos cortes de la parte aérea de las plantas y se evaluó la producción de materia seca (MS) y el contenido acumulado de proteína cruda (PC). Los resultados mostraron que los aumentos en las dosis de P promovieron incrementos significativos en la producción de MS y en la acumulación de PC, P, K, Ca y Mg en las especies estudiadas. También se observó que estos resultados fueron más marcados cuando se inoculó con micorriza, especialmente en las dosis intermedias de P y para la especie *S. guianensis*.

Summary

A greenhouse experiment was carried out in Lavras, Mato Grosso, Brazil, to evaluate the response of *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis*, and *A. gayanus* + *S. guianensis* to mycorrhizal inoculation and application of different doses of phosphate fertilizer. Plants were cultivated in pots with 3.8 kg of a Dystrophic Dark-Red Latosol from Campos das Vertentes (MG). The experimental design was randomized complete block in a 3 x 5 factorial scheme with four replicates. Treatments were variations in mycorrhizal inoculation (natural soil, soil without mycorrhizae, and soil inoculated with *Glomus etunicatum*). Phosphorus was applied at 0, 50, 100, 200, and 300 mg P/kg of soil. Plant aerial parts were cut twice. Dry matter (DM) production and total crude protein (CP) content of the cut forage were analyzed. Results showed that increasing P rates significantly increased DM production and accumulation of CP, P, Ca, K, and Mg in the plant's aerial parts. These results indicated that the impact of mycorrhizal fungi depended on the forage species being studied, and was greatest when P rates were intermediate.

Referências

- Alvarez V., V.; Novais, R. F.; Braga, J. M.; Neves, J. C.; Barros, N. F.; Ribeiro, A. C.; e Defelipo, B. V. 1988. Avaliação da fertilidade do solo: Metodologia. En: Simpósio da pesquisa na UFV, Viçosa, 1988. Resumos. UFV, Viçosa. p. 68-69.
- Barea, J. M. e Azcon-Aguilar, C. G. 1983. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Adv. Agron.* 36(1):1-54.
- Costa, N. L.; Paulino, V. F.; Cardelli, M. A.; Oliveira, J. R.; e Rodrigues, A. N. 1992. Efeito de diferentes fontes e doses de fósforo sobre a produção de forragem de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. En: 20 Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, Piracicaba, 1992. Anais. USP/ESALQ/SBCS, Piracicaba. p. 314-315.
- Cox, G.; Sanders, F. E.; e Wild, J. A. 1975. Ultrastructural evidence relating to host-endophyte transfer in VA mycorrhiza. En: Sanders, F. E.; Mosse, B.; e Tinker, P. B. (eds.). *Endomycorrhizas*. Academic Press, Londres. p. 297-312.
- Fonseca, D. M. da; Alvarez V. V.; Neves, J. C.; Gomide, J. A.; Novais, R. F. de; e Barros, N. F. 1988. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. *Rev. Bras. Ciência Solo* 12(1):49-58.
- Giarolla, N. F. 1994. Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras da região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos (MG). Dissertação Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Brasil. 226 p.
- Howeler, R. H.; Sieverding, E.; e Saif, S. 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant Soil* 100:249-283.
- Lambais, M. R. e Cardoso, E. J. 1990. Response of *Stylosanthes guianensis* to endomycorrhizal fungi inoculation as affected by lime and phosphorus applications. 1. Plant growth and development. *Plant Soil* 129:283-289.
- _____ e _____. 1993. Response of *Stylosanthes guianensis* to endomycorrhizal fungi inoculation as affected by lime and phosphorus applications. 2. Nutrient uptake. *Plant Soil* 150:109-116.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; e Oliveira, S. A. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Potafos, Brasil. 210 p.
- Saif, S. R. 1985. Response of tropical forage plants to VA mycorrhizal inoculation and rock phosphate. En: 6th North American Conference on Mycorrhizae. 1984. Anais. Oregon Forest Research Laboratory, E.U. p. 228.
- Salinas, J. G. e Sánchez, P. A. 1976. Soil-plant relationship affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. *Cienc. Cul.* 28(2):156-158.
- Saraiva, O. F.; Carvalho, M. M.; Oliveira, F. T.; e Martins, C. E. 1986. Fatores nutricionais limitantes ao crescimento de forrageiras tropicais em dois solos da zona da Mata-MG. 2. Podzólico Vermelho Amarelo. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 21(7):709-714.
- Siqueira, J. O. 1994. Micorrizas arbusculares. En: Araújo, R. S. e Hungria, M. (eds.). *Microorganismos de importância agrícola*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Brasília. p. 151-194.
- Souza, R. F.; Pinto, J. C.; Siqueira, J. O.; e Rezende, V. F. 1999. Micorriza e fósforo no crescimento de *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* em solo de baixa fertilidade. 1. Produção de matéria seca e proteína bruta. *Pasturas Tropicales* 21(3):26.
- Spencer, K. e Glendinning, J. S. 1980. Critical soil test values for predicting the phosphorus and sulfur status of subhumid temperate pastures. *Aust. J. Soil Res.* 18:435-445.