

# Micorriza e fósforo no crescimento de *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* em solo de baixa fertilidade.

## 3. Produção de matéria seca sob condições de estresse hídrico

R. Ferreira de Souza\*, J. Cardoso Pinto\*\*, J. Oswaldo Siqueira\*\*\* e Viviane Ferreira Rezende<sup>ψ</sup>

### Introdução

As pastagens em grande parte do Brasil Central são de baixa produtividade em decorrência das condições adversas de clima e solo. Nessa situação encontra-se a região Campos das Vertentes em Minas Gerais, onde predominam os Cambissolos e Latossolos Vermelho Amarelo e Vermelho Escuro. O Latossolo Vermelho Escuro distrófico abrange aproximadamente 37.422 ha o que equivale a 18.96% da área de influência da represa de Camargos/Itutinga (MG) (Giarolla, 1994). Esses solos por apresentarem melhores condições físicas e topográficas é o mais indicado para formação de pastagens cultivadas. No entanto, um dos maiores problemas para o sucesso no estabelecimento e manutenção de espécies forrageiras melhoradas nessa região são os níveis extremamente baixos de fósforo disponível. Além da sua deficiência natural, a dinâmica do P no solo, principalmente as reações de adsorção aos óxidos de ferro e alumínio e precipitação com ferro e alumínio que favorecem a sua imobilização química, a sua baixa mobilidade contribuem para necessidade de aplicação de altas doses de adubos fosfatados. Além dessas características adversas de solo, a região é afetada por períodos regulares de seca entre os meses de abril e setembro e também por um período de carência de chuvas, denominado veranico, que

ocorre nos meses de janeiro e/ou fevereiro, prejudicando sobremaneira o desenvolvimento das pastagens na região. Assim, para elevar a produtividade das pastagens dessa região é imprescindível a correção da fertilidade do solo e uso de irrigação suplementar em épocas de déficit hídrico. Entretanto, com o elevado custo dos insumos torna-se necessário a busca de alternativas para reduzir o seu uso ou tornar o seu emprego mais eficiente.

O aproveitamento dos fungos micorrízicos arbusculares para o aumento da produtividade das pastagens tropicais é uma alternativa bastante promissora. Os benefícios das micorrizas arbusculares para as pastagens são a maior absorção de nutrientes, sobretudo o P, o crescimento das plantas é estimulado, melhoria na qualidade da forragem e maior resistência aos estresses ambientais (Siqueira, 1994). É bem sabido que os fungos micorrízicos podem prover às plantas infectadas uma maior tolerância à seca em decorrência de uma melhor nutrição em P (Nelsen e Safir, 1982) ou por uma maior absorção de água pela hifa micorrízica (Osonubi, 1994; Osonubi et al., 1991). Uma substancial contribuição da hifa micorrízica na absorção de água pela planta não tem sido demonstrada de maneira eficaz.

O presente estudo objetivou avaliar a influência de fungos micorrízicos arbusculares e doses crescentes de P sobre o crescimento das espécies forrageiras *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf cv. Marandu e *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. var. *vulgaris* Souza Costa cv. Mineirão cultivadas solteiras e consorciadas, em solo de baixa fertilidade natural, sob condições de deficiência hídrica em casa de vegetação.

\* Eng. Agrônomo, MSc. Zootecnia, Rua José Claudino, 268, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

\*\* Eng. Agr., DS, Prof. do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, 37.200-000, Lavras, MG, Brasil.

\*\*\* Eng. Agr., PhD, Prof. do Departamento de Solos, UFLA.

<sup>ψ</sup> Estudante de Agronomia da UFLA.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos contendo 3.8 kg de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, coletado na camada arável, na região de Campos das Vertentes, MG. O solo apresentava as seguintes características químicas: pH em água = 5.1, P = 1 ppm (Mehlich 1); K = 25 ppm; Ca + Mg = 0.4 meq/100 g; Al = 0.2 meq/100 g.

Os tratamentos foram distribuídos de forma inteiramente casualizada, num esquema fatorial 5 x 3, constituídos pela combinação de cinco doses de P (0, 50, 100, 200 e 300 mg/kg solo) e três tratamentos de solo (com fungos micorrízicos nativos, isento de fungos nativos e inoculado com *Glomus etunicatum*, e sem micorriza), com quatro repetições, aplicados às espécies forrageiras *B. brizantha*, *S. guianensis* e *B. brizantha* + *S. guianensis*. Detalhes da instalação e condução do experimento, encontram-se na primeira parte deste trabalho (Micorriza e fósforo no crescimento de *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* em solo de baixa fertilidade. 1. Produção de matéria seca e proteína bruta).

Após o segundo corte, por um período de 90 dias, as plantas foram submetidas a uma condição de deficiência hídrica, quando as irrigações eram feitas com baixos e intermitentes suprimentos de água, ou seja, as irrigações eram realizadas quando as plantas apresentavam sintomas de murchamento. Seguido esse período as plantas foram irrigadas regularmente por um período de 60 dias, mantendo-se o teor de umidade do solo a 60% do volume total de poros. Juntamente com o último corte da parte aérea, foi realizado, também, a coleta das raízes. A parte aérea e as raízes foram secas em estufa com circulação de ar a 70 °C por 72 h para a obtenção de peso de matéria seca (MS).

## Resultados e discussão

As produções de MS da parte aérea e raízes das espécies estudadas, em função das doses crescentes de P, foram altamente significativas e se ajustaram ao modelo de regressão quadrática (Figura 1). A partir das equações de regressão (Tabelas 1 e 2) 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 (Alvarez et al., 1988; Spencer e Glendinning, 1980).

A estimativa da produção máxima de MS da parte aérea de *B. brizantha* após o período de deficiência hídrica foi de 10 g para o solo inoculado, 9.6 g para o solo natural e 8.9 g para o solo desinfestado com a aplicação de P de 220 mg/kg solo. Considerando-se uma produção de MS equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (7.16 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P (mg/kg solo) foi de 103 (100%), 90 (86%) e 83 (79%) para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para *S. guianensis* as produções máximas de MS da parte aérea por vaso foram de 5.3, 4.5 e 0.95 g, obtidas com a aplicação de 300 mg de P por kg de solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se uma produção equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (0.76 g MS/vaso), verifica-se que a necessidade de P foi de 277 (100%), 80 (29%) e 44 mg/kg solo (16%), para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio, as produções máximas por vaso foram de 9.3, 7.5 e 7.4 g de MS com as doses de 215, 227 e 227 mg de P/kg solo para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se uma produção de MS equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (5.9 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P (mg/kg solo) foi de 113 (100%), 101 (88%) e 65 (57%) para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

O desenvolvimento máximo estimado das raízes (produção de MS/vaso) da *B. brizantha* foi 33.5 g para todos os tratamentos de solo, com a aplicação de P de aproximadamente 230 mg/kg solo. Considerando-se uma produção de MS (g/vaso) equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (27 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P foi de 103 (100%), 105 (100%) e 70 (70%) para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. Para *S. guianensis* as quantidades máximas de MS acumuladas pelas raízes foram de 16.5 g para o solo inoculado, 14 g para o solo natural e 12.5 g para o solo desinfestado, e foram obtidas com a aplicação de P de 300 mg/kg solo. Considerando-se uma produção de MS (g/vaso) equivalente a 80% da máxima obtida em solo desinfestado (9.95 g/vaso), observa-se que a necessidade de P (mg/kg solo) foi de 193 (100%), 160 (84%) e 109 (58%) para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente. No consórcio, as quantidades máximas de MS acumuladas nas raízes foram 29.5, 28.5 e 28 g, sob as doses de P de 210, 235 e 245 mg/kg solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Considerando-se uma produção de MS equivalente a 80% da máxima

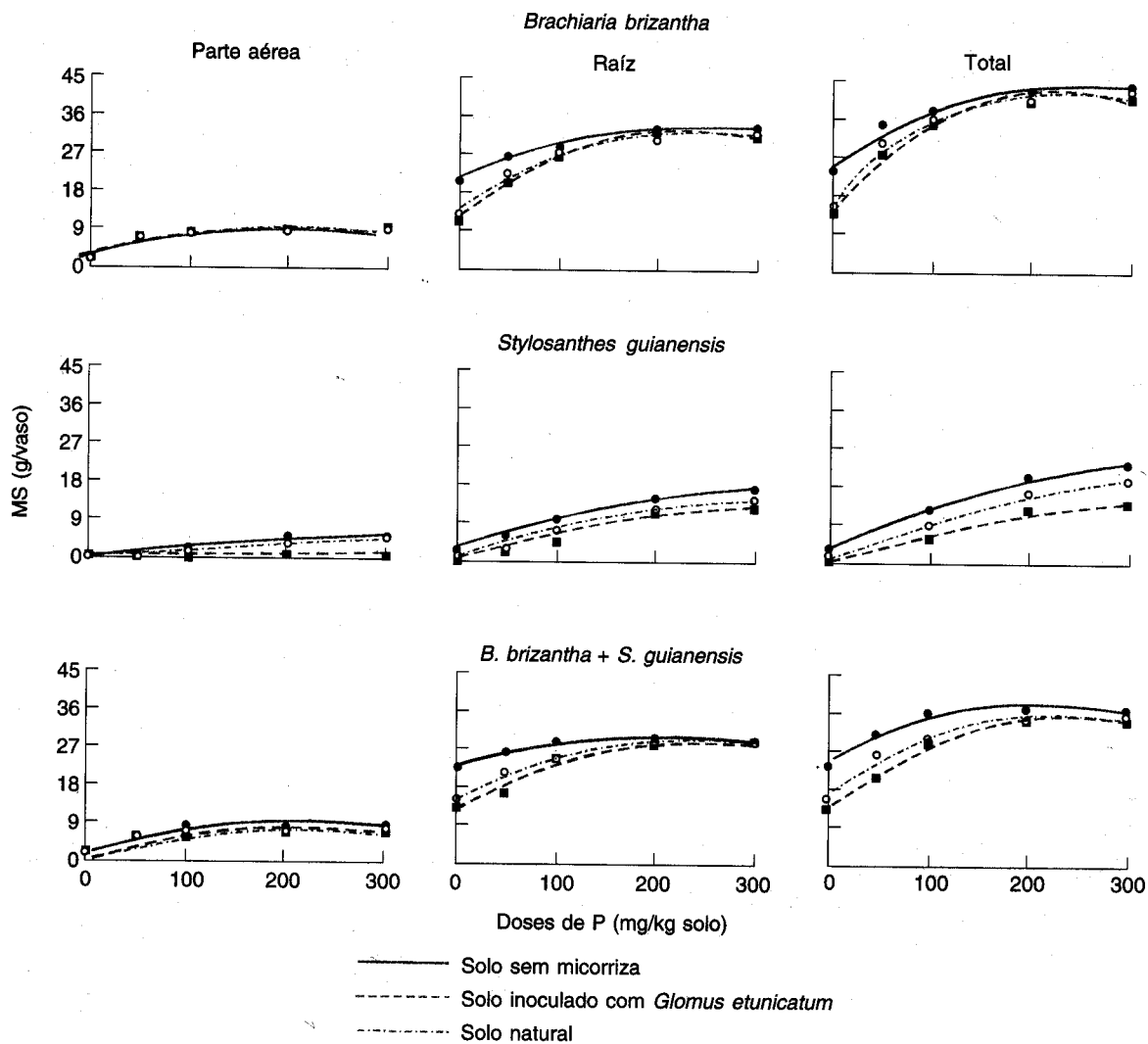


Figura 1. Rendimento de matéria seca (g/vaso) da parte aérea, raiz e total de *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes guianensis* e *B. brizantha + S. guianensis* submetidos à deficiência hídrica, em função de doses de P e tratamentos de solo.

Tabela 1. Equações de regressão para produção de matéria seca da parte aérea (g/vaso) das plantas de *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes guianensis* e *B. brizantha + S. guianensis* como variável dependente (Y) das doses de P (x), nos diferentes tratamentos de solo.

Espécies	Tratamento solo	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
<i>B. brizantha</i>	Inoculado	$Y = 2.9900 + 0.0624x - 0.000145x^2$	0.91**
	Natural	$Y = 2.7200 + 0.0623x - 0.000144x^2$	0.90**
	Desinfestado	$Y = 2.2400 + 0.0624x - 0.000144x^2$	0.89**
<i>S. guianensis</i>	Inoculado	$Y = -0.4783 + 0.0297x - 0.00003x^2$	0.95**
	Natural	$Y = -0.3676 + 0.0129x + 0.00001x^2$	0.94**
	Desinfestado	$Y = 0.0279 - 0.00215x + 0.00002x^2$	0.99**
<i>B. brizantha</i> +	Inoculado	$Y = 2.3946 + 0.0642x - 0.00010x^2$	0.91**
	Natural	$Y = 2.3001 + 0.0461x - 0.00010x^2$	0.85**
<i>S. guianensis</i>	Desinfestado	$Y = 1.6761 + 0.0505x - 0.00010x^2$	0.95**

Tabela 2. Equações de regressão para produção de matéria seca do sistema radicular (g/vaso) das plantas de *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes guianensis* e *B. brizantha* + *S. guianensis* como variável dependente (Y) das doses de P (x), nos diferentes tratamentos de solo.

Espécies	Tratamento solo	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
<i>B. brizantha</i>	Inoculado	$Y = 21.5556 + 0.0960x - 0.0002x^2$	0.99**
	Natural	$Y = 14.5205 + 0.1511x - 0.0003x^2$	0.96**
	Desinfestado	$Y = 12.1220 + 0.1871x - 0.0004x^2$	0.99**
<i>S. guianensis</i>	Inoculado	$Y = 2.5380 + 0.0800x - 0.00011x^2$	0.99**
	Natural	$Y = 0.3673 + 0.0763x - 0.0001x^2$	0.99**
	Desinfestado	$Y = -0.5483 + 0.0733x - 0.0001x^2$	0.95**
<i>B. brizantha</i> +	Inoculado	$Y = 22.2602 + 0.0677x - 0.0002x^2$	0.98**
	Natural	$Y = 15.1721 + 0.1133x - 0.0002x^2$	0.98**
<i>S. guianensis</i>	Desinfestado	$Y = 12.2353 + 0.1287x - 0.0003x^2$	0.95**

obtida em solo desinfestado (22.5 g/vaso), verifica-se que a necessidade de P (mg/kg solo) foi de 113 (100%), 72 (64%) e 3.7 (3.5%) para os solos desinfestado, natural e inoculado, respectivamente.

Esses resultados confirmam pesquisas de Fonseca et al. (1988) trabalhando com *Andropogon gayanus* e *B. decumbens*; Costa et al. (1992) com *B. brizantha*, e Lambais e Cardoso (1990; 1993) trabalhando com *S. guianensis*, os quais verificaram aumentos significativos na produção de MS das espécies estudadas em função do aumento nas doses de P. A presença de infecção micorrízica contribuiu de maneira pronunciada para o melhor desenvolvimento das plantas. Esse trabalho mostra, 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 da planta após o período de deficiência hídrica foi diferenciada em função da espécie e da dose de P aplicada. A efetividade simbiótica foi maior para *S. guianensis* e nas doses intermediárias de P.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ibrahim et al. (1990), Michelsen e Rosendahl (1990), e Davies et al. (1992) demonstrando que plantas micorrizadas apresentam, freqüentemente, maior tolerância à seca.

## Conclusões

O aumento nas doses de P promoveu incrementos significativos na produção de MS da parte aérea e das raízes de *B. brizantha* e *S. guianensis*. As respostas foram realçadas quando se inoculou as plantas com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum*, demonstrando um efeito benéfico da interação micorriza x adubação fosfatada sobre a tolerância dessas espécies à deficiência hídrica. A necessidade de P para o ótimo

crescimento dessas espécies em condições de estresse hídrico foi bastante diminuída pela presença de infecção micorrízica.

## Resumen

En casa de vegetación del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Federal de Lavras (MG, Brasil) se evaluó la respuesta de *Brachiaria brizantha* y *Stylosanthes guianensis* a la inoculación con micorriza y la aplicación de fósforo (P). Las plantas crecieron solas y asociadas en macetas conteniendo 3.8 kg de un Latosol Vermelho Escuro distrófico de la región Campos das Vertentes (MG, Brasil). El estudio consistió en un factorial 3 x 5 con tres tratamientos de suelo (natural, desinfestado y desinfestado más inóculo con *Glomus etunicatum*) y cinco dosis de P (0, 50, 100, 200 y 300 mg/kg de suelo), en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Se realizaron tres cortes en la parte aérea de las plantas, el último de ellos después de un período de limitación hídrica. La producción de MS de la parte aérea y de las raíces se midieron en este corte. Los resultados mostraron que el aumento en las dosis de P incrementó significativamente la producción de MS de la parte aérea y de las raíces, sugiriendo una mayor tolerancia de las plantas a las condiciones de deficiencia hídrica cuando se infectan con micorriza. Se observó que la presencia de estos hongos fue mayor en las dosis medias de P.

## Summary

The response of *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes guianensis*, and *B. brizantha* + *S. guianensis* to mycorrhizal inoculation and different P application rates, when submitted to drought stress, were evaluated under greenhouse conditions in Lavras (Minas Gerais, Brazil). A dystrophic dark red Latosol, obtained from the

Campos das Vertentes region of Minas Gerais, was used. The experiment design was a completely randomized statistical design, arranged in a 3 x 5 factorial scheme with four repetitions and three soil treatments (natural soil, soil without mycorrhizas, and soil inoculated with *Glomus etunicatum*) and five P application rates (0, 50, 100, 200, and 300 mg/kg soil). Three cuttings of the aerial parts of plants were performed; the third cutting was done after plants had been submitted to a period of water stress. The DM production of shoots and roots was evaluated after the third cutting. Results showed that increasing P application rates significantly increased DM production and promoted higher plant tolerance to water stress. These results were evidenced by the presence of mycorrhizal fungi, to a greater or lesser extent, depending on the forage species studied, mainly in the case of intermediate P application rates.

## 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. Resumos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. p. 68-69.
- Costa, N. L.; Paulino, V. F.; Rodrigues, A. N.; Rodrigues, A. N.; e Oliveira, J. R. da C. 1992. Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fontes e doses de fósforo. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília. Anais. Viçosa. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). p. 28-29.
- Davies Jr., F. T.; Potter, J. R.; e Linderman, R. G. 1992. Mycorrhiza and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size and nutrient content. J. Plant Physiol. 139:289-294.
- 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*. Revista Brasileira de Ciência do 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.
- Ibrahim, M. A.; Campbell, W. F.; Rupp, L. A.; e Allen, E. B. 1990. Effects of mycorrhizae on sorghum growth, photosynthesis and stomatal conductance under drought conditions. Arid Soil Research Rehabil 4:99-107.
- 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.
- Michelsen, A. e Rosendahl, S. 1990. The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings. Plant Soil 124(1):7-13.
- Nelsen, C. E. e Safir, G. R. 1982. Increased drought tolerance of mycorrhizal plants caused by improved phosphorus nutrition. Planta 154:407-413.
- Osonubi, O. 1994. Comparative effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphorus fertilization on growth and phosphorus uptake of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.) plants under drought-stressed conditions. Biology and Fertilizers Soils 18:55-59.
- \_\_\_\_\_; Mulongoy, K.; Awotoye, O. O.; Atayese, M. O.; e Okali, D. U. 1991. Effects of ectomycorrhizal and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on drought tolerance of four leguminous woody seedlings. Plant Soil 136(1):131-143.
- Siqueira, J. O. 1994. Micorrizas arbusculares. En: Araújo, R. S. e Hungria, M. (eds.). Microorganismos de importância agrícola. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-SPI), Brasília DF. p. 151-194.
- 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.