

EFEITO DE MICORRIZAS ARBUSCULARES SOBRE O CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE *Brachiaria brizantha* CV. MARANDU

NEWTON DE LUCENA COSTA¹, VALDINEI TADEU PAULINO², ROGÉRIO SEBASTIÃO CORRÊA DA COSTA³,
RICARDO GOMES DE ARAÚJO PEREIRA³, CLAUDIO RAMALHO TOWNSEND³, JOÃO AVELAR
MAGALHÃES⁴

¹Pesquisador, Mestre da EMBRAPA Roraima, Boa Vista, RR, Brasil - newton@cpafrr.embrapa.br

²Pesquisador, Doutor do Instituto de Zootecnia da APTA, Nova Odessa, SP, Brasil.

³Pesquisador, Doutor da EMBRAPA Rondônia, Porto Velho, RO, Brasil

⁴Pesquisador, Doutor da EMBRAPA Meio-Norte, Parnaíba, PI, Brasil. avelar@cpamn.embrapa.br

RESUMO

O efeito da inoculação de micorrizas arbusculares (MA) sobre o crescimento e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi testada, sob condições de casa-de-vegetação. Foram avaliadas oito espécies de MA: *Glomus mossaea*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*. A inoculação de MA aumentou significativamente os rendimentos de massa seca (MS), teores e absorção de fósforo da gramínea. Os maiores rendimentos de MS foram obtidos com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. Plantas inoculadas com *S. heterogama*, *G.*

etunicatum, *A. muricata* e *G. margarita* apresentaram os maiores teores de fósforo, enquanto que as maiores quantidades absorvidas de fósforo foram observadas com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. As maiores taxas de colonização radicular foram registradas com a inoculação de *A. muricata*, *G. fasciculatum* e *G. margarita*. As maiores concentrações de nitrogênio foram verificadas com a inoculação de *G. macrocarpum*, *G. etunicatum* e *G. mossaea*. Plantas micorrizadas por *G. etunicatum* apresentaram os maiores teores de cálcio e magnésio, enquanto que as inoculadas com *G. mossaea* proporcionaram o maior teor de potássio.

PALAVRAS-CHAVE: colonização radicular; macronutrientes; produção de massa seca.

EFFECT OF ARBUSCULAR MYCORRHIZA ON GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF *Brachiaria brizantha* CV. MARANDU

ABSTRACT

We evaluated the effects of arbuscular mycorrhizal (AM) inoculation - *Glomus mossaea*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* and *A. muricata* - on dry matter (DM) yields, and phosphorus, nitrogen, calcium, magnesium and potassium contents and uptake by *Brachiaria brizantha* cv. Marandu under greenhouse conditions. The AM inoculation promoted significant increments on dry matter (DM) yields and phosphorus contents and uptake. The highest DM yields were observed with the inoculation of *A. muricata* and *S. heterogama*. The more effective fungi in relation to P

concentration were *S. heterogama*, *G. etunicatum*, *A. muricata* and *G. margarita*. The plants inoculated with *A. muricata* and *G. etunicatum* and *S. heterogama* exhibited higher phosphorus uptake. The highest percentage of root colonization occurred in plants inoculated with *A. muricata* e *G. fasciculatum* and *G. margarita*. The higher nitrogen contents were provided for plants inoculated with *G. macrocarpum*, *G. etunicatum* and *G. mossaea*. Plants inoculated with *G. etunicatum* recorded higher calcium and magnesium contents, while those inoculated with *G. mossaea* presented the highest potassium concentration.

KEYWORDS: dry matter yield; macronutrients; root colonization.

INTRODUÇÃO

Em Rondônia, a maioria das pastagens são estabelecidas em solos com baixos níveis de nutrientes disponíveis, notadamente o fósforo, cuja capacidade de fixação nesses solos é alta e quantidades consideráveis devem ser adicionadas para satisfazer os requerimentos nutricionais das plantas forrageiras (COSTA et al., 2004). Considerando-se os altos custos dos fertilizantes fosfatados, métodos alternativos devem ser buscados, visando um manejo mais econômico e racional desses recursos naturais. Desse modo, os benefícios decorrentes das associações micorrízicas são uma alternativa de grande relevância para aumentar a disponibilidade de P e sua absorção pelas plantas.

As micorrizas arbusculares (MA) são associações simbióticas mutualísticas entre as raízes da maioria das espécies vegetais superiores e certos fungos do solo (CORONADO et al., 2002; SOUZA et al., 2006; CARNEIRO et al., 2010). A colonização das raízes por MA resulta em modificações na fisiologia, bioquímica e nutrição mineral da planta hospedeira, especialmente no favorecimento da absorção, translocação e utilização de nutrientes e água. São caracterizadas pelo íntimo contato entre os simbiontes, pela perfeita integração funcional, além da troca simultânea de metabólitos e nutrientes (CARNEIRO et al., 2011). Além de aumentar a absorção de fósforo a níveis adequados (CALDEIRA et al., 2003; KLIRONOMOS, 2003; LUTGEN et al., 2003; COSTA et al., 2012), a colonização micorrízica comumente resulta em maior crescimento da planta hospedeira e na diminuição nas relações de peso seco da raiz e parte aérea (SMITH et al., 2003; PEÑA-VENEGAS et al., 2007). Do ponto de vista do aproveitamento das gramíneas forrageiras, é interessante que a parte aérea se desenvolva o máximo possível (CORDEIRO et al., 2005; CARNEIRO et al., 2007; GERARDO & FABIANA, 2011).

Os efeitos positivos da micorrização sobre o crescimento e absorção de fósforo em gramíneas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Andropogon*, *Panicum* e *Sorghum* foram relatados em diversos trabalhos (SMITH et al., 2003; CARNEIRO et al., 2007; COSTA et al., 2007; SOUZA et al., 2011). No entanto, essas respostas são condicionadas às interações entre características do solo, espécies de gramíneas e de fungos micorrízicos (MONTAÑEZ, 2005; NODA, 2009; SILVA et al., 2009).

No presente trabalho avaliou-se o efeito da

inoculação de espécies de MA sobre a produção de massa seca e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação, utilizando-se um Latossolo Amarelo, textura argilosa, fase floresta, com as seguintes características químicas: pH = 4,9; P = 2 mg/kg; Ca + Mg = 1,9 cmol/dm³; Al = 1,7 cmol/dm³ e K = 76 mg/kg. O solo foi coletado na camada arável (0 a 20 cm), destorroado e peneirado em malha de 6 mm, sendo a seguir esterelizado em autoclave à 110 °C, por uma hora, a vapor fluente e pressão de 1,5 atm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições e os tratamentos constituídos por oito espécies de micorrizas arbusculares: *Glomus mossaea*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*. Cada unidade experimental constou de um vaso com capacidade para 3,0 kg de solo seco. A inoculação das MA foi realizada adicionando-se ao solo, numa camada uniforme, cerca de 5 cm abaixo do nível de semeadura, 10 g de inóculo/vaso (solo + esporos + raízes), contendo aproximadamente, 300 esporos/50g de solo. A semeadura foi realizada em 22 de fevereiro de 2004, utilizando-se dez sementes/vaso, desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2% durante 20 min. O desbaste foi efetuado 15 dias após a germinação das sementes, deixando-se três plantas/vaso. A reposição da água evapotranspirada foi realizada diariamente, pela manhã e à tarde com água deionizada, mantendo-se o solo em 80% de sua capacidade de campo.

Após oito semanas de cultivo, as plantas foram cortadas rente ao solo, postas para secar em estufa a 65 °C, por 72 horas, sendo, a seguir, pesadas para determinação do rendimento de massa seca (MS) e moídas em peneira de 2,0 mm. Na ocasião do corte, as plantas apresentavam uma altura média de 33 ± 6,7 cm. As concentrações de fósforo, nitrogênio, cálcio, potássio e magnésio foram determinadas segundo a metodologia descrita por TEDESCO (1982). A taxa de colonização radicular foi avaliada através da observação, ao microscópio, de 20 fragmentos de raízes com 2,0 cm de comprimento, clarificados com KOH e tingidos por azul de tripano em lactofenol, segundo a técnica de PHILLIPS & HAYMAN (1970).

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade de variância e, quando não atenderam a um desses requisitos, foram

transformados para $(x + 1)^{0,5}$ e, então, submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística detectou significância ($P < 0,05$) para o efeito da micorrização sobre os rendimentos de matéria seca (MS) da gramínea. Entre os fungos avaliados, os mais eficientes foram *A. muricata* e *S. heterogama*, os quais proporcionaram incrementos de 353 e 321%, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha, enquanto *G. fasciculatum* e *G. mossaea* foram os fungos menos efetivos (Tabela 1).

MIRANDA et al. (2008) constataram diferenças significativas na efetividade de espécies de MA sobre o rendimento de forragem de *B. decumbens* cv. Basilisk, sendo os maiores valores registrados com a inoculação de *S. heterogama*

(9,44 g de MS/vaso), *G. margarita* (6,96 g de MS/vaso) e *Glomus clarum* (6,48 g de MS/vaso), comparativamente às plantas inoculadas com *Acaulospora morrowiae* (5,34 g de MS/vaso), *Entrophospora colombiana* (4,26 g de MS/vaso) ou às não inoculadas (2,04 g de MS/vaso). Do mesmo modo, SOUZA et al. (2011) verificaram que plantas de sorgo inoculadas com *G. margarita* ou *G. gigantea* forneceram produções de MS significativamente superiores às não micorrizadas ou àquelas inoculadas com *Glomus clarum*. COSTA et al. (2004), com *Paspalum coryphaeum*, observaram maior efetividade de *A. muricata* e *S. heterogama*, comparativamente a *G. macrocarpum*, *A. laevis*, *G. etunicatum* e *G. margarita*. Segundo MONTAÑEZ (2005), as plantas apresentam grande variabilidade na resposta à inoculação de MA, a qual parece ser controlada geneticamente, através das variações fisiológicas dos endófitos e dos mecanismos de infecção, podendo ocorrer especificidade até mesmo ao nível de variedades.

Tabela 1 - Rendimento de massa seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo e taxas de colonização radicular de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em função da inoculação de micorrizas arbusculares

Tratamentos	Massa Seca (g/vaso)	Fósforo		Colonização radicular (%)
		%	mg/vaso	
Testemunha	1,37 f	0,092 e	1,26 f	--
<i>Glomus mossaea</i>	3,82 de	0,113 cd	4,32 de	51,6 bc
<i>G. macrocarpum</i>	4,29 cd	0,107 d	4,59 cd	43,4 cd
<i>G. fasciculatum</i>	3,05 e	0,116 bc	3,54 e	58,9 ab
<i>G. etunicatum</i>	4,68 cd	0,120 ab	5,62 bc	40,1 d
<i>Gigaspora margarita</i>	5,11 bc	0,118 abc	6,03 b	56,0 ab
<i>Scutellospora heterogama</i>	5,77 ab	0,124 a	7,15 a	38,5 d
<i>Acaulospora laevis</i>	4,93 bc	0,098 e	4,83 cd	39,4 d
<i>A. muricata</i>	6,20 a	0,119 ab	7,38 a	61,6 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Com relação aos teores de fósforo, os maiores valores foram obtidos com a inoculação de *S. heterogama* (0,124%), *G. etunicatum* (0,120%), *A. muricata* (0,119%) e *G. margarita* (0,118%), os quais não diferiram entre si ($P > 0,05$); contudo, foram inferiores ao nível crítico interno reportado por COSTA et al. (2004) para *B. brizantha* cv. Marandu (0,127%). As maiores quantidades absorvidas de fósforo foram verificadas nas plantas inoculadas com *A. muricata* (7,38 mg/vaso) e *S. heterogama* (7,15 mg/vaso) (Tabela 1). LUGO et al. (2003), MONTAÑEZ (2005) e NASIM (2010) constataram que as plantas micorrizadas, por apresentarem menores valores de Km, maior influxo

de entrada de fósforo e absorção fora da zona de esgotamento, tornam-se mais eficientes na absorção e utilização de nutrientes, notadamente o fósforo.

TORO et al. (2008) verificaram que plantas colonizadas absorviam P^{32} colocado até 8,0 cm de distância da superfície da raiz, pois as hifas do fungo funcionam como extensão do sistema radicular, podendo absorver nutrientes além da zona dos pelos radiculares e fora da zona de depleção (1 a 2 mm). De acordo com MONTAÑEZ (2005), a micorrização, geralmente, implica aumento na taxa fotossintética, respiração e transpiração das plantas, o que pode afetar positivamente a absorção de nutrientes da solução do solo.

As taxas de colonização radicular foram significativamente afetadas ($P < 0,05$) pelas diferentes espécies de MA. Os maiores valores foram registrados com a inoculação de *A. muricata* (61,6%), *G. fasciculatum* (58,9%) e *G. margarita* (56,0%) (Tabela 1). MIRANDA et al. (2008) constataram maior colonização das raízes de *B. brizantha* cv. Marandu com a inoculação de *Glomus clarum* (61,0%), comparativamente a *Acaulospora morrowiae* (21,8%) e *G. margarita* (10,8%), comportamento que pode ser atribuído à maior fertilidade natural do solo utilizado ($\text{pH} = 6,6$; $\text{P} = \text{Al}^{3+} = 0 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ e $\text{Ca} + \text{Mg} = 2,2 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$). O mecanismo que regula a relação entre a infecção das raízes por MA não é ainda bem conhecido, porém deve estar associado ao nível crítico interno de fósforo da planta hospedeira (LOVELOCK et al., 2004; CORDEIRO et al., 2005; URCELAY & BATTISTELLA, 2007; NODA, 2009; NASIM, 2010).

Neste trabalho, observou-se que maiores taxas de colonização radicular não refletiram, necessariamente, em maiores teores de fósforo nos tecidos das plantas. No entanto, a possibilidade do fósforo do solo agir diretamente no crescimento do fungo e, conseqüentemente, na colonização micorrízica, também deve ser considerada, tendo sido observados resultados que confirmam essa hipótese (LUGO et al., 2003; STEINBERG & RILLIG, 2003; ROUMET et al., 2006; PEÑA-VENEGAS et al., 2007; SILVA et al., 2009). MIRANDA et al. (2008) demonstraram que existe um balanço entre fósforo do solo e do tecido que controla essa relação simbiótica. O efeito do fósforo do solo seria provavelmente mais evidente na fase

inicial de colonização radicular, quando o fungo está se desenvolvendo no solo, seja na germinação dos esporos ou no desenvolvimento micelial anterior à penetração na raiz. Segundo NODA (2009), geralmente as espécies dos gêneros *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Scutellopora* ocorrem em uma faixa maior de pH, apresentando melhor adaptação e maior efetividade em solos ácidos que as de *Glomus*.

Os maiores teores de nitrogênio foram obtidos com a inoculação de *G. etunicatum* (1,39%) e *G. macrocarpum* (1,38%), os quais não diferiram dos fornecidos por *G. mossae* (1,35%). Plantas micorrizadas por *G. etunicatum* e *G. mossae* apresentaram os maiores teores de potássio (1,53%) e magnésio (0,28%), respectivamente. Para os teores de cálcio, os maiores valores foram obtidos com a inoculação de *G. etunicatum* (0,4%) e *A. laevis* (0,40%) (Tabela 2). Em geral, para todos os nutrientes avaliados, observou-se um efeito de diluição de suas concentrações, em função do maior acúmulo de MS. Do mesmo modo, COSTA et al. (2007), com *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, verificaram que a inoculação de *G. fasciculatum* proporcionava maiores teores de nitrogênio e potássio, comparativamente a oito espécies de MA pertencentes aos gêneros *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Entrophospora*. Resultados semelhantes foram reportados por SANTOS al. (2001) e SOUZA et al. (2011) para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; COSTA et al. (2004) com *A. gayanus* cv. Planaltina; COSTA et al. (2007) com *Paspalum coryphaeum*, TORO et al. (2008) com *Sorghum bicolor* e GERARDO & FABIANA (2011) com *Coelorhachis selloana*, gramínea nativa da América do Sul.

Tabela 2 - Concentrações (%) de nitrogênio, cálcio, potássio e magnésio de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em função da inoculação de micorrizas arbusculares

Tratamentos	Nitrogênio	Cálcio	Potássio	Magnésio
Testemunha	1,28 c	0,42 ab	1,48 ab	0,24 bc
<i>Glomus mossae</i>	1,35 ab	0,38 c	1,53 a	0,21 cd
<i>G. macrocarpum</i>	1,38 a	0,35 cd	1,39 de	0,25 b
<i>G. fasciculatum</i>	1,20 d	0,39 bc	1,41 de	0,23 bc
<i>G. etunicatum</i>	1,39 a	0,44 a	1,47 bc	0,28 a
<i>Gigaspora margarita</i>	1,17 de	0,31 de	1,33 fg	0,20 de
<i>Scutellopora heterogama</i>	1,14 e	0,28 ef	1,30 g	0,22 cd
<i>Acaulospora laevis</i>	1,33 bc	0,40 ab	1,43 cd	0,25 b
<i>A. muricata</i>	1,15 de	0,26 f	1,36 ef	0,18 e

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey

CONCLUSÕES

A inoculação de MA afeta significativamente os rendimentos de massa seca e a absorção de macronutrientes em *B. brizantha* cv. Marandu.

As plantas inoculadas com *A. muricata*, *G. fasciculatum* e *G. margarita* apresentam as maiores taxas de colonização radicular.

REFERÊNCIAS

- CALDEIRA, M.V.W.; SILVA, E.M.R.; FRANCO, A.A.; WATZLAWICK, L.F. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de três leguminosas arbóreas. **Revista Acadêmica (Ciências Agrárias e Ambientais)**, Curitiba, v.1, n.1, p. 27-32, 2003.
- CARNEIRO, R.F.V.; MARTINS, M.A.; ARAUJO, A.S.F.; NUNES, L.A.P. L. Inoculação micorrízica arbuscular e adubação fosfatada no cultivo de forrageiras consorciadas. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.60, n.232, p.1191-1202, 2011.
- CARNEIRO, R.F.V.; MARTINS, M.A.; FREITAS, M.S.M.; DETMANN, E.; VÁSQUEZ, H.M. Inoculação micorrízica arbuscular e doses de fósforo na produção do capim-andropogon, em substrato não estéril. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.3, p.212-218, 2007.
- CARNEIRO, R.F.V.; MARTINS, M.A.; VÁSQUEZ, H.M.; DETMANN, E. Doses de fósforo e inoculação micorrízica no cultivo de estilosantes em solo sob condições naturais. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.59, n.227, p.415-426, 2010.
- CORDEIRO, M.A.S.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SAGGIN JÚNIOR, O.S. Colonização e densidade de esporos de fungos micorrízicos em dois solos do cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.147-153, 2005.
- CORONADO, M.H.E.; ROMO, R.L.C.; CERECEDO, M.S.; CASTILLO, A.M.; MÁRQUEZ, M.H.R.; CASTRO, J.J. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas inoculadas con biofertilizantes en condiciones de invernadero. **Técnica Pecuária en México**, Ciudad de México, v.42, n.3, p.459-475, 2002.
- COSTA, N. de L.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A.; TOWNSEND, C.R.; OLIVEIRA, J. R. C. Considerações sobre o manejo de pastagens na Amazônia Ocidental. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília, v.13, n.40, p.37-55, 2007.
- COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; LUCENA, M.A.C.; SCHUNKE, R.; LOPES, R.B.; MAGALHÃES, J.A.; NASCIMENTO, L.E. da S. Resposta de *Pueraria phaseoloides* (Benth.) à adubação fosfatada em presença ou não de fungo micorrízico. **Pubvet**, Londrina, v.6, n.9, Art#1315, 2012.
- COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; RODRIGUES, A.N.A.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A. Calagem e adubação de pastagens. In: COSTA, N de L. (Ed.) **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. p.81-115.
- GERARDO, P.; FABIANA, P. Micorrizas arbusculares en dos gramíneas nativas de Uruguay en áreas con y sin pastoreo. **Agrociencia**, Montevideo, v.15, n.2, p.1-10, 2011.
- KLIRONOMOS, J.N. Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi. **Ecology**, Ithaca, v.84, n.9, p.2292-2301, 2003.
- LOVELOCK, C.E.; WRIGHT, S.F.; CLARK, D.A.; RUESS, R.W. Soil stocks of glomalin produced by arbuscular mycorrhizal fungi across a tropical rain forest landscape. **Journal of Ecology**, London, v.92, n.2, p.278-287, 2004.
- LUGO, M.A.; GONZÁLES MAZA, M.E.; CABELLO, M.N. Arbuscular mycorrhizal fungi in a mountain grassland: II Seasonal variation of colonization studied, along with its relation to grazing and metabolic host type. **Mycologia**, Corballis, v.95, n3, p.407-415, 2003.
- LUTGEN, E.R.; MUIR-CLAIMONT, D.; GRAHAM, J.; RILLIG, M.C. Seasonality of arbuscular mycorrhizal hyphae and glomalin in a western Montana grassland. **Plant and Soil**, The Hague, v.257, n.1, p.71-83, 2003.
- MIRANDA, E.M.; SAGGIN JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1185-1191, 2008.
- MONTAÑEZ, A. El estudio de las micorrizas arbusculares: limitantes y perspectivas. **Agrociencia**, Montevideo, v.9, n.2, p.311-315, 2005.
- NASIM, G. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with tissue culture raised potato. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v.42, n.6, p.4215-4227, 2010.
- NODA, Y. Las micorrizas: una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v.32, n.2, p.1-10, 2009.
- PEÑA-VENEGAS, C.P.; CADONA, G.I.; ARGUELLES, J.H.; ARCOS, A.L. Micorrizas arbusculares del sur de la amazonia colombiana y su relación con algunos factores fisicoquímicos y biológicos del suelo. **Acta Amazonica**, Manaus, v.37, n.3, p.327-336, 2007.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transaction of the British Mycological Society**, Cambridge, v.55, p.158-161, 1970.
- ROUMET, C.; URCELAY, C.; DÍAS, S. Suites of root

- traits differ between annual and perennial species growing in the field. **New Phytologist**, Cambridge, v.170, n.2, p.357-368, 2006.
- SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J.O.; MORAIS, A.R.; CURI, N.; EVANGELISTA, A.R. Resposta a fósforo, micorriza e nitrogênio de braquiário e amendoim forrageiro consorciados. 1. Rendimento de matéria seca da parte aérea e da raiz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.1206-1215, 2001.
- SILVA, G.A.; SIQUEIRA, J.O.; STÜRME, S.L. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos sob diferentes sistemas de uso na região do Alto Solimões na Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v.39, n.3, p.477-488, 2009.
- SMITH, S.E.; SMITH, F.A.; JAKOBSEN, I. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses. **Plant Physiology**, Bethesda, v.133, n.1, p.16-20, 2003.
- SOUZA, F.A.; GOMES, E.A.; VASCONCELOS, M.J.V.; SOUSA, S.M. **Micorrizas arbusculares: perspectivas para aumento da eficiência de aquisição de fósforo (P) em Poaceae - gramíneas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 32p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 134)
- SOUZA, V.C.; SILVA, R.A.; CARDOSO, G.D.; BARRETO, A.F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.612-618, 2006.
- STEINBERG, P.D.; RILLIG, M.C. Differential decomposition of arbuscular mycorrhizal fungal hyphae and glomalin. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.35, n.1, p.191-194, 2003.
- TEDESCO, M.J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H₂O₂ - H₂SO₄**. Porto Alegre, UFRGS, 1982. 23p. (Informativo Interno, 1).
- TORO, M.; BAZÓ, I.; LÓPEZ, M. Micorrizas arbusculares y bacterias promotoras de crecimiento vegetal, biofertilizantes nativos de sistemas agrícolas bajo manejo conservacionista. **Agronomía Tropical**, Caracas, v.58, n.3, p.215-221, 2008.
- URCELAY, C.; BATTISTELLA, R. Colonización micorrízica en distintos tipos funcionales de plantas herbáceas del centro de Argentina. **Ecología Austral**, Córdoba, v.17, n.2, p.179-188, 2007.

Protocolado em: 19 jan. 2010. Aceito em: 10 out. 2012