

Eficiência de Forrageiras e Efeito da Micorriza na Absorção de Fósforo Menos Disponível do Solo

Efficiency of Forage Plant Species and Effect of Mycorrhiza on Absorption of Less Available Phosphorus in Soil

Fabiana Rocha^{a*}; Takashi Muraoka^b; Walcylene Lacerda Matos Pereira Scaramuzza^a; Jose Fernando Scaramuzza^a

^aUniversidade Federal do Mato Grosso, MT, Brasil

^bCentro de Energia Nuclear na Agricultura, SP, Brasil

*E-mail: fabianaroch@gmail.com

Resumo

Objetivou-se verificar a influência da inoculação com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum* Becker na produção de massa seca, concentração de P na parte aérea, bem como selecionar as cultivares forrageiras mais eficientes em absorver o P na forma menos disponível do solo. Foram comparadas nove cultivares de forrageiras: *Lolium multiflorum* Lam. cv. Comum e cv. Rio grande do Sul, *Brachiaria dictyoneura* Stapf cv. Llanero, *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu e cv. Xaraés, *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia, cv. Atlas, cv. Massai e cv. Mombaça. Como espécie padrão utilizou-se o feijão-guandu *Cajanus cajan* L. cv. Fava larga. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 10x2 (9 forrageiras e 1 espécie padrão) e dois tipos de tratamento de solo (solo natural e solo inoculado com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum* Becker). A inoculação com o fungo *Glomus etunicatum* Becker não promoveu acréscimos na produção de massa seca da parte aérea no primeiro e segundo corte. Em geral, maiores concentrações de P nos tecidos das plantas foram verificados no tratamento inoculado. O valor L nos tratamentos inoculados no primeiro corte, indicou a cultivar Rio Grande do Sul como a mais eficiente em absorver o P do solo. No segundo corte as cultivares mais eficientes foram: Mombaça>Rio Grande do Sul>Massai>Tanzânia>Comum.

Palavras-chave: Radioisótopo ³²P. Valor L. *Glomus etunicatum*. Capins.

Abstract

This study assessed the effect of inoculation with the mycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* Becker on dry matter production, P concentration in shoots, as well as selecting the most efficient forage cultivars to absorb less available P in soil. Nine forage cultivars were compared: *Lolium multiflorum* Lam cv. Common and cv. Rio Grande do Sul, *Brachiaria dictyoneura* Stapf cv. Llanero, *Brachiaria Brizantha* Stapf cv. Marandu and cv. Xaraés *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania, cv. Atlas cv. Massai and cv. Mombaça. The pigeon pea *Cajanus cajan* L. cv. Broad bean, was used as standard species. The experimental design was completely randomized with three replications and treatments arranged in a factorial design 10x2 (9 forage species and 1 standard) and two types of soil treatment (natural soil and soil inoculated with the mycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* Becker). The inoculation with the fungus *Glomus etunicatum* Becker did not cause increases in dry matter production of shoots in the first and the second cutting. In general, higher concentrations of P in plant tissues were observed in the inoculated treatment. The L value in the inoculated treatments in the first cutting indicated the cultivar Rio Grande do Sul as the most efficient in absorbing P from the soil. In the second cutting, the most efficient cultivars were: Mombaça> Rio Grande do Sul> Massai> Tanzania> Common.

Keywords: radioisotope ³²P. L value. *Glomus etunicatum*. grasses.

1 Introdução

Aproximadamente 180 milhões de hectares no Brasil são ocupados pela exploração pecuária, dos quais 56% são formados por pastagens cultivadas e 44% por pastagens nativas (LUZ *et al.*, 2007).

Dentre os macronutrientes, o fósforo é o que tem menor disponibilidade para as plantas na rizosfera, pois tem forte interação com os constituintes do solo (ARAÚJO; MACHADO, 2006). A retenção do P no solo, em formas lábeis ou não, ocorre tanto pela precipitação do P em solução com formas iônicas de Fe, Al e Ca, como, principalmente, por adsorção nos óxidos e hidróxidos de Fe e Al presentes, em geral, em maiores quantidades em solos tropicais mais intemperizados, de modo particular nos de textura mais argilosa (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

A baixa disponibilidade de P no solo frequentemente

limita o desenvolvimento das plantas forrageiras, sobretudo nos períodos iniciais, quando é absorvido em grande quantidade, exercendo destacada influência no perfilhamento e desenvolvimento da parte aérea e das raízes (WERNER; COLOZZA; MONTEIRO, 2001). Além de reduzir o crescimento das plantas forrageiras, a baixa disponibilidade de P no solo reduz sua concentração na massa seca, causando problemas nutricionais aos animais que dela se alimentam, refletindo na redução da fertilidade e do desenvolvimento de animais jovens (MALAVOLTA *et al.*, 1974).

A micorriza arbuscular é uma simbiose mutualística entre as raízes da maioria das plantas e fungos do filo Glomeromycota. Parte dos compostos de carbono produzidos pela planta durante a fotossíntese é utilizada pelo fungo, que fornece à planta parte dos nutrientes absorvidos do solo (ARAÚJO; MACHADO, 2006). Nos solos tropicais, o aumento na absorção de

nutrientes de baixa mobilidade no solo, em especial o P, é o benefício primário das micorrizas, sendo que a maior absorção de P exerce alguns efeitos benéficos secundários, que podem ser nutricionais, ao aumentar a absorção de outros nutrientes, ou fisiológicos, ao melhorar as relações hídricas na planta (OSONUBI *et al.*, 1991).

Estudos mostram que a absorção e utilização de nutrientes pelos cultivares são controladas geneticamente (CLARK; DUNCAN, 1991). Esses estudos também citam que existe a possibilidade de melhorar a eficiência de absorção e da utilização de nutrientes tanto em baixo como em elevado nível de fertilidade por meio da seleção de plantas eficientes. Um exemplo nesse sentido é o desenvolvimento de germoplasma de trevo com maior capacidade de absorção e utilização de P (DUNLOP *et al.*, 1990).

Diversas metodologias podem ser utilizadas para determinação da eficiência de absorção de P pelas plantas, sendo que entre elas a empregada por Hocking *et al.* (1997), na qual compararam a eficiência de diferentes espécies vegetais em absorver o P do solo na forma menos disponível, através da técnica da diluição isotópica de ^{32}P , o valor L (LARSEN, 1952). O valor L é, por definição: “a quantidade de determinado nutriente no solo e na solução do solo (no presente caso o P), que é trocável com íon quimicamente idêntico adicionado ao solo, disponível às plantas, medido através da técnica da diluição isotópica, usando o isótopo do elemento em questão”. A vantagem dessa técnica é a possibilidade de medir diretamente as diferenças entre plantas na capacidade de absorção de P que se encontra na forma menos disponível no solo (FERNANDES; MURAOKA, 2002).

Objetivou-se nesse estudo, verificar a influência da inoculação com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum* Becker na produção de massa seca, concentração de P na parte aérea, bem como selecionar as cultivares forrageiras mais eficientes em absorver o P na forma menos disponível do solo, por meio do valor L.

2 Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura-CENA/USP, em Piracicaba-SP, no período de outubro de 2007 a janeiro de 2008.

Foram comparadas nove cultivares de forrageiras, sendo duas do gênero *Lolium* (*Lolium multiflorum* Lam. cv. Comum e cv. Rio grande do Sul), três do gênero *Brachiaria* (*Brachiaria dictyonera* Stapf. cv. Llanero, *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu e cv. Xaraés) e, quatro do gênero *Panicum*: *Panicum maximum* Jacq. cv. cv. Tanzânia, cv. Atlas, cv. Massai e cv. Mombaça Como espécie padrão utilizou-se o feijão-guandu *Cajanus cajan* L. cv. Fava larga, espécie muito eficiente na absorção de fósforo de acordo com trabalhos de Hocking *et al.* (1997) e Fernandes e Muraoka (2002).

O solo utilizado no experimento, proveniente da região de Piracicaba, foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa e, cultivado anteriormente com feijão. Os atributos químicos do solo são pH em CaCl_2 : 4,88; matéria orgânica

e nitrogênio total : 23,97 e 0,52 g kg^{-1} respectivamente; enxofre (CaCl_2 0,1 mol L^{-1}) e fósforo (resina): 19,30 e 21,70 mg dm^{-3} , respectivamente; Al+H, K, Ca, Mg, soma de bases e CTC: 29,30, 1,25, 19,20, 7,50, 27,95 e 57,25 mmol dm^{-3} , respectivamente, e saturação por bases de 48,82%.

Não foi realizada a calagem, pois a saturação de bases bem como o pH estavam adequados para atender às exigências das forrageiras de acordo com e Werner *et al.* (1996) e Vilela *et al.* (1998).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 10x2, constituídos por dez espécies (9 forrageiras e 1 espécie padrão) e dois tipos de tratamento de solo (solo natural e solo inoculado com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum* Becker). Cada vaso representou uma unidade experimental, totalizando 60 unidades.

Cada vaso recebeu 2,5 kg de solo peneirado, sendo que a marcação do solo foi feita pela técnica de diluição isotópica do ^{32}P , aplicando-se 200 mL de solução com atividade específica de 50 MBq mg^{-1} de P(ácido fosfórico). Após a aplicação do ^{32}P , os vasos ficaram em repouso por uma semana, para atingir equilíbrio isotópico.

Após o repouso, realizou-se a semeadura das forrageiras diretamente nos vasos. Realizou-se o desbaste 15 dias depois, deixando-se duas plantas por vaso e, em seguida, fez-se a inoculação com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum* Becker em 30 vasos, nos quais foram feitos furos no solo por meio de um bastão de vidro a 5 cm de profundidade e a 5 cm de distância das plantas, adicionando-se em seguida areia contendo raízes infectadas, pedaços de hifas e esporos do fungo (aproximadamente 350 esporos).

Cinco dias após a inoculação, foi realizada a adubação com 25 mg kg^{-1} de N (sulfato de amônio) e 50 mg kg^{-1} de K (cloreto de potássio). Dez dias após, foram adicionados mais 25 mg kg^{-1} de N (sulfato de amônio).

Cinquenta e dois dias após o semeio, realizou-se o primeiro corte das forrageiras rente ao solo e, em seguida, foi feita a adubação com N e K semelhante à que foi feita antes do primeiro corte. O segundo corte foi realizado rente ao solo aos 32 dias após o primeiro corte e após separação da raiz do solo, foi coletado também 1g de raiz para posterior determinação da taxa de colonização micorrízica.

Durante todo o experimento, os vasos foram umedecidos diariamente com água destilada. A cada quatro dias foi realizado o rodízio dos vasos.

A massa vegetal coletada na ocasião de cada corte foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por três dias e, em seguida, pesada para obtenção da produção de massa seca da parte aérea, para moagem em moinho tipo Willey.

A concentração de fósforo na parte aérea foi determinada, após digestão nítrico-perclórica, por colorimetria do metavanadato, conforme Sarruge e Haag (1974). A contagem de ^{32}P foi realizada no mesmo extrato em por efeito Cerenkov no contador de cintilação em meio líquido. A partir dos dados

de P total e de ^{32}P , calculou-se o valor L de P (LARSEN, 1952), pela equação: Valor L = $x (AE_i/AE_p - 1)$, onde: x = quantidade de carregador (^{31}P); AE_i = Atividade específica ($^{32}\text{P}/^{31}\text{P}$), dpm/mg, da solução aplicada e AE_p = Atividade específica ($^{32}\text{P}/^{31}\text{P}$), dpm/mg, da planta

As raízes foram submetidas ao clareamento com KOH a 10%, seguido de coloração de acordo com a metodologia de Phillips e Hayman (1970). A estimativa da porcentagem de colonização foi feita segundo o método da placa riscada de Giovanetti e Mosse (1980).

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio da Análise de Variância e pelo Teste F. Nos casos de significância ($p < 0,05$), foi feita a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%. Na avaliação da taxa de colonização micorrízica, os dados foram transformados em arc sen da raiz de $X \cdot 100^{-1}$, em que X é a % de infecção nas raízes. O programa

estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2000).

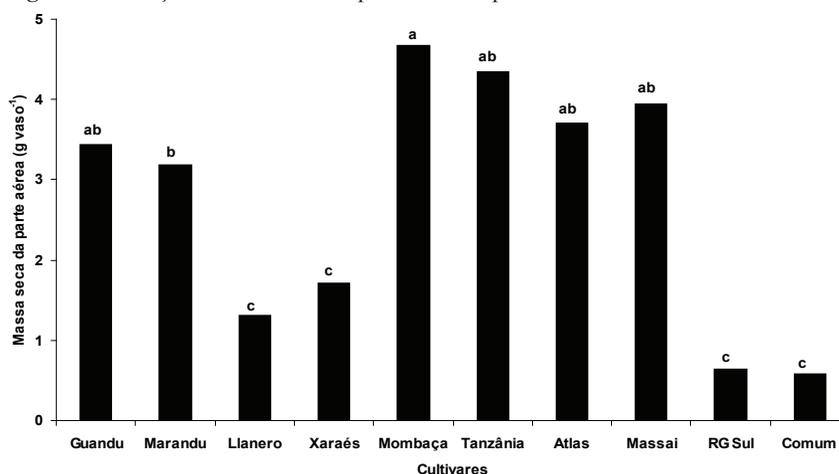
3 Resultados e Discussão

3.1 Produção de massa seca da parte aérea

Na análise de variância da produção de massa seca da parte aérea, tanto no primeiro, como no segundo corte, não foi observada significância na interação entre cultivares e tratamentos estudados. No entanto, verificou-se significância quando avaliada, isoladamente, a produção de massa seca em função das cultivares, em ambos os cortes.

No primeiro corte o capim Mombaça foi o que mais produziu massa seca ($4,67 \text{ g vaso}^{-1}$), enquanto as cultivares: Llanero, Xaraés, Rio Grande do Sul e Comum as que menos produziram: $0,58, 0,64, 1,31$ e $1,71 \text{ g vaso}^{-1}$, respectivamente. A produção das demais cultivares foram intermediárias (Figura 1).

Figura 1: Produção de massa seca da parte aérea do primeiro corte das cultivares avaliadas.

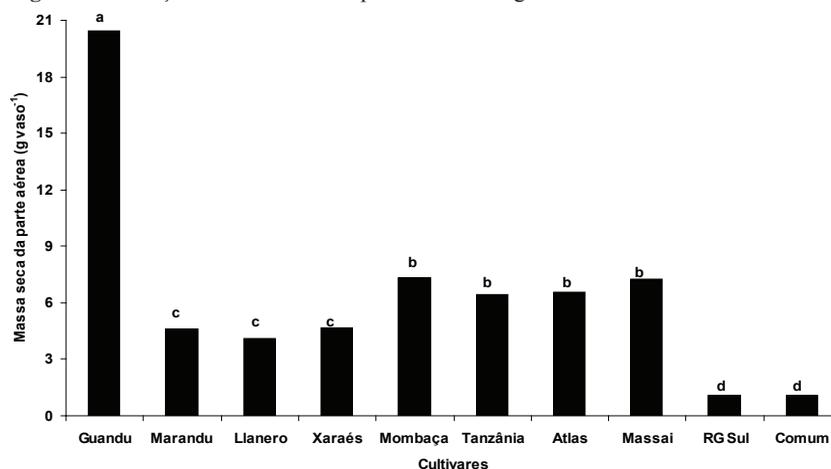


*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

No segundo corte, produção de massa seca mais elevada foi verificada no guandu ($20,43 \text{ g vaso}^{-1}$) (Figura 2). Esse resultado é facilmente explicável, pois, a produção de massa seca do guandu

proveniente do segundo corte tinha 82 dias de crescimento, pois, pelo fato do mesmo não rebrotar como os capins, optou-se em semear duas plantas por vaso e, cortar uma planta em cada corte.

Figura 2: Produção de massa seca da parte aérea do segundo corte das cultivares avaliadas.



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os capins do gênero *Panicum* foram os que mais produziram massa seca, depois do guandu, as produções variaram de 6,46 a 7,31 g vaso⁻¹. A produção de massa seca das braquiárias foi intermediária, variando de 4,12 a 4,84 g vaso⁻¹. As menores produções foram observadas nas cultivares Rio Grande do Sul e Comum, 1,07 e 1,10 g vaso⁻¹, respectivamente (Figura 2).

A produção de massa seca de todas as cultivares estudadas foram mais elevadas no segundo corte do que no primeiro, certamente, no primeiro corte as plantas estavam direcionando maior energia para o estabelecimento do sistema radicular e formação da parte aérea. No segundo corte com estrutura radicular já estabelecida, a planta pode redirecionar energia para a formação da parte aérea. Além disso, o corte realizado nas plantas também pode ter contribuído para maior produção, devido à quebra da dominância apical que teria promovido a indução das gemas de crescimento. Esses resultados corroboram com Alves (1988); Santos (1999); Manarin (2005); e Lange (2007).

Houve grande variação na massa seca produzida pelas cultivares, tanto no primeiro como no segundo corte (Figura 1 e 2). A produção variou de 0,58 a 4,67 g vaso⁻¹ e 1,07 a 20,43 g vaso⁻¹, no primeiro e segundo corte, respectivamente.

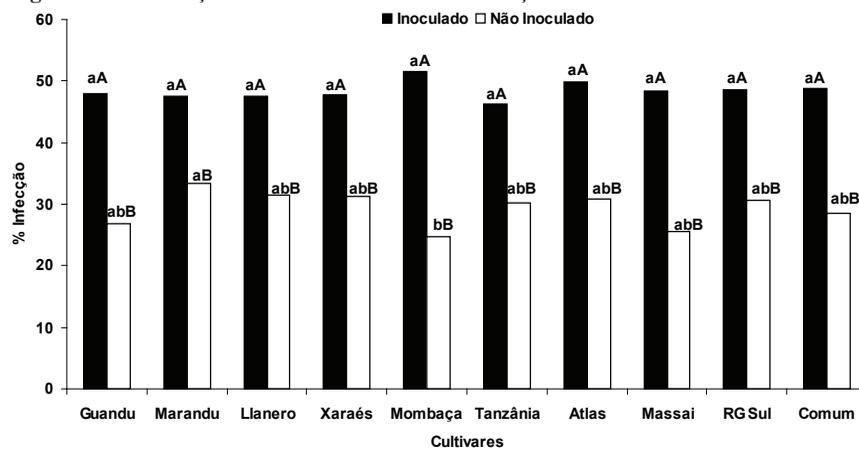
Dados semelhantes foram observados por Hocking *et al.* (1997), Fernandes e Muraoka (2002) Essa variação segundo esses mesmos autores está relacionada com a capacidade de absorção e utilização de nutrientes de cada cultivar, bem como o estágio fisiológico, porém, isso não indica que são mais ou menos eficientes na absorção do P do solo.

O fungo micorrízico *Glomus etunicatum* Becker não promoveu aumentos significativos na produção de massa seca da parte aérea quando comparadas plantas inoculadas com plantas não inoculadas, em ambos os cortes. Possivelmente, a ausência de diferença deve-se ao fato da terra não ter sido fumigada, evidenciando a interferência dos fungos nativos. Dados semelhantes foram constatados por Carneiro *et al.* (1999) no primeiro, segundo e terceiro cortes dos capins braquiária e gordura e por Santos (1999) no primeiro e terceiro cortes do capim braquiária.

3.2 Colonização micorrízica

Observou-se significância na interação entre cultivares e tratamentos nos dois cortes. As porcentagens de infecção variaram de 46,32 a 51,52 nos tratamentos inoculados e 24,65 a 33,31 nos tratamentos sem inoculação (Figura 3).

Figura 3: Colonização micorrízica das raízes em função das cultivares e tratamentos .



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras minúsculas entre cultivares dentro do mesmo tratamento e letras maiúsculas entre tratamentos na mesma cultivar.

Verificou-se significância na avaliação do desdobramento das cultivares dentro do mesmo tratamento, apenas no tratamento sem inoculação. Maior porcentagem de colonização por fungos nativos da terra foi verificada no capim Marandu (33,31 %) e menor no Mombaça (24,65%), nas demais cultivares a colonização foi intermediária variando de 31,48 a 25,65%.

No desdobramento dos tratamentos dentro da mesma cultivar, constatou-se significância em todas as cultivares, as maiores porcentagens de colonização foram verificadas no tratamento com inoculação (Figura 3). Dados semelhantes foram observados por Souza (1999), Alves (1988), Rosseto (1987), Carneiro *et al.* (1999) Carneiro *et al.* (2002). Alguns tratamentos mesmo tendo alta porcentagem de colonização, do ponto de vista estatístico, não tiveram correspondentes aumentos na produção de massa seca. Rosseto (1987) salienta que nem sempre são observadas correlações

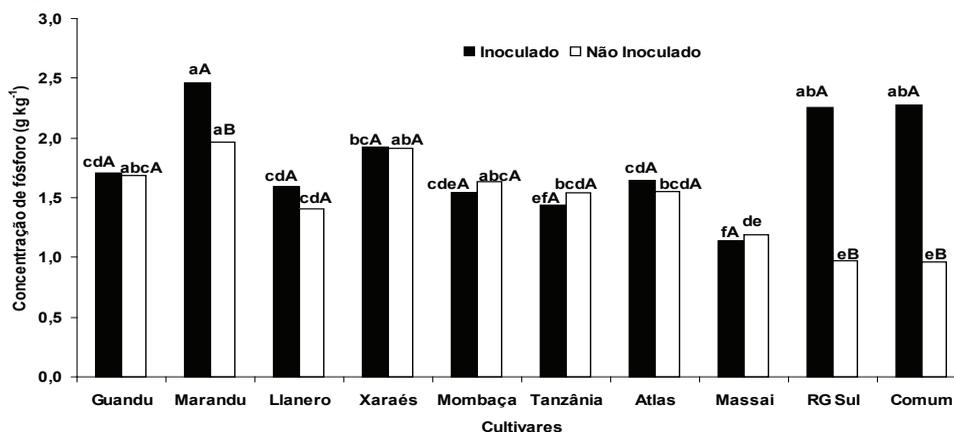
significativas entre esses parâmetros. Chagas (1990) ressaltava que a responsividade das plantas a micorrização, varia com a espécie, sistema radicular, com a espécie de fungo e o fato do substrato ser tratado ou não.

3.3 Concentração de fósforo na parte aérea

Na análise de variância da concentração de fósforo nos tecidos no primeiro e segundo corte, observou-se significância na interação entre cultivares e tratamentos.

As concentrações de P no primeiro corte variaram de 1,14 a 2,46 g kg⁻¹ e 0,96 a 1,97 g kg⁻¹, respectivamente, nos tratamentos inoculados e nos não inoculados (Figura 4). Essa variação de concentração de P nos tecidos é dependente das necessidades nutricionais de cada espécie, bem como do estágio fisiológico, não indicando se as plantas são mais ou menos eficientes em absorver o P do solo (HOCKING *et al.*, 1997).

Figura 4: Concentração de fósforo na parte aérea no primeiro corte em função da interação entre cultivares e tratamentos.



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras minúsculas entre cultivares dentro do mesmo tratamento e letras maiúsculas entre tratamentos na mesma cultivar

Verificou-se significância na avaliação do desdobramento das cultivares dentro do mesmo tratamento. Nos tratamentos inoculados maiores concentrações de P foram observadas no capim Marandu, seguido pelos azevêns e menor concentração no capim Massai (Figura 4). Nos tratamentos não inoculados maiores concentrações foram verificadas novamente no capim Marandu seguido pelo Xaraés e menores concentrações nos azevêns.

No desdobramento dos tratamentos dentro da mesma cultivar, constatou-se significância para o capim Marandu e os azevêns, nos quais as menores concentrações de P foram verificadas nos tratamentos sem inoculação (Figura 4). Na comparação entre os tratamentos a concentração de P no capim Marandu sem inoculação foi 20% menor que no tratamento com inoculação, enquanto nos azevêns o tratamento sem inoculação foi 57% menor do que o tratamento com inoculação.

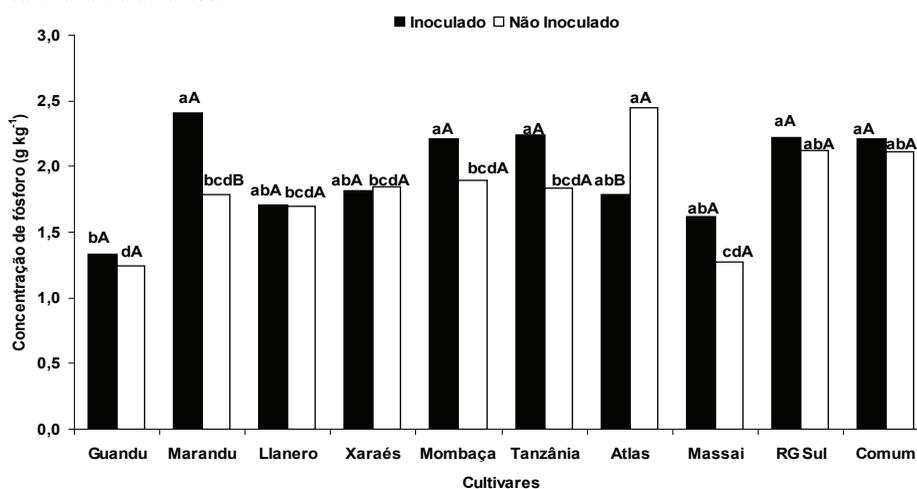
Embora a dependência micorrízica do capim Marandu seja baixa, a inoculação aumentou a absorção de P por esse

capim quando comparado ao tratamento não inoculado. A alta dependência micorrízica dos azevêns refletiu na maior absorção de P nos tratamentos inoculados. Chagas (1990) observou maiores concentrações de P na aveia quando comparada ao *Panicum* e com as braquiárias. Santos (1999) concluiu que as plantas micorrizadas absorveram mais P do solo que as não micorrizadas. Souza (1998) verificou maiores concentrações nos tratamentos de solo inoculado, seguido pelo natural e por último o fumigado.

As concentrações de P no segundo corte variaram de 1,33 a 2,41 g kg⁻¹ e 1,24 a 2,45 g kg⁻¹, respectivamente, nos tratamentos inoculados e nos não inoculados (Figura 5).

Na avaliação do desdobramento das cultivares dentro do mesmo tratamento, verificou-se significância. Nos tratamentos inoculados maiores concentrações de P foram observadas nos capins: Marandu, Mombaça, Tanzânia e nos azevêns. Nos tratamentos sem inoculação maiores concentrações foram verificadas no capim Atlas seguida pelos azevêns (Figura 5).

Figura 5. Concentração de fósforo na parte aérea no segundo corte em função da interação entre cultivar e tratamentos.



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras minúsculas entre cultivares dentro do mesmo tratamento e letras maiúsculas entre tratamentos na mesma cultivar.

Um dos problemas de se trabalhar com diferentes espécies no mesmo período é a impossibilidade de avaliar as plantas no mesmo estágio de desenvolvimento, uma vez que os ciclos são diferentes (HOCKING *et al.*, 1997). As cultivares de azevém no segundo crescimento floresceram, por isso, os resultados da concentração de P para essas cultivares devem ser considerados com ressalvas, haja vista, que foi o período de máxima exigência nutricional dessas cultivares.

Na análise do desdobramento dos tratamentos dentro da mesma cultivar, significâncias foram observadas no capim Marandu e no Atlas (Figura 5). Na comparação entre os tratamentos a concentração de P no capim Marandu no tratamento sem inoculação foi 26% menor que no tratamento com inoculação, enquanto no capim Atlas a concentração de P no tratamento sem inoculação foi 27% maior que o tratamento inoculado, refletindo na baixa dependência micorrízica desse capim.

Em geral, maiores concentrações de P foram constatados no tratamento inoculado, com maior ênfase para os azevém (por apresentarem maior dependência micorrízica). Maiores concentrações de P nos capins no tratamento inoculado

também foram verificadas por Santos (1999) e Souza (1998). Chagas (1990) e Rosseto (1987) não observaram incrementos significativos na concentração de P nos tratamentos inoculados.

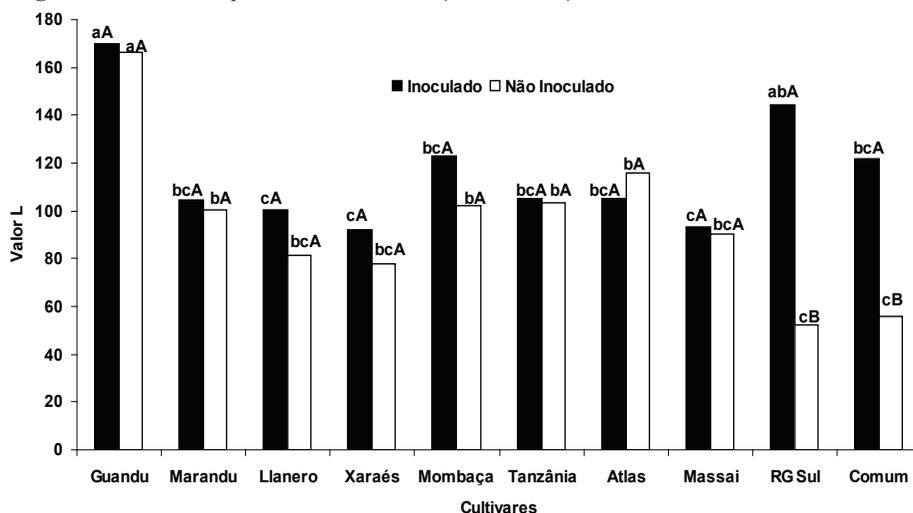
Segundo Moreira e Siqueira (2006) a maior área de solo explorada pelas hifas do fungo, aumenta a capacidade de absorção de P fora da zona de esgotamento que normalmente se forma em torno das raízes, bem como modificações fisiológicas na planta que podem alterar as características relacionadas com a cinética de absorção, translocação e utilização de P.

3.4 Valor L

Como todas as cultivares foram submetidas à mesma concentração de P no solo, seus valores L podem ser comparados, se fossem igualmente eficientes, o valor L seria igual. Maior valor L significa que a cultura é mais eficiente em absorver o P pouco disponível do solo (HOCKING *et al.*, 1997)

Na análise de variância para o valor L na parte área no primeiro corte, observou-se significância para a interação entre cultivares e tratamentos (Figura 6).

Figura 6: Valor L* no primeiro corte em função da interação entre cultivares e tratamentos.



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras minúsculas entre cultivares dentro do mesmo tratamento e letras maiúsculas entre tratamentos na mesma cultivar.

Verificou-se significância na avaliação do desdobramento das cultivares dentro do mesmo tratamento. Nos tratamentos com inoculação maior valor L foi verificado no guandu, seguido pela cultivar Rio Grande do Sul. Valores L intermediários foram constatados nos capins Mombaça, Comum, Atlas, Tanzânia e Marandu. Menores valores L foram verificados nos capins Llanero, Xaraés e Massai. Nos tratamentos sem inoculação o maior valor L foi verificado novamente no guandu, seguido pelos capins Atlas, Tanzânia, Mombaça e Marandu. Valores intermediários foram constatados nos capins Llanero, Xaraés e Massai. Menores valores L foram observados nos azevém. Na análise do desdobramento dos tratamentos dentro da mesma

cultivar, diferenças significativas foram observadas apenas nos azevém onde menores valores L foram observados no tratamento sem inoculação (Figura 6).

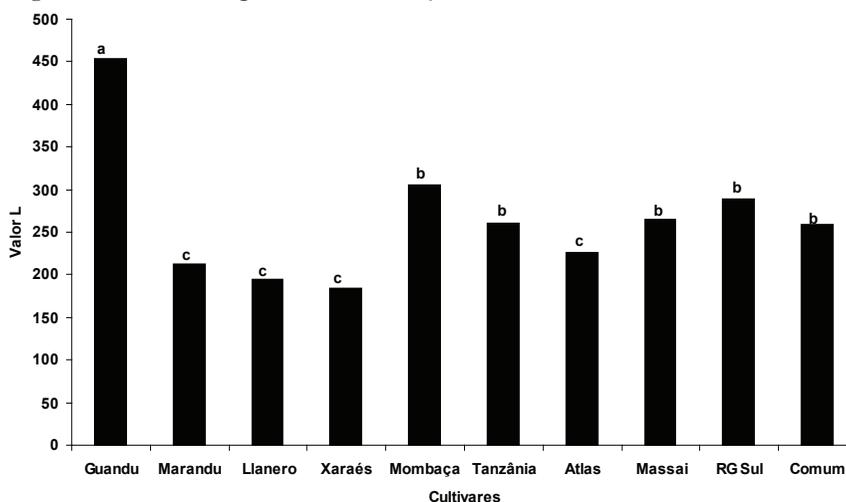
Nos azevém o valor L dos tratamentos não inoculados foram bem menores do que os inoculados, evidenciando a alta dependência dessas forrageiras a micorrização. Em geral, a inoculação com o fungo micorrízico favoreceu a eficiência de absorção de P nas cultivares no primeiro corte.

Na análise de variância do valor L da parte aérea no segundo corte, não foi observada significância na interação entre cultivares e tratamentos estudados. No entanto, verificou-se significância quando avaliada, isoladamente, o valor L em função das cultivares.

O guandu assim como no primeiro corte obteve maior valor L. Menores valores L foram observados nos capins Marandu, Llanero, Xaraés e Atlas, as demais cultivares obtiveram

valores L intermediários (Figura 7). Segundo Rosseto (1987), a presença de fungos micorrízicos associados às plantas não altera o valor L.

Figura 7: Valor L no segundo corte em função das cultivares avaliadas.



*Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4 Conclusão

A inoculação com o fungo *Glomus etunicatum* Becker não promoveu acréscimos na produção de massa seca da parte aérea no primeiro e segundo corte.

Em geral, maiores concentrações de P nos tecidos das plantas foram verificados no tratamento inoculado.

O valor L nos tratamentos inoculados no primeiro corte indicou a cultivar Rio Grande do Sul como a mais eficiente em absorver o P menos disponível do solo. No segundo corte as cultivares mais eficientes em absorver o P do solo foram: Mombaça>Rio Grande do Sul>Massai>Tanzânia>Comum.

Referências

ALVES, G.L.N. Micorriza vesicular-arbusculares no crescimento e utilização do fósforo do solo pela braquiária e estilosantes. 1988. 42p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.254-280.

CARNEIRO, M.A.C. et al. Efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da aplicação de fósforo no estabelecimento de forrageiras em solo degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.9, p.1669-1677, 1999.

CARNEIRO, R.F.V. et al. Inoculação com fungos micorrízicos arbusculares em alfafa (*Medicago sativa* L.) em solo com doses crescentes de fósforo. *Ciência Agrotecnologia*, v.26, n.3, p.618-625, 2002.

CHAGAS, D. Influência do fungo micorrízico vesículo-arbuscular *Glomus macrocarpum* sobre a nutrição fosfatada de 4 gramíneas forrageiras. 1990. 53p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

CLARK, R.B.; DUNCAN, R.R. Improvement of plant mineral nutrition through mending. *Field Crops Research*, v.27, p.219-

240, 1991.

DUNLOP, J. et al. Program to breed a cultivar of *Trifolium repens* L. for more efficient use phosphorus. In: EL BASSAN, N.; DAMBROTH, M.; LOUGHMAN, B. C. Genetics aspects of plant mineral nutrition. Dordrecht: Kluwer, 1990. 547-552p.

FERNANDES, C.; MURAOKA, T. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. *Scientia Agrícola*, v.59, n.4, p.781-787, 2002.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. São Carlos. 2000. São Carlos: USP, 2000.

GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-carbuncular mycorrhizal infection roots. *New Phytologist*, v.84, n.3, p.489-500, 1980.

HOCKING, P.J. et al. Comparison of the ability of different crop species to access poorly-available soil phosphorus. In: ANDO, T. et al. *Plant nutrition for sustainable food production and environment*. Dordrecht: Kluwer, 1997, p.305-308p.

LANGE, J.L. Suprimento combinado de P e Mg para a produção e nutrição do capim Tanzânia. Piracicaba, 2007, 78p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

LARSEN, S. The use of ^{32}P in studies on the uptake of phosphorus by plant. *Plant and Soil*, *The Hague*, v.4, n.1, p.1-10, 1952.

LUZ, P.H.C. et al. Uso do fósforo e cálcio na formação, reforma, recuperação e manutenção das pastagens. In: PEDREIRA, C.G.S. et al. Simpósio sobre manejo da pastagem, 24, Piracicaba, 2007. Piracicaba: Fealq, 2007. 75-130p.

MALAVOLTA, E. et al. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo: Livraria Pioneira, 1974, p.727.

MANARIN, S.A. Combinações de doses de P e Zn em solução nutritiva para o capim Tanzânia. 2005, 68p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2005.

MOREIRA, F.M.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica

do solo. Lavras: UFLA, 2006.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F. *et al. Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p.471-550.

OSONUBI, O. *et al.* Effects of ectomycorrhizal fungi on drought tolerance of four leguminous woody seedlings. *Plant and Soil*, v.136, n.1, p.131-143, 1991.

PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, v.55, p.155-161, 1970.

ROSSETO, R. Efeitos de fungos MVA e de fertilizantes fosfatados no crescimento de *Calopogonium muconoides* e *Brachiaria humidicola* na absorção de N e P. Dissertação (Mestrado) - Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1987.

SANTOS, I.P.A. Resposta a fósforo, micorriza e nitrogênio de Braquiaria e Amendoim forrageiro consorciados. 1999, 158p. Lavras: Universidade Federal de Lavras. Dissertação de Mestrado. SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. *Análise química em plantas*. Piracicaba: ESALQ, 1974.

SOUZA, R.F. Micorriza e fósforo no crescimento de espécies forrageiras em solo de baixa disponibilidade. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

VILELA, L. *et al.* Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado. Planaltina: Embrapa, 1998.

WERNER, J.C. *et al.* Forrageiras. In: RAIJ, B. *et al.* Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. .

WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; MONTEIRO, F.A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 18, Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 2001, p.129-156.