

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO
PATROCÍNIO
Graduando em Agronomia

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASSOCIADOS À DOSES DE
FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO**

Hugo Henrique Bisca

PATROCÍNIO – MG
2018

HUGO HENRIQUE BISCA

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASSOCIADOS À DOSES DE
FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do grau
de Bacharelado em Agronomia, pelo Centro
Universitário do Cerrado Patrocínio.

Orientadora: Prof.^a M. Sc. Daniela Silva Souza
Co-orientador: M. Sc. Gabriel da Costa Inacio

**PATROCÍNIO
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

630 Bisca, Hugo Henrique
B526f Fungos micorrízicos arbusculares associados à doses de
2018 fósforo no desenvolvimento da cultura do milho / Hugo
Henrique Bisca. – Patrocínio: Centro Universitário do
Cerrado, 2018.

Trabalho de conclusão de curso - Centro Universitário
do Cerrado – Faculdade de Agronomia.

Orientador: Prof^a. M. Sc. Daniela Silva Souza

1. Conservação. 2. FMAs. 3. *Zea mays* L. I. Título

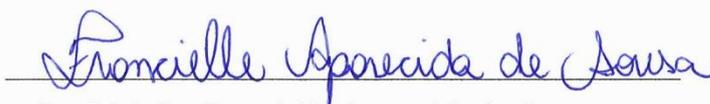
Trabalho de conclusão de curso intitulado “**Fungos micorrízicos arbusculares associados à doses de fósforo no desenvolvimento da cultura do milho**”, de autoria do graduando Hugo Henrique Bisca, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



Prof. M. Sc. Daniela Silva Souza - Orientadora
Instituição: UNICERP



Prof. D. Sc. Alisson Vinicius de Araujo
Instituição: UNICERP



Prof. M. Sc. Francielle Aparecida de Sousa
Instituição: UNICERP

Data de aprovação: 07/12/2018

Patrocínio, 07 de dezembro de 2018.

***DEDICO** este estudo à minha família e aos meus amigos, que sempre me apoiaram e me incentivaram a sempre seguir em frente, independente das dificuldades e dos obstáculos presente em nossa jornada.*

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço a Deus, que sempre me deu forças para seguir adiante, além de me proporcionar muita saúde e alegria.

Agradeço ao meu pai José Henrique Bisca, minha mãe Andréia Costa Bisca, meus avós e a toda minha família por sempre acreditarem em mim e por me incentivarem e me auxiliarem nessa grande jornada que é a vida.

Agradeço a todas as pessoas que fizeram parte da segunda turma noturna de agronomia do UNICERP, por proporcionarem grande momentos ao longo desses cinco anos juntos. Momentos que levarei para sempre comigo, um forte e singelo agradecimento a vocês por fazerem parte da minha vida.

Agradeço aos professores e ao coordenador do curso de agronomia Prof. DSc Clauber Barbosa de Alcântara por me proporcionarem maior conhecimento durante o curso de agronomia. É uma grande satisfação ter sido aluno de vocês e que sempre sejam essas pessoas maravilhosas e distribuam esse vasto conhecimento aos novos alunos que virão.

Agradeço ao meu primo Mauricio Junior Machado, meu amigo Gabriel da Costa Inacio e a minha orientadora Daniela Silva Souza por me ajudarem nessa grande empreitada que foi o curso de agronomia, onde damos muita risada e conduzimos este projeto com muito empenho e dedicação.

Agradeço ao Centro Universitário do Cerrado Patrocínio – UNICERP, pela oportunidade de estudar no curso superior de Agronomia.

Agradeço ao Professor PhD Sidney Luiz Stürmer coordenador da Coleção Internacional de Cultura e Glomeromycota – FURB, Blumenau, por ceder os inóculos de Fungos Micorrízicos Arbusculares para condução do trabalho.

“As flores nascem e depois murcham... as estrelas brilham, mas algum dia se extinguem... Comparado com isso, a vida do homem não é nada mais do que um simples piscar de olhos, um breve momento.”

Shaka de virgem – Masami Kurumada

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) tem origem do milho primitivo “teosinto”, essa planta vem sendo cultivada há mais de 8000 anos em diferentes partes do mundo tendo como os maiores produtores os Estados Unidos, China e Brasil. Por ser a principal fonte de energia na alimentação animal e por participar na alimentação humana com seus subprodutos, a produção desse cereal é muito importante na balança comercial de muitos países. Atualmente é o grão mais produzido no mundo, proporcionando 42% dos grãos produzidos, tendo em seguida o trigo responsável por 30% e o arroz representando 18%. O fósforo (P) é um dos principais macronutrientes para o desenvolvimento das plantas, por fazer parte nos processos metabólicos que estão ligados a energia e à ativação enzimáticas. A deficiência desse nutriente acarreta diretamente em alterações morfológicas na qual tem grande interferência na fisiologia da planta, afetando também o transporte e a utilização interna dos nutrientes. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), na maior parte das espécies catalogadas não apresentam especificidade entre plantas hospedeira, entretanto possuem alta capacidade de estimulação vegetal que pode variar de acordo com a espécie de fungo, planta, disponibilidade de nutrientes no solo, recursos hídricos e fatores ambientais. O ecossistema brasileiro possui uma grande diversidade de FMAs, onde já foram identificadas cerca de 119 espécies, que corresponde a 55% do total de espécies já encontradas totalizadas em 207. A colonização micorrízica tem como umas das vantagens o aumento da absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente os nutrientes que apresentam baixa mobilidade no solo, como ocorre com o fósforo (P), promovendo maior crescimento e produtividade da planta. A grande eficiência das hifas na absorção de fósforo se dá por apresentar diâmetro menor, onde à maior superfície de contato entre hifa-solo e por apresentar capacidade de estocar polifosfatos nos vacúolos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho associados a diferentes doses de fósforo visando obter maior crescimento vegetativo e desenvolvimento radicular.

Palavras-chave: Conservação. FMAs. *Zea mays* L.

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Altura das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 21 |
| Gráfico 2. Diâmetro das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. ... | 21 |
| Gráfico 3. Comprimento das raízes em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 21 |
| Gráfico 4. Massa de matéria fresca da parte aérea das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 22 |
| Gráfico 5. Massa de matéria fresca da raiz das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 22 |
| Gráfico 6. Massa de matéria seca da parte aérea das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 23 |
| Gráfico 7. Massa de matéria seca da raiz das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 23 |
| Gráfico 8. Massa de matéria fresca total das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 23 |
| Gráfico 9. Massa de matéria seca total das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 23 |
| Gráfico 11. Teor de P nas folhas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.... | 24 |
| Gráfico 12. Colonização das raízes em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs. | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1. Características vegetais da cultura do milho em função do desdobramento das doses de fósforo para as espécies de fungos micorrízicos..... | 200 |
|---|-----|

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 Objetivo geral | 13 |
| 2.2 Objetivos específicos | 13 |
| INTERAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COM DOSES DE FÓSFORO NA CULTURA DO MILHO | 14 |
| RESUMO | 14 |
| ABSTRACT | 15 |
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 19 |
| 4 CONCLUSÃO | 26 |
| REFERÊNCIAS | 26 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 30 |
| REFERÊNCIAS | 31 |

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) se originou do teosinto (*Zea mays* ssp. *mexicana* (Schrad.)). Essa planta vem sendo cultivada há mais de 8000 anos em diferentes partes do mundo tendo como os maiores produtores os Estados Unidos, China e Brasil. Sua adaptabilidade é representada por variados genótipos, onde possibilita ser cultivado desde o Equador até o limite de terras temperadas com variação de altitude desde o nível do mar às altitudes superiores aos 3600 metros. Diante disso podemos cultivar o milho em climas temperados, tropicais e subtropicais devido a sua fácil adaptação (BARROS e CALADO, 2014).

Por ser a principal fonte de energia na alimentação animal e por participar na alimentação humana com seus subprodutos, a produção desse cereal é muito importante na balança comercial de muitos países. Atualmente é o grão mais produzido no mundo, proporcionando 42% dos grãos produzidos, tendo em seguida o trigo responsável por 30% e o arroz representando 18% (CONAB, 2017). Segundo a estimativa para a safra 17/18, a produção de milho no Brasil será de aproximadamente 81.536,7 milhões de toneladas (CONAB, 2018). Para atender a grande demanda que o milho apresenta no País, vem ocorrendo a expansão das fronteiras agrícolas nas regiões do Cerrado, na qual apresentam solos altamente intemperizados, ácidos, pouco férteis e com grande capacidade de fixação de fósforo (NOVAIS e SMYTH, 1999).

O fósforo (P) é um dos principais macronutrientes para o desenvolvimento das plantas, por fazer parte nos processos metabólicos que estão ligados a energia e à ativação enzimáticas. A deficiência desse nutriente acarreta diretamente em alterações morfológicas na qual tem grande interferência na fisiologia da planta, afetando também o transporte e a utilização interna dos nutrientes (MENDES, 2012). Em quantidade o fósforo é um nutriente requerido pelas plantas em porções pequenas (PRADO et al., 2005), portanto é o elemento que mais limita a produção das culturas, isso se dá por apresentar fortes interações com os constituintes do solo e por ter grande parte adsorvida na superfície dos coloides do solo ou sendo precipitado com fosfato de ferro, alumínio e cálcio (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), na maior parte das espécies catalogadas não apresentam especificidade entre plantas hospedeira, entretanto possuem alta capacidade de estimulação vegetal que pode variar de acordo com a espécie de fungo, planta, disponibilidade

de nutrientes no solo, recursos hídricos e fatores ambientais (SMITH e GIANINAZZI-PEARSON, 1988). As diversidades de interações entre os FMAs com relação às raízes de algumas espécies de plantas muitas vezes estão associadas a microrganismos simbióticos e endofíticos, sejam estes associativos ou de vida livre no ecossistema edáfico (RICHARDSON et al., 2009).

O ecossistema brasileiro possui uma grande diversidade de FMAs, onde já foram identificadas cerca de 119 espécies, que corresponde a 55% do total de espécies já encontradas totalizadas em 207 (STÜRMER e SIQUEIRA, 2008). Segundo Souza et al., (2010), foram identificados na região do cerrado 43 espécies em 9 gêneros, sendo eles *Acaulospora*, *Ambispora*, *Glomus*, *Gigaspora*, *Cetraspora*, *Scutellospora*, *Paraglomus*, *Racosetra* e *Dentiscutata*. Entre esses gêneros a espécie *Acaulospora scrobiculata* e *Paraglomus brasilianum* apresentam maior presença no ecossistema (MIRANDA, 2012).

A colonização micorrízica tem como umas das vantagens o aumento da absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente os nutrientes que apresentam baixa mobilidade no solo, como ocorre com o fósforo (P), promovendo maior crescimento e produtividade da planta (CLARK, 1997). A grande eficiência das hifas na absorção de fósforo se dá por apresentar diâmetro menor, onde há maior superfície de contato entre hifa-solo e por apresentar capacidade de estocar polifosfatos nos vacúolos (MARSCHENER, 1997).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho associados a diferentes doses de fósforo visando obter maior crescimento vegetativo e desenvolvimento radicular.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar, em condições de casa de vegetação, o efeito dos fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho associado a diferentes doses de fósforo.

2.2 Objetivos específicos

1. Avaliar a absorção de fósforo (P) na folha.
2. Mensurar a biomassa das plantas (g).
3. Avaliar a presença de colonização dos Fungos Micorrízicos Arbusculares (%).
4. Medir o comprimento de raiz (cm).
5. Mensurar a altura de planta (cm).
6. Avaliar o diâmetro do caule (mm).

INTERAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COM DOSES DE FÓSFORO NA CULTURA DO MILHO

HUGO HENRIQUE BISCA¹; MAURICIO JUNIOR MACHADO²; GABRIEL DA COSTA INACIO³; DANIELA SILVA SOUZA⁴

RESUMO

A região do Cerrado apresenta diversas características para o cultivo do milho. A absorção de fósforo nesta cultura tem aumento significativo do desenvolvimento da mesma quando as plantas são inoculadas com micorrizas. O objetivo foi avaliar o efeito dos fungos micorrízicos arbusculares associados a diferentes doses de fósforo na cultura do milho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 5 x 3, sendo os fatores, os tratamentos com adição do adubo fosfatado MAP nas doses de 0, 25, 50, 100 e 200 mg.dm⁻³, e dois tratamentos compostos por espécies de fungos micorrízicos arbusculares (*Acaulospora scrobiculata* e *Gigaspora margarita*) e um tratamento controle, com cinco repetições. Aos 45 dias após a semeadura, foi realizada a avaliação das características biométricas da planta, biomassa, P foliar e colonização das raízes. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as variáveis analisadas foram significativas para os tratamentos, sendo o controle inferior aos tratamentos com as espécies *As.* e *Gm.*, sendo a espécie *As.* mais responsiva nas dosagens de 100 e 200 mg.dm⁻³ de fósforo e a *Gm.* mais responsiva nas doses de 25 e 50 mg.dm⁻³ de fósforo. As plantas inoculadas com as espécies de FMAs foram superiores a testemunha. A espécie *Gm.* é afetada por altas dosagens de fosforo. A espécie *As.* não é afetada em altas dosagens de fosforo.

Palavras-chave: *Acaulospora scrobiculata*. FMAs. *Gigaspora margarita*. *Zea mays*.

¹ Autor graduando do curso de Agronomia do UNICERP: hugobisca@gmail.com

² Discente do curso de Agronomia do UNICERP: mauriciojunior_machado@hotmail.com

³ Co-orientador, Doutorando em Ciências pela UNIFRAN: gabrielcosta_bio@hotmail.com

⁴ Orientadora, Professora Mestre do curso de Agronomia do UNICERP: danielassouza@unicerp.edu.br

INTERACTION OF ARBUSCULAR MICORRHYTIC FUNGI WITH PHOSPHORUS DOSES IN CORN CULTURE

ABSTRACT

The Cerrado region presents several characteristics for maize cultivation. Absorption of phosphorus in this crop has a significant increase in its development when the plants are inoculated with mycorrhizae. The objective was to evaluate the effect of the arbuscular mycorrhizal fungi associated with different doses of phosphorus in the maize crop. The experiment was conducted in a greenhouse. The experimental design was a randomized complete block (DBC) in a 5 x 3 factorial scheme. The factors were treatments with addition of the phosphate MAP fertilizer at doses of 0, 25, 50, 100 and 200 mg.dm⁻³, and two treatments composed of species of arbuscular mycorrhizal fungi (*Acaulospora scrobiculata* and *Gigaspora margarita*) and a control treatment with five replicates. At 45 days after sowing, the biometric characteristics of the plant, biomass, P foliar and root colonization were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and regression and the means were compared by the Tukey test, at 5% probability. All the analyzed variables were significant for the treatments, being the control inferior to the treatments with the species *As.* and *Gm.*, Being the species more responsive in the dosages of 100 and 200 mg.dm⁻³ of phosphorus and the *Gm.* more responsive at 25 and 50 mg.dm⁻³ doses of phosphorus. The plants inoculated with the FMA species were superior to the control. The species *Gm.* is affected by high phosphorus dosages. The *As.* Species is not affected at high dosages of phosphorus.

Keywords: *Acaulospora scrobiculata*. FMAs. *Gigaspora margarita*. *Zea mays*.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é uma das principais áreas de cultivo agrícola no Brasil. Essa região apresenta diversas características para o cultivo do milho, tendo tanto fatores favoráveis como também limitantes à produção. Os fatores favoráveis que compõem essa região para os cultivos se dão por ter uma topografia planiforme e texturas nos solos onde proporcionam maior facilidade na mecanização das áreas, além de apresentar precipitação pluviométrica adequada para o desenvolvimento e produção das plantas. Os fatores desfavoráveis, os quais dificultam obtenção de maiores produtividades, estão associados ao pH baixo dos solos do Cerrado, tendo elevada saturação por alumínio e baixa fertilidade, principalmente à disponibilidade de fósforo (ERNANI et al., 2002).

Segundo Kothari et al. (1991), a absorção de fósforo na cultura do milho apresenta um aumento de até 115% quando as plantas são inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares, onde podem auxiliar em maiores produtividades. Isto se dá pelas diferenças no grau de infectividade e também na eficiência das diferentes espécies de fungos que promovem a absorção do fósforo (P) pelas raízes. Este fato já é amplamente documentado em relação a grande variedade de espécies vegetais em solos do Cerrado (PAULA et al., 1990).

Os fungos micorrízicos tem a capacidade de colonizarem o sistema radicular da grande maioria das plantas, tendo como um dos benefícios já relatados a maior absorção de P pelas plantas micorrizadas (HODGE et al., 2000; PRASAD et al., 2000). Price et al., (1989), disseram que as plantas que apresentam poucos pelos absorventes são caracterizadas como planta altamente dependentes das associações micorrízicas, porém o aumento dos pêlos absorventes pode diminuir a dependência das micorrizas. Entretanto, têm-se alguns trabalhos que demonstraram que a inoculação com fungos micorrízicos aumenta a produção de raízes (HODGE et al., 2000), a massa total de raízes (MANE et al., 1993; HERNADEZ e CARDENAS, 1994) e o comprimento das raízes (ISOPI et al., 1995).

Malavolta et al. (2006), relatam que o fósforo tem funções importantes na planta, sendo constituinte de energia, fosfolipídios e outros compostos. Dos vários fatores que podem alterar a resposta da planta à micorrização, o teor de fósforo no solo é o principal fator dessa interferência. O P causa interferência na simbiose entre o fungo e a planta. Em geral, para o milho a aplicação de fósforo resulta na redução da colonização (CARRENHO et al., 2010).

A avaliação de aplicação de fósforo associado a espécies de fungos micorrízicos tem grande importância para a produção agrícola. Levando em consideração a grande dificuldade que se tem no Cerrado devido aos solos pobres da região, esse trabalho buscou avaliar o efeito dos fungos micorrízicos arbusculares associados a diferentes doses de fósforo na cultura do milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As espécies de FMAs foram obtidas da Universidade Regional de Blumenau – FURB de Santa Catarina, coleção CICG (Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota). As espécies utilizadas no trabalho foram: MGR275A-*Gigaspora margarita* e SPL104A *Acaulospora scrobiculata*.

Para multiplicação do inóculo, foram semeadas em vasos de cultura contendo 4 dm³ de substrato esterilizado, sementes de *B. decumbens* desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio 0,5%, durante 15 minutos, lavadas com água destilada, por quatro vezes consecutivas. Após o plantio, os vasos foram mantidos em casa de vegetação à uma temperatura ambiente entre 17°C e 30°C e umidade relativa média de 42%, por um período de 120 dias para a multiplicação dos fungos. Posteriormente foram podadas as partes aéreas e os vasos cobertos com folhas de papel filtro, sessou-se a irrigação por um período de um mês, para facilitar a esporulação dos FMAs. Após este período, a mistura do solo constituída de raízes colonizadas com esporos dos FMAs, foi utilizada como inóculo. Sua conservação foi em câmara fria a uma temperatura média de 4°C até a execução do experimento (SAGGIN-JUNIOR, et al., 2011).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro Universitário do Cerrado de Patrocínio, localizado na região fisiográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, porção oeste do estado de Minas Gerais, altitude média de metros 960 m, latitude 18° 56' 38" S e longitude 46° 59' 34" O. O clima da região está classificado segundo Köppen como Aw (clima tropical de savana com estação seca de inverno), com temperaturas médias variando entre de 19°C e 27°C e precipitação média anual de 1.500 mm.ano⁻¹ (SILVA e MALVINO, 2005). A pressão atmosférica média anual gira em torno de 901.6 hg.m⁻² (INMET, 2018). Foram semeadas 5 sementes de *Z. mays* L., em vasos plásticos com capacidade de 5 dm³. Os vasos continham solo não estéril, seco, corrigido e adubado de acordo com a necessidade da cultura (RIBEIRO et al., 1999).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado (DBC) em esquema fatorial 5 x 3, sendo os fatores, os tratamentos com adição do adubo fosfatado MAP nas doses de 0, 25, 50, 100 e 200 mg.dm⁻³, dois tratamentos compostos por espécies de fungos micorrízicos arbusculares (*A. scrobiculata* e *G. margarita*) e um tratamento controle sem inóculo de FMAs, com cinco repetições.

O solo destinado ao preparo do inóculo de FMAs e para o experimento é classificado como latossolo vermelho escuro distrófico, onde foi coletado na profundidade de 0-20 cm, peneirado, misturado com areia na porção 2:1 (v/v). O solo utilizado no experimento apresentou as seguintes características químicas: pH em água = 5,8; pH em CaCl₂: 5,4; P= 7,3 mg.dm⁻³; S= 15,0 mg.dm⁻³; K⁺=0,69 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺=3,10 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺= 1,4 cmol_c.dm⁻³; Al³⁺= 0,00 cmol_c.dm⁻³; H+Al= 2,20 cmol_c.dm⁻³; SB= 5,2 cmol_c.dm⁻³; CTC= 5,19 cmol_c.dm⁻³; T= 7,4 cmol_c.dm⁻³; V= 70,2 %; M.O= 4 dag.kg⁻¹; C.O=2,32 dag.kg⁻¹; Fe= 17,0 mg.dm⁻³; Cu= 2,7 mg.dm⁻³; Zn= 2 mg.dm⁻³; Mn= 7,3 mg.dm⁻³ e B= 0,61 mg.dm⁻³. E apresentou as seguintes características físicas: Areia total= 425 g.kg⁻¹; Silte= 200 g.kg⁻¹; Argila 375 g.kg⁻¹.

As sementes de milho foram colocadas para germinar em vasos plásticos contendo 5 dm³ contendo solo. Durante a semeadura adicionou-se os inóculos de FMAs e as doses correspondentes do adubo fosfatado. Os tratamentos constituídos pelos FMAs foram inoculados a partir de uma mistura de solo e raízes colonizadas (50 cm³ vaso⁻¹ de inóculo) com as espécies *A. scrobiculata* e *G. margarita*, deixando-se o tratamento controle sem inoculação, contendo apenas as sementes e o adubo. Cada solução de inóculo de FMAs foi aplicada a uma profundidade aproximada de 2-3 cm, na rizosfera dos vasos dos tratamentos correspondentes, procedendo-se em seguida com a semeadura. Após 15 dias da emergência foi realizado o desbaste das mudas, deixando-se duas das plantas mais vigorosas no vaso. A irrigação foi realizada diariamente durante o período experimental mantendo a solo na capacidade de campo.

Aos 45 dias após a semeadura, foi realizada a avaliação das características biométricas, para mensuração do diâmetro do caule, na altura do colo da planta usou-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 cm². A altura da planta, delimitada a partir da região do colo até base da última folha totalmente desenvolvida, medida por meio de uma régua milimétrica. As raízes da cultura foram lavadas, com água comum e posteriormente com água destilada, para serem amostradas as raízes mais finas para determinação da porcentagem de colonização micorrízica. As partes radiculares e aéreas foram acondicionadas separadamente e individualmente em sacos de papel com capacidade para 1 kg, e pesados. Sequencialmente foram colocadas em estufa de circulação de ar a 60°C, por 48 h, para a determinação da massa de matéria úmida e seca (MALAVOLTA et al., 1989). Depois de quantificado a massa de

matéria seca, as folhas foram encaminhadas para o Laboratório de Análises de Água, Solo e Foliar do Centro Universitário do Cerrado Patrocínio – UNICERP, para determinação química do conteúdo de fósforo (P) da parte aérea das plantas.

Para as amostragens de raízes finas obtidas foram coletadas, lavadas com água corrente e cortadas entre 1-2 cm de comprimento e armazenadas em solução de Carnoy para a avaliação da porcentagem de colonização micorrízica. A coloração das raízes amostradas foi adaptada da técnica realizada por Phillips e Hayman (1970). As raízes separadas foram acondicionadas em tubos de ensaio, aos quais foi adicionado KOH 10% e colocados em banho-maria a 90 °C por cerca de trinta minutos. Após as amostras de raízes foram lavadas com água corrente uma a uma, recondicionadas no tubo de ensaio, acidificadas com HCl 1% e em seguida, coloridas, por 5 minutos em banho-maria, com tripan azul 0,05 %. Após a coloração das raízes, dez segmentos destas foram depositados, com o auxílio de uma pinça de ponta fina, em lâminas de microscopia, adicionadas algumas gotas de glicerol ácido sobre as raízes, cobertas com uma lamínula e observadas em microscópio óptico. A determinação da porcentagem de colonização micorrízica, foi estabelecida de acordo com a presença de estruturas de FMAs presente em cada lâmina, perfazendo um total de cinco lâminas por vaso e dez campos por lâmina.

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão e quando adequado, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo software estatístico Sisvar[®] (FERREIRA, 2011). A escolha dos modelos matemáticos da regressão foi feita com base no fenômeno biológico e no coeficiente de determinação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as diferentes doses de fósforo (P) introduzidas no plantio e associadas as espécies de FMAs *A. scrobiculata* (As.) e *G. margarita* (Gm.), mostraram interação estatísticas significativas nas variáveis analisadas (Tabela 1), Não havendo interação significativa para as variáveis comprimento de raiz e P foliar. A partir da análise dos dados verificou-se que os modelos matemáticos lineares e quadráticos se ajustaram aos resultados.

Tabela 1. Características vegetais da cultura do milho em função do desdobramento das doses de fósforo para as espécies de fungos micorrízicos.

| Variável ¹ | Tratamentos ² | | | | | | | | | | | | | | | CV (%) |
|-----------------------|--------------------------|--------|---------|---------------------------|--------|--------|---------------------------|--------|--------|----------------------------|---------|--------|----------------------------|---------|--------|--------|
| | 0 (mg.dm ⁻³) | | | 25 (mg.dm ⁻³) | | | 50 (mg.dm ⁻³) | | | 100 (mg.dm ⁻³) | | | 200 (mg.dm ⁻³) | | | |
| | A.s. | G.m. | Test. | A.s. | G.m. | Test. | A.s. | G.m. | Test. | A.s. | G.m. | Test. | A.s. | G.m. | Test. | |
| Altura | 11,00b ³ | 14,53a | 11,29ab | 17,73a | 20,74a | 18,07a | 22,48ab | 23,09a | 18,98b | 25,63a | 22,62ab | 19,94b | 24,77a | 21,40a | 17,36b | 11,92 |
| Diâmetro | 6,00a | 7,23a | 4,46a | 9,11a | 10,18a | 7,60b | 10,71a | 11,30a | 7,83b | 12,07a | 11,08a | 8,19b | 12,56a | 11,01b | 7,28c | 10,37 |
| Comp. Raiz | 66,92a | 72,16a | 59,16a | 57,60a | 69,38a | 56,46a | 73,62a | 63,58a | 59,92a | 72,68a | 54,60ab | 47,60b | 69,12a | 56,42ab | 38,26b | 22,56 |
| MMFA | 5,72a | 9,63a | 6,99a | 17,62ab | 29,60a | 15,42b | 27,90a | 29,60a | 15,42b | 35,95a | 28,12b | 15,78c | 38,82a | 29,12b | 11,61c | 24,14 |
| MMFR | 6,89a | 8,80a | 6,28a | 16,54a | 15,08a | 9,03b | 18,07a | 18,61a | 7,61b | 19,79a | 14,73b | 7,08c | 21,90a | 14,32b | 5,38c | 23,52 |
| MMFT | 12,61a | 18,44a | 13,28a | 34,16a | 36,97a | 22,20b | 45,97a | 48,22a | 23,04b | 55,75a | 42,85b | 22,87c | 60,72a | 43,44b | 16,99c | 22,03 |
| MMSA | 0,76a | 1,17a | 0,74a | 2,35ab | 3,014a | 1,70b | 3,93a | 4,01a | 1,99b | 4,92a | 4,04a | 1,97b | 5,87a | 4,28b | 1,58c | 28,97 |
| MMSR | 0,55a | 0,69a | 0,50a | 1,29a | 1,23a | 0,73b | 1,44a | 1,42a | 0,57b | 1,61a | 1,15b | 0,59c | 1,63a | 1,13b | 0,42c | 24,75 |
| MMST | 1,30a | 1,86a | 1,26a | 3,64ab | 4,24a | 2,43b | 5,38a | 5,44a | 2,57b | 6,53a | 5,19a | 2,56b | 7,50a | 5,41b | 2,00c | 26,85 |
| P Foliar | 1,25a | 1,51a | 1,37a | 1,31a | 1,40a | 1,37a | 1,27b | 1,65ab | 1,80a | 1,64a | 2,00a | 2,01a | 2,16a | 2,17a | 2,20a | 15,67 |
| Colonização | 83,60a | 84,00a | 28,00b | 80,40a | 76,80a | 40,80b | 82,00a | 72,00a | 8,80b | 86,80a | 73,60a | 18,40b | 64,80a | 82,00a | 20,00b | 19,95 |

FONTE: Elaborado pelos autores.

¹MMFA: Massa da matéria fresca aérea; MMFR: Massa da matéria fresca da raiz; MMFT: Massa da matéria fresca total; MMSA: Massa da matéria seca aérea; MMSR: Massa da matéria seca da raiz; MMST: Massa da matéria seca total.

²A.s.: *Acaulospora scrobiculata*; G.m.: *Gigaspora margarita*; Test.: Testemunha sem inoculação (Controle).

³As médias seguidas de mesma letra, na linha, não se diferenciam estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A altura das plantas teve maior incremento no tratamento utilizado a espécie de fungo *As.* com dosagem de 100 mg.dm^{-3} , tendo um incremento de 5,69 cm comparado a testemunha. As dosagens de 100 e 200 mg.dm^{-3} associadas ao fungo *As.* proporcionou maior diâmetro das plantas, sendo ambas as espécies superiores a testemunha sem inoculação. O maior comprimento de raiz observado nas plantas de milho se deu no tratamento na qual foi aplicado a dose de 100 mg.dm^{-3} de P, associado ao *As.*, no entanto sem significância estatística, sendo que na espécie *Gm.* e na testemunhas quanto maiores as doses de P menor o tamanho das raízes (Gráficos 1-3).

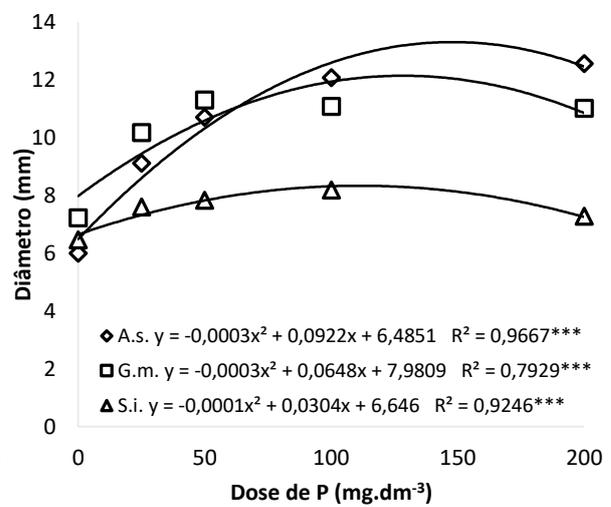
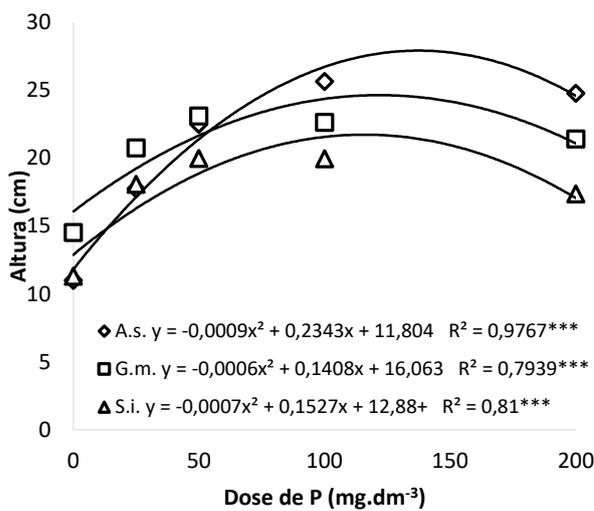


Gráfico 1. Altura das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

Gráfico 2. Diâmetro das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

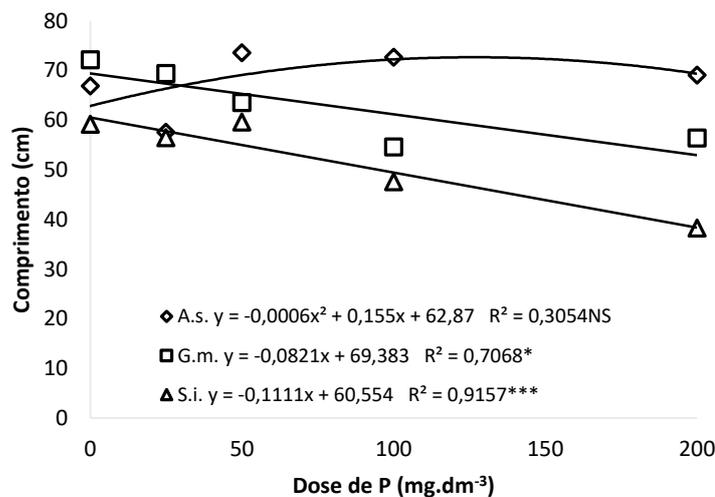


Gráfico 3. Comprimento das raízes em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

Nas plantas onde se teve as dosagens de 25 e 50 mg.dm⁻³, a espécie *Gm.* mostrou melhor desempenho quando comparada a testemunha e a espécie *As.* na massa de matéria fresca da parte aérea (MMFA) das plantas e quando analisados os tratamentos com doses de 100 e 200 mg.dm⁻³ a espécie *As.* foi superior a testemunha e a espécie *Gm.* Os resultados do na massa de matéria fresca da raiz das plantas (MMFR), mostrou que quando utilizados as dosagens de 25, 100 e 200 mg.dm⁻³ a espécie *As.* se mostrou mais expressiva que a espécie *Gm.* e a testemunha, enquanto na dose de 50 mg.dm⁻³ o fungo *As.* foi inferior a espécie *Gm.* (Gráficos 4 e 5).

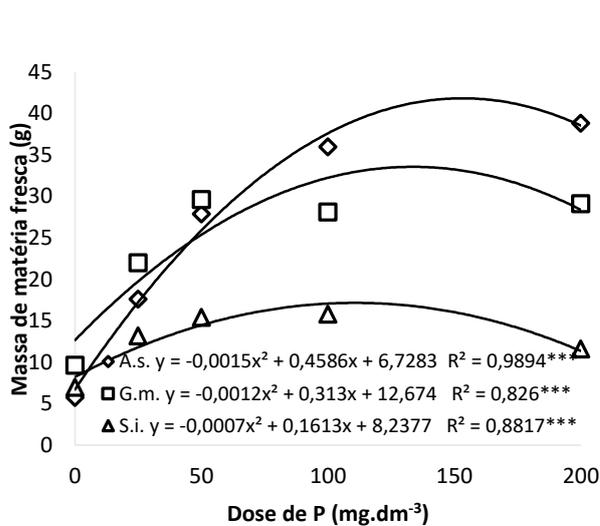


Gráfico 4. Massa de matéria fresca da parte aérea das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMA.

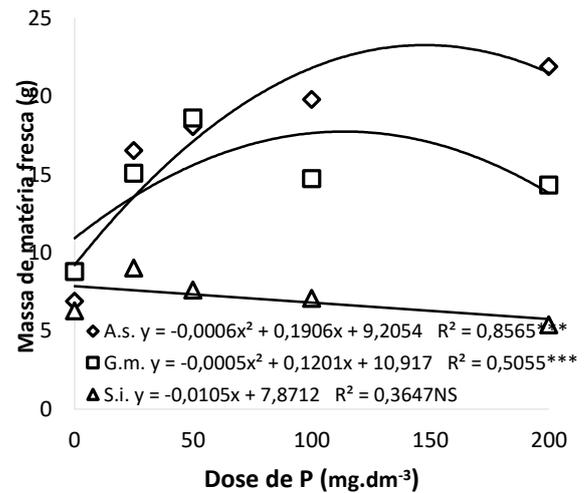


Gráfico 5. Massa de matéria fresca da raiz das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMA.

Foi verificado que na massa de matéria de massa seca da parte aérea das plantas (MMSA) a espécie *Gm.* foi superior ao *As.* quando submetidos as dosagens de 25 e 50 mg.dm⁻³ de P na adubação. Por outro lado, utilizando as doses de 100 e 200 mg.dm⁻³ o fungo *As.* se mostra superior ao *Gm.* A análise no na massa de matéria seca da raiz (MMSR), mostrou que a espécie *As.* foi superior ao *Gm.* para todas dosagens testadas, tendo melhor resultado a dose de 200 mg.dm⁻³ de P (Gráficos 6 e 7).

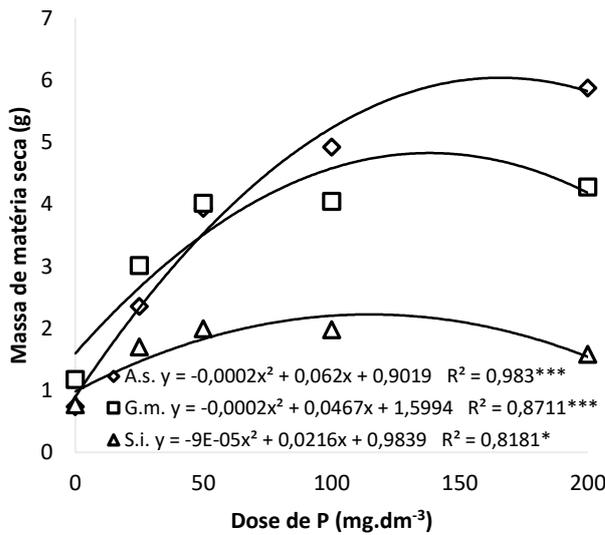


Gráfico 6. Massa de matéria seca da parte aérea das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

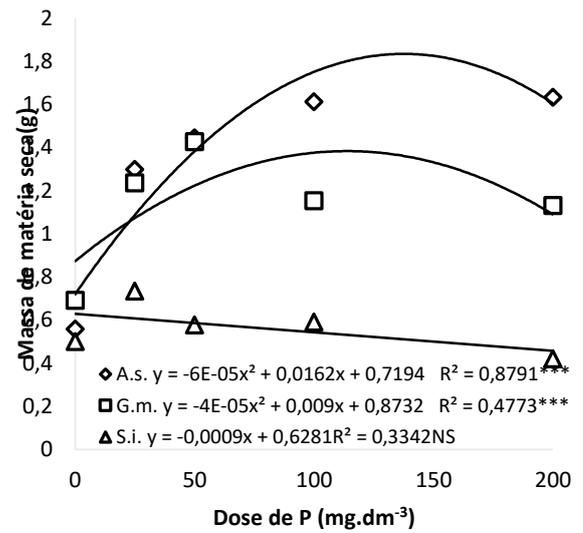


Gráfico 7. Massa de matéria seca da raiz das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

Os dados obtidos nas variáveis na massa de matéria fresca total (MMFT) e o na massa de matéria seca total (MMST) apresentou semelhança nos resultados, sendo que a espécie *Gm.* proporcionou melhores resultados em ambas as variáveis quando utilizado as doses de 25 e 50 mg.dm^{-3} e quando utilizados as doses de 100 e 200 mg.dm^{-3} a espécie *As.* se mostrou mais eficiente em relação a espécie *Gm* (Gráficos 8 e 9).

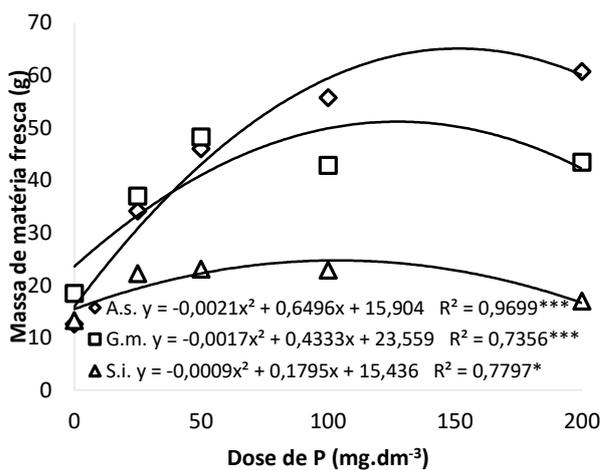


Gráfico 8. Massa de matéria fresca total das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

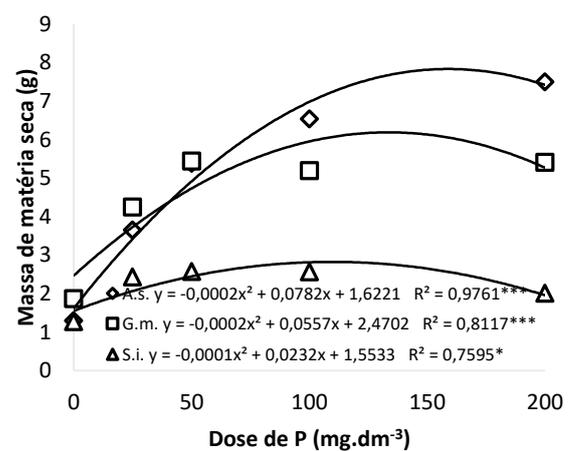


Gráfico 9. Massa de matéria seca total das plantas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

Estudando os efeitos da micorrização na soja Trentin (2016), obteve o aumento dos valores correspondentes à altura, diâmetro do colmo e fitomassa seca da parte aérea e das raízes, sendo as plantas micorrizadas superiores as testemunhas, com a fitomassa seca representando um aumento de mais de 100% nas plantas micorrizadas.

O aumento no crescimento das plantas na presença de FMAs pode ser atribuído tanto a mecanismos de ordem nutricional, como não-nutricional (SMITH e READ, 2008; GIANINAZZI et al., 2010). Os mecanismos nutricionais estão relacionados a melhor da absorção de nutrientes, principalmente de P (SCHÜBLER et al., 2001; SMITH e READ, 2008). E os não-nutricionais estão relacionados a alterações bioquímicas e fisiológicas que melhoram a relação água-planta e aumentam a síntese de auxinas, citocininas, giberelinas, vitaminas e compostos orgânicos bioativos, além do aumento da tolerância contra estresses causados por fatores bióticos e abióticos (SIQUEIRA et al., 2007; VOS et al., 2012; BAUM et al., 2015).

A análise foliar das plantas de milho, revelou que a testemunha teve maior acúmulo de fósforo nas folhas em relação as espécies de FMAs, no entanto, não diferindo pelo teste de Tukey, quando comparadas as espécies de fungos o *Gm.* apresentou melhores resultados em relação a espécie *As.* Carneiro et al. (2004), avaliando o efeito da inoculação de FMA e doses de fósforo em plantas de embaúba, verificaram que não houve efeito significativo nas plantas inoculadas para o teor de fósforo na parte aérea, resultados que corroboram com o presente trabalho (Gráfico 10).

No entanto estudos realizados por Bressan et al. (2001), e por Abdel-Fattah et al. (2015), onde encontraram aumento nos índices e de nutrientes como N, P, K, Zn e Cu nas plantas micorrizadas, comprovam que as associações micorizarias favorecem o desenvolvimento vegetativo das plantas por meio do aumento na absorção de nutrientes existentes no solo, através da simbiose do fungo com seu hospedeiro.

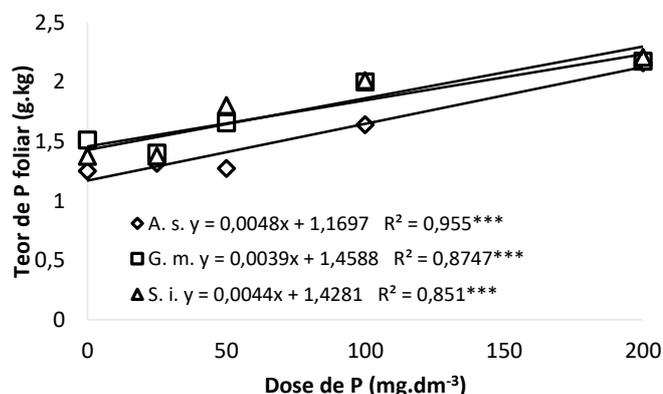


Gráfico 10. Teor de P nas folhas em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

A colonização micorrízica nas raízes das plantas, à 10% de significância, demonstra que a espécie *Gm.* apresentou maior percentual de colonização nos tratamentos onde não houve aplicação de fósforo e onde foi utilizado a dose de 200 mg.dm⁻³. Quando submetidos as doses de 25, 50 e 100 mg.dm⁻³ de P a espécie *As.* se mostrou mais eficiente em relação ao *Gm.*, sendo que a espécie teve maior percentual de colonização quando utilizado a dose de 100 mg.dm⁻³. As colonizações das espécies utilizadas foram superiores a 50%, sendo este nível o mínimo necessário para a colonização nas raízes ser considerada efetiva segundo Carneiro et al., (1998) (Gráfico 11).

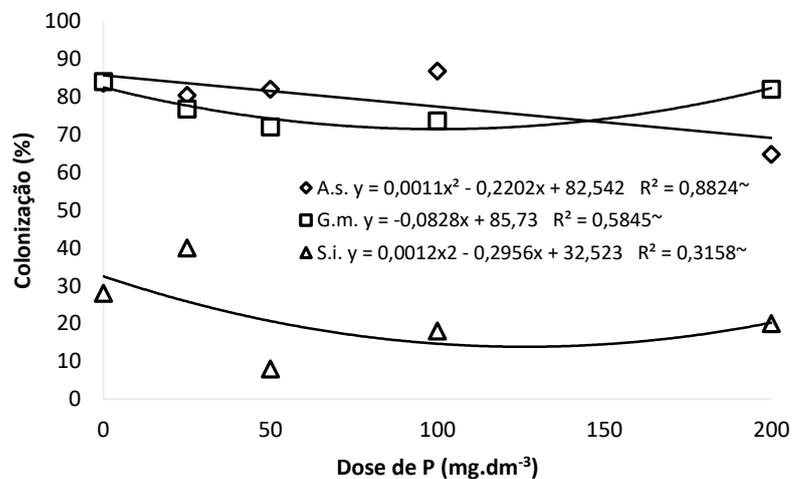


Gráfico 11. Colonização das raízes em função das doses de fósforo e das espécies de FMAs.

A literatura relata que diferentes dosagens de P influenciam diretamente a taxa de colonização das raízes, onde dosagens elevadas inibem seu crescimento e dosagens baixas, além de promoverem a associação simbiótica fungo-planta; melhoram significativamente os parâmetros vegetativos das plantas na qual estão associadas independente da cultura e de espécies de FMAs (SAGGIN JUNIOR et al., 1994; SAMARÃO e MARTINS, 1999; TRINDADE et al., 2000; MELLONI et al., 2000; CHU et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2002; MINHONI e AULER, 2003; ANJOS et al., 2005; COSTA et al., 2005; LEAL et al., 2005; PURIN et al., 2006; ROCHA et al., 2006; CARNEIRO et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2010; RAMOS et al., 2012; GOMIDE, 2014).

4 CONCLUSÃO

As plantas inoculadas com as espécies de fungos micorrízicos foram de modo geral, superiores a testemunha, nos diversos parâmetros avaliados.

A eficiência da espécie *Gigaspora margarita* é afetada por altas dosagens de fósforo, enquanto a da espécie *Acaulospora scrobiculata* não é afetada.

Altos teores de fósforo no solo interferem na colonização micorrízica das plantas.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-FATTAH, G. M. et al. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization on the gas exchange, growth and phosphatase activity of soybean (*Glycine max* L.) plants. **Photosynthetica**, v 52, p. 581. 2015.
- ANJOS, E. C. T. et al. Produção de mudas de maracujazeiro doce micorrizadas em solo desinfestado e adubado com fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 40: p. 345-351. 2005.
- BAUM, C.; EL-TOHAMY, W.; GRUDA, N. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: A review. **Sci Horti-** Amsterdam. v. 187, p. 131–141. 2015.
- BRESSAN, W. et al. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 315-323, 2001.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 04, n. 01, p. 129-145, 1998.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.) **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 3, p. 119-125, 2004.
- CARNEIRO, R. F. V. et al. Inoculação micorrízica arbuscular e doses de fósforo na produção do capim-andropogon, em substrato não estéril. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 2, n.3, p. 212-218. 2007.
- CARRENHO, R.; COSTA, S. M. G.; BALOTA, E. L.; COLOZZI FILHO, A. Fungos micorrízicos arbusculares em agroecossistemas brasileiros In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M., (Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras, Editora UFLA, 2010. p. 215-250.

CAVALCANTE, U.M.T. et al. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do solo no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1099-1106, 2002.

COSTA, C. M. C. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.3, p. 225-232, 2005.

CHU, E. Y. et al. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.4, p.671-680, 2001.

ERNANI, P. R. et al. Corn yield as affected by liming and tillage system on an acid Brazilian Oxisol. **Agronomy Journal**, v. 94, n.2, 2002. p. 305-9.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

GIANINAZZI, S.; GOLLOTTE, A.; BINET, M.N.; VAN TUINEN, D.; REDECKER, D.; WIPF, D. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. **Mycorrhiza**. ; v. 20, n. 8, p. 519-30. 2010.

GOMIDE, P. H. O. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1114–1127. 2014.

HERNANDEZ, M.; CARDENAS, M. Efecto de la inoculación con micorriza en Guinea cv. Likoni. **Pastos y Forrajes**, Havana, v. 17, n. 1, 1994. p. 51-54.

HODGE, A.; ROBINSON, D.; FITTER, A. H. An arbuscular mycorrhizal inoculation enhances root proliferation in, but not nitrogen capture from, nutrient rich patches in soil. **New Phytologist**, Oxford, v. 154, n. 3, 2000. p. 575-584.

INMET. Disponível em: <<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/>>> Acesso em: 29 de agosto de 2017.

ISOPI, R.; FABBRI, P.; PUPPI, G.; DEL-GALLO, M. Dual inoculation of *Sorghum bicolor* (L.) *Moench* ssp. *bicolor* with vesicular arbuscular mycorrhizas and *Acetobacter diazotrophicus*. **Symbiosis**, Rehovot, v. 18, n. 1, 1995. p. 43-55

KOTHARI, S. K, MARSCHNER H, ROMHELD V. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. **Plant and Soil**, 131:177-185, 1991.

LEAL, P. L. et al. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 27, p. 84-87. 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo**, Piracicaba, p. 201. 1989.

MANE, S. S.; RAUT, R. S.; KOHIRE, O. D. Comparative performance of vesicular arbuscular mycorrhizal fungus and Rhizobium inoculation with groundnut. **Annals of Plant Physiology, Oxford**, v.7, n.1, 1993. p.116-118.

MELLONI, R. et al. Fósforo adicionado e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição mineral de limoeiro-cravo [*Citrus limonia* (L). Osbeck]. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p. 767-775, 2000.

MINHONI, M. T. A.; AULER, P. A. M. Efeito do fósforo, fumigação do substrato e fungo micorrízico arbuscular sobre o crescimento de plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 5, p. 841-847. 2003.

PAULA, M. A.; SIQUEIRA, J. O.; HOSHIKA, E. Crescimento e produção de soja inoculada com populações de fungos micorrízicos vesículo arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 2, 1990. p. 151-156.

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**, London, v. 55, n. 1, 1970.

PRASAD, V.; MANJUNATH, G. T. S.; REDDY, C. N. Influence of *Glomus etunicatum* on growth and phosphorus uptake in *Gladiolus* sp. **Mycorrhiza News**, New Delhi, v. 11, n. 4, 2000. p. 17-18.

PRICE, N. S.; RONCADORI, R. W.; HUSSEY, R. S. Cotton root growth as influenced by phosphorus nutrition and vesicular arbuscular mycorrhizas. **New Phytologist**, Oxford, v. 111, 1989. p. 61-66.

PURIN, S. et al. Mycorrhizae activity and diversity in conventional and organic apple orchards from Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, n. 7, p. 1831–1839, 2006.

RAMOS, L. M. G. et al. Diversidade de fungos micorrízicos e colonização radicular, em forrageiras solteiras e em consórcio com milho. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 2, p. 235–244, 2012.

RIBEIRO. A. C.; GUIMARÃES. P. T. G.; V. ALVAREZ V. H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes Minas Gerais - 5ª Aproximação** – Viçosa, MG, 1999. 359 p

ROCHA, F. S.; et al. Dependência e resposta de mudas de cedro e fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, n.1, p.77-84. 2006.

SAGGIN JUNIOR, O. J. et al. Interação fungos micorrízicos versus superfosfato e seus efeitos no crescimento e teores de nutrientes do cafeeiro em solo não fumigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.27-36, 1994.

SAGGIN-JUNIOR, O. J.; et al. **Manual de curadores de germoplasma – micro-organismos: fungos micorrízicos arbusculares**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 23p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. – (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 334; Documentos / Embrapa Agrobiologia, 290; Documentos /

Embrapa Amapá, 76).

SAMARÃO, S. S.; MARTINS, M. A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associadas à aplicação de rutina, no crescimento de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21, p.196-199, 1999.

SCHÜBLER, A.; SCHWARZOTT, D., WALKER, C. A New Fungal Phylum, the Glomeromycota, **Phylogeny and Evolution**. The British Mycological Society. v. 105, n. 12, p. 1413-1421. 2001.

SILVA, E. M.; MALVINO, S. S. B. Análise climática do município de Patrocínio (MG). **Caminhos da Geografia**. v.10, n.16, p. 93-108. 2005.

SIQUEIRA, J. O.; SOAREA, C. R. F. S.; SANTOS, J. G. D.; SCHNEIDER, J.; CARNEIRO, M. A. C. Micorrizas e degradação do solo: caracterização, efeitos e ação recuperadora. In: **Tópicos em Ciência do Solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2007. p. 219-306.

SIQUEIRA, J. O. et al. Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil. Lavras: **UFLA**, 2010.

SMITH, S.; READ, D. **Mycorrhizal Symbiosis**, 3. ed., San Diego: Academic Press; 2008, 605 p.

TRENTIN, E. **Supressão do nematóide *Pratylenchus brachyurus* e estímulo ao crescimento da soja por fungo micorrízico arbuscular**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

TRINDADE, A.V. et al. Eficiência simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares em solo não fumigado, para mamoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p. 505-513, 2000.

VOS, C. M.; TESFEHUN A. N.; PANIS B.; WAELE, D. De; ELSSEN, A. Arbuscular mycorrhizal fungi induce systemic resistance in tomato against the sedentary nematode *Meloidogyne incognita* and the migratory nematode *Pratylenchus penetrans*. **Appl Soil Ecol**. v. 61, p. 1– 6. 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo busca enfatizar a importância da utilização de práticas agrícolas menos agressivas visando a preservação e manutenção dos fungos micorrízicos do solo, demonstrando a grande relevância da colonização micorrízica no crescimento das plantas. A utilização de práticas agrícolas menos agressivas e a rotação de culturas nas áreas agrícolas têm grande importância para a manutenção do equilíbrio da biodiversidade do solo, e conseqüentemente na redução dos custos econômicos, problemas fitossanitários e na melhoria da produtividade das culturas.

A associação de fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho favorece o desenvolvimento vegetativo das plantas por meio do aumento na absorção de nutrientes existentes no solo, especialmente os nutrientes de baixa mobilidade com o fósforo, pois os FMAs possuem grande capacidade de estimulação vegetal através da simbiose do fungo com seu hospedeiro. Nessa associação tem-se grande vantagem como, menor perda de produtividade em função de estresses de efeito biótico e abióticos, pois esses fungos atuam como um mecanismo biológico benéfico para as plantas, principalmente quando estão em situações de estresse edafoclimático, onde conseqüentemente, contribui para o aumento na produção das culturas.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-FATTAH, G. M. et al. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization on the gas exchange, growth and phosphatase activity of soybean (*Glycine max L.*) plants. **Photosynthetica**, v 52, p. 581. 2015.
- ANJOS, E. C. T. et al. Produção de mudas de maracujazeiro doce micorrizadas em solo desinfestado e adubado com fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 40: p. 345-351. 2005.
- BARROS, J. F. C. e CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Évora: Universidade de Évora, 2014. 52p.
- BAUM, C.; EL-TOHAMY, W.; GRUDA, N. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: A review. **Sci Horti-** Amsterdam. v. 187, p. 131–141. 2015.
- BRESSAN. W. et al. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 315-323, 2001.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 04, n. 01, p. 129-145, 1998.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.) **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 3, p. 119-125, 2004.
- CARNEIRO, R. F. V. et al. Inoculação micorrízica arbuscular e doses de fósforo na produção do capim-andropogon, em substrato não estéril. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 2, n.3, p. 212-218. 2007.
- CARENHO, R.; COSTA, S. M. G.; BALOTA, E. L.; COLOZZI FILHO, A. Fungos micorrízicos arbusculares em agroecossistemas brasileiros In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M., (Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras, Editora UFLA, 2010. p. 215-250.
- CAVALCANTE, U. M. T. et al. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do solo no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1099-1106, 2002.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**, Brasília: Conab v.5, 2017. 111 p.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise Mensal Milho**. Brasília, DF, agosto, 2018. 110 p.

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos: safra 2017/18**: décimo segundo levantamento. Brasília, DF, 2018. 148 p.
- COSTA, C. M. C. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.3, p. 225-232, 2005.
- CHU, E. Y. et al. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.4, p.671-680, 2001.
- CLARK, R.B. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. **Plant Soil**, Dordrecht, v.192. p. 15-22.
- ERNANI, P. R. et al. Corn yield as affected by liming and tillage system on an acid Brazilian Oxisol. **Agronomy Journal**, v. 94, n.2, 2002. p. 305-9.
- GIANINAZZI, S.; GOLLOTTE, A.; BINET, M. N.; VAN TUINEN, D.; REDECKER, D.; WIPF, D. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. **Mycorrhiza**. ; v. 20, n. 8, p. 519-30. 2010.
- GOMIDE, P. H. O. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1114–1127. 2014.
- HERNANDEZ, M.; CARDENAS, M. Efecto de la inoculación con micorriza en Guinea cv. Likoni. **Pastos y Forrajes**, Havana, v. 17, n. 1, 1994. p. 51-54.
- HODGE, A.; ROBINSON, D.; FITTER, A. H. An arbuscular mycorrhizal inoculation enhances root proliferation in, but not nitrogen capture from, nutrient rich patches in soil. **New Phytologist**, Oxford, v. 154, n. 3, 2000. p. 575-584.
- INMET. Disponível em: <<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/>>> Acesso em: 29 de agosto de 2017
- ISOPI, R.; FABBRI, P.; PUPPI, G.; DEL-GALLO, M. Dual inoculation of *Sorghum bicolor* (L.) Moench ssp. bicolor with vesicular arbuscular mycorrhizas and *Acetobacter diazotrophicus*. **Symbiosis**, Rehovot, v. 18, n. 1, 1995. p. 43-55
- KOTHARI SK, MARSCHNER H, ROMHELD V. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. **Plant and Soil**, 131:177-185, 1991.
- LEAL, P. L. et al. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 27, p. 84-87. 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo**, Piracicaba, p. 201. 1989.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 2006. 638 p.

MANE, S. S.; RAUT, R. S.; KOHIRE, O. D. Comparative performance of vesicular arbuscular mycorrhizal fungus and Rhizobium inoculation with groundnut. **Annals of Plant Physiology, Oxford**, v.7, n.1, 1993. p.116-118.

MARSCHENER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. Hohenheim: **Institute of Plant Nutrition** University of Hohenheim, 1997.

MELLONI, R. et al. Fósforo adicionado e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição mineral de limoeiro-cravo [*Citrus limonia* (L). Osbeck]. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p. 767-775, 2000.

MENDES, F. F. **Controle Genético da Eficiência no uso de Fósforo em Milho Tropical**. 2012. 135 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MINHONI, M. T. A.; AULER, P. A. M. Efeito do fósforo, fumigação do substrato e fungo micorrízico arbuscular sobre o crescimento de plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 5, p. 841-847. 2003.

MIRANDA, J. C. C. de. **Cerrado micorríza arbuscular-ocorrência e manejo**. Embrapa 2012. 174p.

MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2º ed. Lavras: Universidad Federal de Lavras, 2006. 729p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 P.

PAULA, M. A.; SIQUEIRA, J. O.; HOSHIKA, E. Crescimento e produção de soja inoculada com populações de fungos micorrízicos vesículo arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 2, 1990. p. 151-156.

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**, London, v. 55, n. 1, 1970.

PRADO, R. M., VALE, D. W. do. ROMUALDO, L.M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringa 2005. 498 p.

PRASAD, V.; MANJUNATH, G. T. S.; REDDY, C. N. Influence of *Glomus etunicatum* on growth and phosphorus uptake in *Gladiolus* sp. **Mycorrhiza News**, New Delhi, v. 11, n. 4, 2000. p. 17-18.

PRICE, N. S.; RONCADORI, R. W.; HUSSEY, R. S. Cotton root growth as influenced by phosphorus nutrition and vesicular arbuscular mycorrhizas. **New Phytologist**, Oxford, v. 111, 1989. p. 61-66.

PURIN, S. et al. Mycorrhizae activity and diversity in conventional and organic apple orchards from Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, n. 7, p. 1831–1839, 2006.

RAMOS, L. M. G. et al. Diversidade de fungos micorrízicos e colonização radicular, em

forrageiras solteiras e em consórcio com milho. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 2, p. 235–244, 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; V. ALVAREZ V. H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes Minas Gerais - 5ª Aproximação** – Viçosa, MG, 1999. p. 359

ROCHA, F. S.; et al. Dependência e resposta de mudas de cedro e fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.v.41, n.1, p.77-84. 2006.

RICHARDSON, A. E.; BAREA, J.-M.; MCNEIL, A. M.; PRINGENT, C. C. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. **Plant and Soil**, v.321, 2009. p.305-339.

SAGGIN JUNIOR, O. J. et al. Interação fungos micorrízicos versus superfosfato e seus efeitos no crescimento e teores de nutrientes do cafeeiro em solo não fumigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.27-36, 1994.

SAGGIN-JUNIOR, O. J.; et al. **Manual de curadores de germoplasma – micro-organismos: fungos micorrízicos arbusculares**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 23p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. – (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 334; Documentos / Embrapa Agrobiologia, 290; Documentos / Embrapa Amapá, 76).

SAMARÃO, S. S.; MARTINS, M. A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associadas à aplicação de rutina, no crescimento de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21, p.196-199, 1999.

SCHÜBLER, A.; SCHWARZOTT, D., WALKER, C. A New Fungal Phylum, the Glomeromycota, **Phylogeny and Evolution**. The British Mycological Society. v. 105, n. 12, p. 1413-1421. 2001.

SILVA, E. M.; MALVINO, S. S. B. Análise climática do município de Patrocínio (MG). **Caminhos da Geografia**. v.10, n.16, p. 93-108. 2005.

SIQUEIRA, J. O.; SOAREA, C. R. F. S.; SANTOS, J. G. D.; SCHNEIDER, J.;CARNEIRO, M. A. C. Micorrizas e degradação do solo: caracterização, efeitos e ação recuperadora. In: **Tópicos em Ciência do Solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2007. p. 219-306.

SIQUEIRA, J. O. et al. Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil. Lavras: **UFLA**, 2010.

SMITH, S.; READ, D., **Mycorrhizal Symbiosis**, 3. ed., San Diego: Academic Press; 2008, 605 p.

SMITH, S. E.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 39, p. 211-244, 1988.

SOUZA, F. A. DE; STÜRMER, S. L.; CARRENHO, R.; TRUFLEN, S. F. T. Classificação e

taxonomia de Fungos Micorrízicos Arbusculares e sua Diversidade e ocorrência no Brasil. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUSA, F. A. D. S.; CARDOSO, ELKE J. B. N.; SIU MUI TSAI (Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. p. 15–74.

STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Diversidade de fungos micorrízicos Arbusculares em ecossistemas Brasileiros. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. (Org.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas Brasileiros**. v. 1. 2008. p. 537–584.

TRENTIN, E. **Supressão do nematóide *Pratylenchus brachyurus* e estímulo ao crescimento da soja por fungo micorrízico arbuscular**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

TRINDADE, A.V. et al. Eficiência simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares em solo não fumigado, para mamoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p. 505-513, 2000.

VOS, C. M.; TESFEHUN A. N.; PANIS B.; WAELE, D. De; ELSEN, A. Arbuscular mycorrhizal fungi induce systemic resistance in tomato against the sedentary nematode *Meloidogyne incognita* and the migratory nematode *Pratylenchus penetrans*. **Appl Soil Ecol.** v. 61, p. 1– 6. 2012.