



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS EM SEMEADURA  
DIRETA: EFEITO DE MICORRIZA E DE  
FÓSFORO**

**WALDO WILFREDO FLORES-AYLAS**

**1999**

COPYRIGHT 1954 BY  
THE UNIVERSITY OF CHICAGO

**WALDO WILFREDO FLORES-AYLAS**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM  
SEMEADURA DIRETA: EFEITO DE MICORRIZA E DE FÓSFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas-Microbiologia do Solo, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

**Prof. Dr. José Oswaldo Siqueira**

**LAVRAS**

**MINAS GERAIS - BRASIL**

**1999**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Flores-Aylas, Waldo Wilfredo

Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta: efeito de micorriza e de fósforo / Waldo Wilfredo Flores-Aylas. – Lavras : UFLA, 1999.  
81p. : il.

Orientador: José Oswaldo Siqueira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

**Bibliografia.**

1. Ecologia florestal. 2. Recomposição florestal. 3. Espécie arbórea nativa. 4. Micorriza. 5. *Glomus etunicatum*. 6. Formononetina. 7. Fósforo. 8. Semeadura mista. 9. Semeadura direta. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.92  
-634.956

**WALDO WILFREDO FLORES-AYLAS**

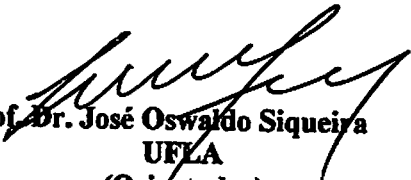
**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM  
SEMEADURA DIRETA: EFEITO DE MICORRIZA E DE FÓSFORO**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Programa de  
Pós-graduação em Agronomia, área de  
concentração em Solos e Nutrição de Plantas-  
Microbiologia do Solo, para obtenção do título de  
“Mestre”.**

**APROVADA em 24 de setembro de 1999**

**Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide**

**Prof. Dra. Fátima Maria Souza Moreira**

  
**Prof. Dr. José Oswaldo Siqueira**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**

- *Aos meus pais Julio Félix e Delfina Maria*
- *Ao Dr. Mauro Flávio Meza Montalvo*

**Ofereço**

*Aos meus irmãos Edgar e Julio,  
ambos in memoriam*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

- À Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo, Laboratório de Microbiologia do Solo.
- À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.
- Ao professor José Oswaldo Siqueira pela orientação, ensinamentos e, principalmente, pela oportunidade.
- Ao pesquisador Orivaldo José Saggin Júnior pela co-orientação, ensinamentos e amizade.
- Ao professor Antônio Cláudio Davide pela contribuição e apoio.
- Aos meus irmãos Grover, Aída, Rubén, Percy e a meu tio Isidro Lobo M.
- A Flávio Meza Miguel, Flor Parraga, Antônio, Patrícia e Ângela Meza.
- Aos amigos e colegas: Nadiel Massahud, Cristina Mendonça, Nair L. Souza, Isabel Trannin, Eduardo Bonamico, Geraldo Silva e Família, Fabiano Goulart, Anamaria A. Pereira, Ulises C. Bustamante, Cláudia M.S. Lopes, Carlos S. Souza, Meire da Silva, Divino Miguel, João Canestri e Família; Magno Matioli e Família, Diércules dos Santos, Dimas R. Esteves, Paulo R. Oliveira, Enrique Pouyú, Benito Moura e Família, Juliano Cury, Anderson Lange, Adão Lacerda, Marcos Gonçalves, Alexandre Matsuda e Rodrigo Martins.
- Aos Estagiários: Pedro Sanches, Carolina Botrel e Rodrigo Rezende.
- Aos Professores: Vicente Gualberto, Fabiano do Vale, Mozart Ferreira, Hércio Andrade, Nilton Curi e Fátima Moreira (DCS); Paulo T.G. Guimarães (EPAMIG/DCS); Antônio N.G. Mendes e Rubens Guimarães (DAG); José Machado e Hilário de Castro (DFP); Daniel Furtado (DEX); José Falco (DZO).
- Aos Funcionários: Manoel da Silva, Roberto Mesquita, Cláudia de Freitas, Roberto e Humberto Fernandes, João G. Penha, Rogério Mendes, João Bosco, Maria Ferreira e Daniel dos Santos (DCS); Carlos H. Souza (DRCA).

***Muito obrigado por tudo!!!***

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	4
2.1 Espécies arbóreas utilizadas .....	4
2.2 Revegetação com espécies nativas em áreas degradadas .....	6
2.2.1 Semeadura direta de espécies florestais .....	9
2.3 Micorrizas na revegetação de áreas degradadas .....	11
2.4 Estimulantes da micorrização .....	18
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
3.1 Solo .....	20
3.2 Material vegetal .....	21
3.3 Tratamentos e delineamento experimental .....	21
3.4 Condução de experimento .....	23
3.5 Avaliações .....	25
3.6 Análise estatística .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
4.1 Massa da parte aérea seca e área foliar total .....	27
4.2 Crescimento relativo das espécies .....	30
4.3 Comportamento de cada espécie na mistura .....	39
4.3.1 Crescimento vegetativo .....	39
4.3.2 Nutrientes .....	49
4.3.3 Colonização micorrízica .....	57
4.4 Discussão geral .....	58
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	63
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	64
<b>ANEXOS</b> .....	76

## RESUMO

FLORES-AYLAS, Waldo Wilfredo. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta: efeito de micorriza e de fósforo.**  
Lavras: UFLA, 1999. 81p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)

Áreas degradadas são extensas no Brasil e no mundo e sua recuperação é possível através de reflorestamentos com espécies arbóreas nativas, as quais após estabelecidas interagem com a flora e a fauna. A recuperação dessas áreas pode ser facilitada com o uso de técnicas alternativas de regeneração como a semeadura direta. No presente estudo, avaliaram-se os efeitos da micorrização e do estimulante desta (Mycoform) no crescimento e na competição inicial de fedegoso (*Senna macranthera*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*), gravitinga (*Solanum garanuloso-leprosum*), aroeira (*Schimus terebenthifolius*) e trema (*Trema micrantha*) em semeadura mista e direta, em solo com diferentes níveis de fósforo disponível. O experimento foi conduzido durante 120 dias em casa de vegetação com tratamentos de inoculação (*Glomus etunicatum*), Mycoform e fósforo (0,002; 0,02 e 0,2 mg L<sup>-1</sup> de P disponível). As espécies responderam à inoculação em baixa fertilidade (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>) principalmente para a produção de massa seca e área foliar total. A gravitinga não conseguiu sobreviver em solo com 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P e foi dominante em 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P. O fedegoso também foi dominante, porém em solo com 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P. Este comportamento foi diferente quando as plantas foram inoculadas com *G. etunicatum*. Apenas o fedegoso respondeu à adição de Mycoform no crescimento vegetativo. Conclui-se que o crescimento das espécies foi favorecido pela elevação na disponibilidade de P e que a inoculação com *G. etunicatum* favoreceu o crescimento e o equilíbrio entre as espécies em semeadura mista e direta. A elevação da disponibilidade de P no solo favoreceu a dominância de certas espécies, principalmente da gravitinga.

---

Comitê Orientador: José Oswaldo Siqueira - DCS-UFLA (Orientador);  
Orivaldo José Saggin Júnior - EMBRAPA-PE; Antônio Cláudio  
Davide - DCF-UFLA

## ABSTRACT

FLORES-AYLAS, Waldo Wilfredo. **Initial development of tree species in direct seeding: effect of mycorrhiza and phosphorus.** Lavras: UFLA, 1999. 81p. (Dissertation - Master Program in Soils and Plant Nutrition)

Degraded areas are extensive in Brazil and in the world and their reclamation is possible through reforestation with native tree species which after established interact with both flora and fauna. The reclamation of these areas may be made easy with the use of alternative regeneration techniques such as the direct seeding. In the present study, the effect of the mycorrhization and its stimulant (Mycoform) upon growth and initial competition of the fedegoso (*Senna macranthera*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), cassia verrugosa (*Senna multijuga*), gravitinga (*Solanum garanuloso-leprosum*), aroeira (*Schinus terebenthifolius*) and trema (*Trema micrantha*) in mixed and direct seeding in soils with different levels of available phosphorus were evaluated. The experiment was conducted over 120 days in greenhouse with inoculation treatments (*Glomus etunicatum*), Mycoform and phosphorus (available P). The species responded to the inoculation under low fertility (0.002, 0.02 mg L<sup>-1</sup>) mainly for dry mass and total leaf area production. The gravitinga failed to survive in soil with 0.002 mg L<sup>-1</sup> of P and was the dominant species with 0.02 mg L<sup>-1</sup> of P. The fedegoso was also dominant, but in soil with 0.002 mg L<sup>-1</sup> of P. This behavior was different when the plants were inoculated with *G. etunicatum*. Only the fedegoso responded to the addition of Mycoform in the vegetative growth. It follows that the growth of the species was favored by the rise in P availability and that inoculation with *G. etunicatum* favored the growth and equilibrium between the species in mixed and direct seeding. Elevated P availability in the soil supported the dominance of certain species, chiefly of the gravitinga .

---

Guidance Committee: José Oswaldo Siqueira - DCS-UFLA (Major Professor);  
Orivaldo José Saggini Júnior - EMBRAPA-PE; Antônio Cláudio Davide -  
DCF-UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização desordenada dos recursos naturais altera o equilíbrio do ecossistema e é a principal causa da degradação de áreas em quase todo o país e no mundo. Dentre as principais atividades encontram-se a exploração agrícola, a mineração e a urbanização/industrialização, que geram a destruição de florestas, queimadas sucessivas, construções de estradas e usinas hidrelétricas e erosão do solo, dentre outros processos. Além do impacto ambiental, a destruição ou degradação dos recursos naturais (biodiversidade de flora e fauna silvestre) causa enorme impacto negativo à qualidade de vida e à atividade sócio-econômica da região (Barbosa, 1989; Décamps e Naiman, 1990; Joly, 1994), representando séria ameaça ao futuro da nação e do planeta.

O solo é um dos componentes do ecossistema mais afetado por essas atividades. Áreas com solo degradado apresentam perda de matéria orgânica contida na camada superficial, alteração da estrutura, redução da disponibilidade de água e, principalmente, redução da atividade biológica, dificultando o suprimento de nutrientes essenciais como P, N e S às plantas, o qual é feito em grande parte pela ciclagem de nutrientes dos restos vegetais (Franco et al., 1995). Considerando-se os recursos do solo não renováveis, frágeis e muito susceptíveis aos processos degradativos, é necessária a revegetação dessas áreas, para assegurar a sua conservação ou tentar recuperá-la de um processo degradativo já existente (Meson e Montoya, 1993). Os demais benefícios advindos do estabelecimento de uma cobertura vegetal, como a manutenção da fauna local, enfatiza a utilização de espécies arbóreas nativas em programas de revegetação. Estas espécies apresentam, dentre outras

vantagens, fornecimento de alimentos aos animais silvestres, adaptação ao clima do local, presença de polinizadores e predadores que as mantêm em equilíbrio com o ecossistema.

Existem dificuldades para a utilização de espécies arbóreas nativas na revegetação, devido à pouca informação sobre nutrição, comportamento e ecologia. Além disso, os solos destinados a reflorestamentos geralmente apresentam baixo teor de matéria orgânica, deficiência expressiva de nutrientes, principalmente de fósforo e microbiota com populações reduzidas, particularmente de microrganismos benéficos, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Esses fungos contribuem para o crescimento da maioria das plantas, principalmente pela absorção de fósforo, favorecendo o poder competitivo destas espécies no ecossistema. Por isto, esforços têm sido feitos no sentido de introduzir FMAs na tecnologia de formação de matas nativas, incluindo a inoculação em mudas durante sua formação. A revegetação de áreas extensas, utilizando o sistema de regeneração convencional, isto é, com a formação de mudas em viveiros, é onerosa e muitas vezes, dificulta a recuperação de áreas degradadas (Franco et al., 1992). A semeadura direta é um sistema de regeneração alternativo, onde as sementes são espalhadas diretamente no local a ser reflorestado, sem a necessidade da formação de mudas (Toumey, 1967). Porém, no Brasil não existem informações sobre este sistema utilizando espécies arbóreas nativas dos trópicos, desconhecendo-se o comportamento competitivo destas quando semeadas diretamente e em mistura. A fertilidade do solo e a condição microbiológica do mesmo afetam o comportamento das espécies, no entanto os efeitos da disponibilidade de P e da presença de propágulos de fungos micorrízicos ainda são pouco estudados para estas espécies. O conhecimento dos efeitos destes fatores poderá contribuir para aperfeiçoar as técnicas de semeadura direta no solo e a utilização destas espécies na formação de matas nativas.

Neste estudo avaliaram-se os efeitos da micorrização e do estimulante desta (formononetina) no crescimento e competição inicial de seis espécies arbóreas nativas, semeadas diretamente e misturadas em solo com diferentes níveis de fósforo disponível.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Espécies arbóreas utilizadas

(As espécies arbóreas nativas fedegoso, mutamba, cássia verrugosa, gravitinga, aroeira e trema, todas pertencentes ao grupo das pioneiras, apresentam alta capacidade de absorver nutrientes, rápido crescimento dentre outras vantagens, as quais favorecem a ciclagem de nutrientes mantendo-os no sistema. Estas características são desejáveis para a reabilitação de áreas degradadas (Montagnini e Sancho, 1994). Exceto a mutamba, estudos mostraram que as restantes formam associações simbióticas com fungos micorrízicos arbusculares (Pereira et al., 1996; Carneiro et al., 1996; Saggin-Júnior, 1997 e Siqueira et al., 1988). A seguir cada espécie é caracterizada:

(*Senna macranthera* Collad. Irwin et Barn. (fedegoso), Família Leguminosae e subfamília Caesalpinoidae. Heliófita e pioneira (Barbosa e Macedo, 1993) e, secundária inicial, segundo Davide et al. (1995), é muito frequente em formação secundária de regiões de altitude. Desenvolve-se rápido, atingindo até 3,5 m com 2 anos de idade e apresenta folhas compostas de 2 pares de folíolos opostos, ideal para a composição florística em áreas degradadas de preservação permanente. O fedegoso apresenta dependência micorrízica relativamente alta (Oliveira, 1995; Pereira et al., 1996 e Pouyú-Rojas, 1997). Saggin-Júnior (1997) classificou esta espécie como micotrófica facultativa.)

*Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba), Família Sterculiaceae. É uma árvore semidecídua, heliófita, pioneira (Lorenzi, 1992; Barbosa e Macedo, 1993) e, secundária inicial, segundo Trape e Oliveira (1995), de qualquer forma é uma espécie de estádios iniciais. A árvore atinge altura de 8 a 16 m, com tronco de

30-50 cm de diâmetro. Ocorre em toda a América Latina (Barbosa e Macedo, 1993) e não foi encontrada referência sobre micorrizas nesta espécie.

*Senna multijuga* Rich. Irwin et Barn. (cássia verrugosa), Família Caesalpiniaceae ou Leguminosae e subfamília Caesalpinoideae. Árvore decídua no inverno, heliófita, pioneira típica das matas secundárias (capoeiras e capoeirões) da floresta pluvial atlântica. Atinge altura de 6-10 m com tronco de 30-40 cm de diâmetro. É muito utilizada no reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente e ocorre em quase todo o território nacional, em altitudes até 1200 m e com precipitação anual de 1100 a 1200 mm. Distribuída regularmente na zona litorânea ou estacional nas demais regiões do interior brasileiro, com temperatura média anual de 17 a 24 °C (Lorenzi, 1992). É altamente micotrófica (Pereira et al., 1996; Pouyú-Rojas, 1997).

*Solanum garanuloso-leprosum* Dun (gravitinga), Família Solanaceae. Não foram encontradas informações na literatura, por isso caracterizou-se a espécie *Solanum lycocarpum* St. Hill. (lobeira, fruta de lobo). Heliófita, pioneira, característica e exclusiva de formações abertas, principalmente de cerrado e campos cerrados (Lorenzi, 1998), ocorre em todo o Brasil tropical e subtropical, com predominância nos cerrados e campos cerrados do Brasil Central. Geralmente se apresenta como simples arbusto e pode variar de 3-5 m de altura, tronco tortuoso e cilíndrico de 15-30 cm de diâmetro. A própria *Solanum garanuloso-leprosum* é facultativa, apresenta colonização micorrizica média até muito alta em solos de baixa fertilidade; é altamente responsiva ao fósforo (Saggin-Júnior, 1997).

*Schinus terebenthifolius* (aroeira mansa, aroerinha), Família Anacardiaceae. Planta perenifolia, heliófita e pioneira, comum em beira de rios, córregos e em varzeas úmidas de formações secundárias, desenvolve-se também em terrenos secos e pobres. Atinge altura de 5-10 m e tronco de 30-60 cm de diâmetro. Associa-se a fungos micorrizicos (Siqueira et al., 1998) e embora

tenha trabalhado com outra espécie pertencente à mesma Família Anacardiaceae, Saggin-Júnior (1997) classificou como micotrófica facultativa.

*Trema micrantha* L. Blum. (candiúva), Família Ulmaceae, árvore que atinge de 5-12 m de altura com tronco de 20-40 cm de diâmetro, perenifoliada ou semidecídua, heliófita, típica de formações secundárias das florestas semidecíduas e pluvial atlântica. Indicada como sombreadora no reflorestamento misto com espécies nativas umbrófilas, é considerada prioritária em reflorestamentos protetivos devido ao fornecimento de alimentos para a avifauna. Pioneira de rápido crescimento, ideal no reflorestamento heterogêneo destinado à recomposição de áreas degradadas com a finalidade de preservação permanente (Lorenzi, 1992). Apresenta CTC radicular mais elevada, entre as espécies estudadas (Vale et al., 1995). Embora micotrófica, muitas vezes não necessita de micorrizas para crescer em habitats naturais (Janos, 1980). Facultativa segundo Saggin-Júnior (1997), este grau de micotrofia corroboram os resultados de Siqueira et. al. (1998), quando verificaram colonização alta em condições favoráveis à micorrização.

## **2.2 Revegetação com espécies nativas em áreas degradadas**

Onze milhões de hectares de florestas tropicais e secundárias são destruídas em todo o mundo, ou seriamente degradados pela expansão agrícola e mineração (World Resource Institute/IIED, 1988, citado por Parrotta, 1992). A necessidade de recuperar estas áreas exige técnicas viáveis social, econômica e politicamente. Área degradada é o local onde, após distúrbio, principalmente pelo uso incorreto, os seus meios de regeneração natural foram eliminados, porém apresenta baixa resiliência (Pimm, 1986), isto é, retorna ao seu estado original, embora exista a possibilidade disso não ocorrer (Kageyama, Castro e Carpanezzi 1989). Área perturbada é a que sofreu distúrbio, porém manteve

seus meios de regeneração biótica. No entanto, em ecossistemas degradados, a ação antrópica é necessária para sua recuperação (Carpanezzi et al., 1990).

O processo de recomposição florística de um ecossistema natural, perturbado naturalmente ou por ação antrópica, pode ser realizado utilizando-se técnicas de restauração, recuperação ou reabilitação (Herrera, Salamanca e Barea, 1993). A restauração é caracterizada pela manutenção dos meios de regeneração biótica, podendo recompor-se naturalmente ao longo do tempo, quando somente mantido em pousio e melhor ainda se receber ajuda do homem. Recuperação é a recomposição de algumas características mais importantes, enquanto reabilitação é a formação de um novo ecossistema com características desejáveis, porém distintas à original.

Neste processo, deve-se priorizar a utilização de espécies arbóreas nativas, principalmente em áreas de proteção. Estas espécies apresentam uma série de vantagens para um programa de recuperação ambiental, favorecendo a conservação e biodiversidade regional, protegendo ou expandindo as fontes naturais de diversidade genética, não só das espécies vegetais, mas também da fauna local a elas associadas. O risco de perdas por dificuldade de aclimação é reduzido e as chances de sucesso são relativamente maiores, ao longo prazo, devido aos mecanismos naturais já existentes, como os agentes polinizadores e dispersores (Oliveira Filho, 1994). No Brasil, a utilização de espécies arbóreas nativas em programas de revegetação esbarra em problemas como a falta de conhecimento sobre o comportamento das plantas, florescimento, frutificação e hábitos preferenciais. A dificuldade de obter um modelo padrão para o reflorestamento de áreas degradadas é bem conhecida, entretanto existe consenso entre os pesquisadores sobre a necessidade de integrar conhecimentos básicos e aplicados que consideram os processos naturais de sucessão, o comportamento biológico das espécies nativas e o grau de conservação ou deterioração do solo. Muitos autores, focalizando condições originais do

ecossistema, indicam que a complexidade das funções e relações deve-se a fatores bióticos e abióticos e não deve ser inferido apenas em situações particulares, tais como monoculturas de espécies arbóreas ou plantios mistos. Os mesmos concluíram que há necessidade de avaliar a dinâmica das espécies arbóreas em comunidades implantadas, baseada na sua capacidade produtiva e estratégias de reprodução e os resultados devem ser comparados aos obtidos em comunidades naturais.

(( Estudos no campo, com espécies de vários grupos ecológicos, mostraram que as pioneiras e as secundárias são as mais responsivas à adubação nitrogenada (Lima, 1995). Este mesmo autor verificou que as espécies arbóreas nativas respondem à adição de NPK (Lima et al., 1997). Ainda neste estudo, dezesseis meses após o plantio, a omissão de P na adubação de fedegoso, cássia verrugosa e aroerinha reduziram 27% a altura em média, comparado às plantas que receberam NPK, as quais foram superiores 106, 66 e 125%, respectivamente em relação às plantas sem adubação. Fato semelhante ocorreu com outras espécies arbóreas, demonstrando a necessidade de adubação adequada na implantação das mesmas.))

(( Em outro estudo, verificou-se que o K estimula o crescimento vegetativo, quando suprido adequadamente e o excesso deste nutriente é depressivo (Renó, 1994). Pritchett e Fisher (1987) afirmaram que espécies florestais são capazes de desenvolver-se em locais com baixo K trocável, mediante um eficiente sistema interno e externo de ciclagem de nutrientes. Em estudos isolados, a mutamba, a cássia verrugosa, o fedegoso e a trema apresentaram maior produção de massa seca, quando supridas deste elemento (Silva et al., 1996).))

(( Poucos são os estudos sobre espécies arbóreas nativas, no entanto os mesmos mostraram que estas espécies respondem à adição de fertilizantes, e o suprimento adequado de nutrientes é necessário para o seu crescimento e

desenvolvimento inicial. O fósforo, à semelhança que ocorre com grandes culturas é nutriente limitante ao crescimento inicial e estabelecimento de espécies florestais nativas (Siqueira et al., 1995; Lima et al., 1997). Dentre esses nutrientes, o fornecimento deste elemento pode realizar-se com o emprego de fungos micorrízicos associadas às plantas. Para tal, a seleção de espécies arbóreas visando àquelas com maior eficiência no uso e na absorção de nutrientes, assim como os microrganismos simbiotes, pode reduzir expressivamente a adição de fertilizantes, P principalmente (Souza e Silva, 1996).) Estas espécies, semeadas em mistura e inoculadas com fungos micorrízicos, podem apresentar efeitos importantes na produção de biomassa, devido ao maior volume de solo explorado e ao aumento do transporte de nutrientes entre plantas favorecendo o equilíbrio no crescimento.

### **2.2.1 Semeadura direta de espécies florestais**

A semeadura direta de espécies florestais é um sistema de regeneração alternativo, onde as sementes são espalhadas diretamente no local a ser florestado. Este sistema que promove a conservação de água e solo, além de reduzir custos com fertilizantes, tem sido uma opção alternativa de florestamento no Canadá, nas últimas três décadas (Fowler, 1995). É relativamente econômico e efetivo para o estabelecimento de árvores e arbustos em larga escala (Waldron, 1974 e Fraser, 1981).

Dentre as vantagens encontram-se a redução do risco de deformação das raízes e problemas de estabelecimento das plantas (Long, 1978 e Hultén, 1982), além da diminuição de mão de obra e uso de fertilizantes na formação de mudas. A manutenção da umidade do solo também é favorecida por permitir a precipitação com grande liberdade, além de facilitar a aeração devolvendo o aquecimento do solo, o que capacita as raízes de plântulas estabelecerem-se mais fácil, penetrando maior profundidade e induzindo alta atividade química.

A insegurança deste método de regeneração, produzindo mudas inestáveis em sobrevivência e crescimento (Valtanen e Engberg, 1987) é a razão do seu uso limitado. O incremento no número de sementes por área na semeadura tem sido utilizado para minimizar este problema (Kinnunen, 1982). Considerando-se, porém, a influência do ambiente no desenvolvimento das plantas, foi demonstrado que apenas o aumento no número de sementes não resolveria. Outra desvantagem é o insucesso em áreas que possuem precipitação média anual menor que 300 mm, em solos arenosos ou em áreas propensas à erosão de água (Dalton, 1993). Neste sistema a emergência das sementes é considerada como resultado da interação entre a semente e o ambiente, que direciona ao desenvolvimento de um método consistente de semeadura direta.

A utilização de sementes de alta qualidade, isto é, sementes com elevada taxa de germinação é uma forma de aprimorar este método (Huss, 1956 e Dunlap e Barnett, 1983). O peso das mesmas também é considerado na avaliação de qualidade, devido à sua correlação com o crescimento das mudas nos estádios iniciais (Griffin, 1972; Mikola, 1980 e Hendrix et al., 1991). Sementes contendo alta quantidade de reservas e germinadas em inícios de primavera, são melhores adaptadas para a semeadura direta que sementes pequenas, as quais possuem germinação com desenvolvimento lento.

A semeadura direta de espécies arbóreas e arbustos nativos, na Austrália, permite clara opção alternativa de baixo custo em áreas com baixa precipitação, como o clima Mediterrâneo, porém é considerada uma prática de risco devido à variação climática. O crescimento de espécies endêmicas de acácia e eucalipto foi bem sucedido em experimentos de campo, mesmo assim recomenda-se a utilização de outras espécies pertencentes a gêneros diferentes com o objetivo de maximizar o sucesso deste sistema de regeneração (Knight et al., 1998).

Ainda na Austrália, sementes de *Alphitonia petriei* (Família Ramnaceae) sem proteção tiveram alta germinação em casa de vegetação e em campo. A fertilidade do solo e a competição com gramíneas não afetaram a taxa de germinação desta espécie, porém influenciaram na sobrevivência e crescimento das mudas. Solos inférteis e compactados com plantas daninhas são detrimenais à sobrevivência e crescimento (Sun, Dickinson e Bragg 1995). Em Scandinavia onde mais de 25% do total de regeneração artificial é por sementeira direta, as coníferas são restabelecidas utilizando-se este sistema com menor custo que com o emprego de formação de mudas.

No Brasil, apenas um estudo com *Pinus taeda* L. indica que a época de sementeira e o preparo do solo influenciam a germinação, sendo ideal o outono e o solo sem aração (Mattei, 1993). Este autor verificou ainda que chuva pesada e baixa umidade do solo são extremamente prejudiciais para a prática da sementeira direta, principalmente na fase de germinação e logo após a emergência. Knight et al. (1998) consideram este sistema de regeneração, ideal para florestar áreas extensas do mundo, como por exemplo, o Leste Médio e o Norte da África que apresentam climas similares ao local onde foram conduzidos seus experimentos. Pelo exposto, as vantagens deste sistema levam à necessidade de desenvolver estudos utilizando a sementeira mista e direta de espécies arbóreas nativas do Brasil, para aprimorar sua viabilidade, podendo ser utilizado principalmente na revegetação de áreas extensas.

### 2.3 Micorrizas na revegetação de áreas degradadas

A maioria das espécies vegetais (95%) formam micorrizas, assim a condição micorrízica é a regra e não a exceção na natureza. Entre os diferentes tipos de micorrizas, as arbusculares são as mais comuns na maioria dos ecossistemas terrestres (Smith e Read, 1997 e Brundrett, 1991). Esta associação simbiótica formada entre raízes da maioria das plantas superiores e fungos da

ordem Glomales é caracterizada pelo movimento bidirecional de nutrientes, ocorrendo um fluxo de C para o fungo e de nutrientes inorgânicos para a planta. Micorrizas arbusculares podem ser formadas por 152 espécies de fungos, pertencentes a 5 gêneros e 3 famílias, *Gigaspora* e *Scutellospora* (Gigasporaceae), *Glomus* (Glomaceae) e *Acaulospora* e *Entrophospora* (Acaulosporaceae) da Ordem Glomales, Classe Zygomycetes (Morton e Benny, 1990).

A importância desta simbiose baseia-se no favorecimento do crescimento das plantas em condições adversas, devido principalmente à maior absorção de nutrientes, entre eles os pouco móveis no solo, como o P. Isto ocorre com o aumento do volume de solo explorado para absorção de nutrientes através das hifas extramatriciais que se estendem muito além da zona de depleção (Rhodes e Gerdemann, 1975). Estas hifas exsudam substâncias orgânicas (Tisdall, 1994) e podem atingir até 80-100 mm ou até 20 m g<sup>-1</sup> de solo (Sylvia, 1990), os mesmos favorecem a interação com outros microrganismos da rizosfera (Fitter e Garbaye, 1994) sendo capaz de realizar a mesma função dos pêlos radiculares, que atingem apenas até 2 mm de distância da superfície da raiz. Dentre outros fatores favoráveis, encontram-se o diâmetro menor das hifas quando comparado com os pêlos radiculares, o que aumenta a área de contato com o solo, podendo crescer em poros inacessíveis a raízes ou pêlos radiculares favorecendo o acesso ao P não disponível à planta, pela exudação de ácidos orgânicos ou pela ativação de ânions orgânicos de peso molecular baixo, tal como oxalato. Estes ácidos substituem o fósforo sorbido em metais, dissolvem óxidos e complexam metais em solução evitando assim, a precipitação de fosfatos. As hifas extramatriciais também mantêm unidas partículas do solo, possibilitando a estabilização dos agregados por resíduos de plantas e/ou microrganismos (Tisdall e Oades, 1982; Adem e Tisdall, 1984 e Wright e Upadhyaya, 1998).

Os fungos micorrízicos colonizam as pontas das raízes, competindo com patógenos de raízes que parasitam o mesmo tecido. Em florestas tropicais, onde a ciclagem do P é rápida e elevada, acredita-se que uma função dos fungos micorrízicos deve ser a proteção do sistema radicular contra patógenos endêmicos como *Fusarium* spp. Fungos micorrízicos também podem competir com os patógenos através da produção de antibióticos, competição por nutrientes, incluindo a produção de sideróforos e indução de mecanismos de defesa da planta. Ainda podem influenciar a ocorrência de alguns microrganismos simbiotes, como as bactérias *A. eutrophus* que aumentaram significativamente em presença de *G. mosseae* (Andrade, Linderman e Bethlenfalvay, 1998)

Desde os anos 70, quando se verificou a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas perturbadas com mineração, o seu potencial de uso para revegetação de áreas degradadas foi reconhecido (Daft e Nicolson, 1974). Várias pesquisas avaliaram a utilização destas associações na recuperação de ecossistemas perturbados (Allen, 1989 e Miller e Jastrow, 1992). Assim, em áreas severamente perturbadas, o envolvimento de tecnologias utilizando FMAs torna-se essencial (Allen e Allen, 1990).

A dependência micorrízica é característica própria de cada espécie vegetal e varia com seu estado fisiológico (Ollivier et al., 1983; Hetrick, Wilson e Cox, 1992 e Hetrick, Wilson e Gill, 1995) e com o nível de fertilidade do solo (Gerdemann, 1968 e Mosse, 1973), tornando-se fator responsável pela adaptação e competitividade das espécies no ecossistema. Algumas espécies micotróficas são capazes de crescer sem micorrizas, quando artificialmente fertilizadas, porém outras, como algumas palmas (Janos, 1977), podem ser completamente abdicadas da habilidade de absorver nutrientes sem micorrizas, sendo consideradas micotróficas obrigatórias. Espécies micotróficas facultativas, por outro lado, tipicamente, reduzem a formação de micorrizas em

alta fertilidade (Allen, 1991), evitando assim o custo de C para sustentar o fungo micorrízico. Em solos férteis, espécies micotróficas facultativas podem ocorrer em ausência de fungos micorrízicos. As não micorrízicas podem ser competidoras em ambientes de baixa fertilidade devido à grande ramificação das raízes (St. John, 1980) e à presença abundante de pêlos radiculares (Baylis, 1975), além da alta relação raiz:parte aérea e capacidade de secreção de ácidos orgânicos solubilizadores de nutrientes (Woolhouse, 1975). Portanto, a não dependência de micorrizas é uma consequência de baixos requerimentos de nutrientes ou da sua habilidade em absorver os nutrientes minerais.

As espécies micotróficas facultativas podem atingir taxas de crescimento mais elevadas que as espécies micotróficas obrigatórias em solos com alta fertilidade, devido à redução do deslocamento de fotossintatos para os FMAs. A fertilização de micotróficas obrigatórias, em contraste, não reduzem grandemente a formação de micorrizas (Janos, 1985; Alexander, Ahmad e Lee, 1992 e Peng et al., 1993). Por outro lado, em solos de baixa fertilidade, Janos (1983 e 1985) sugere que as micorrizas aumentam a diversidade de espécies vegetais por afetar a sua habilidade competitiva. Quando falta inóculo, espécies micotróficas obrigatórias não podem estabelecer-se, assim as plantas da comunidade consistem de espécies não micotróficas ou micotróficas facultativas quando a fertilidade do solo é elevada (Janos, 1980). A co-existência destas espécies é aumentada pelos fungos micorrízicos arbusculares em florestas tropicais devido à redução das diferenças entre as espécies vegetais na habilidade de competir por P, que provavelmente é o nutriente limitante. Em áreas degradadas, deficientes em nutrientes minerais disponíveis, as micorrizas podem ser indispensáveis para o crescimento e a sobrevivência das plantas favorecendo a diversidade vegetal (Janos, 1996).

As áreas degradadas possuem características distintas, no entanto no processo de recuperação, têm-se utilizado técnicas generalizadas. Em

ecossistemas tropicais deseja-se o estabelecimento da ciclagem de nutrientes, o qual pode ser eficiente quando muitos dos nutrientes liberados forem absorvidos por raízes ou micorrizas e assim retidos dentro do sistema (Janos, 1996). Plantas associadas a fungos micorrízicos apresentam absorção mais rápida (menor km) e eficiente em menores concentrações de nutrientes na solução do solo (Cress, Throneberry e Lindsey, 1979). Plantas com maior translocação de nutrientes de partes senescentes, que apresentam uso mais eficiente destes, potencialmente dominarão ambientes de baixa fertilidade. Estas características são os principais mecanismos para aumentar o uso eficiente de nutrientes em espécies arbóreas ao evitar a perda de nutrientes do sistema (Fisher e Juo, 1994 e Janos, 1996). A revegetação de solos perturbados devem objetivar restabelecer um ecossistema com os processos de ciclagem de nutrientes funcionando constantemente. Os fungos micorrízicos arbusculares são importantes para atingir este objetivo pelo aumento de absorção de nutrientes e pela contribuição para recuperação da estrutura do solo (Miller e Jastrow, 1991). Em solos perturbados, entretanto, muitas vezes as populações de FMAs são reduzidos principalmente devido à ausência de plantas hospedeiras (Jasper, Robson e Abbott, 1987).

A maioria de solos tropicais destinados ao reflorestamento são pobres em matéria orgânica, apresentam deficiências minerais muito generalizadas e o suprimento de nutrientes é responsável por grande parte de custos de implantação do reflorestamento. Nesta situação a formação de associações com fungos micorrízicos arbusculares e outros microrganismos simbiotes, como os rizóbios, é muito desejada. A seleção de plantas visando àquelas com eficiência na absorção e na utilização de nutrientes, ou que apresentam esta eficiência associada aos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), podem reduzir muito a necessidade externa de fertilizantes, contribuindo para a redução de custo no processo de revegetação. Muitos ecossistemas são dominados por plantas que

necessitam de associações com FMAs, para atingir produtividades ótimas. Esta associação simbiótica tem sido reconhecida por mais de um século, porém somente nestas últimas décadas, vêm desenvolvendo-se métodos para seu emprego na agricultura (Colozzi-Filho et al., 1994) e reflorestamento (Abbott et al., 1992). Janos (1980), trabalhando com 28 espécies arbóreas na Costa Rica, demonstrou que as micorrizas são indispensáveis para o crescimento na maioria das espécies (23), devido à eficiência em absorver nutrientes em solos pobres, sugerindo que a maioria das espécies tropicais sejam micotróficas obrigatórias. Carneiro et al. (1996) estudaram a resposta ao fósforo e à inoculação com fungos micorrízicos *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita* em 31 espécies florestais, destas 25 nativas e 6 exóticas, e verificaram que apenas cinco não apresentaram colonização micorrízica e três não responderam à interação *P versus* inoculação com fungos. Saggin-Júnior (1997) avaliou a dependência micorrízica de vinte e oito espécies arbóreas nativas da região Sudeste, e verificou que apenas dez não apresentavam dependência micorrízica. Além da dependência a micorrizas, plantas inoculadas com FMAs crescem mais rápido, exigem menos insumos e toleram mais o estresse do transplante para o campo (Saggin-Júnior e Siqueira, 1996), características muito importantes em espécies destinadas à recuperação ambiental.

A busca de auto-sustentabilidade de florestas implantadas, através de restabelecimento da biodiversidade e da interrelação entre a flora, fauna e microbiota do solo constitui um dos aspectos mais desejados na atualidade. Esta auto-sustentabilidade, em ecossistemas naturais, ocorre devido ao equilíbrio que é desenvolvido com o tempo. Perturbações a este equilíbrio diminuem a chance de sustentabilidade sem o acréscimo de fertilizantes sintéticos. Em áreas revegetadas o grau de distúrbio pode ser minimizado pelos fungos micorrízicos aproximando-se ao encontrado em estágio natural e avançado, isto é, ocorrência do fluxo de nutrientes entre plantas, entre a planta e

o solo e a prevenção de perdas de recursos do sistema (Pankow, Boller e Wienken, 1991).

Uma ampla gama de espécies vegetais e de ecossistemas naturais respondem à inoculação com fungos micorrízicos em solos contendo níveis de nutrientes similares aos encontrados em campo (Brundrett, 1991). Dentre estas, as espécies pioneiras são preferidas para iniciar o processo de recuperação de áreas degradadas, devido à alta capacidade em absorver nutrientes, rápido crescimento e imobilização destes na biomassa, evitando a sua transferência para fora do sistema (Montagnini e Sancho, 1994). Diversas espécies florestais só respondem a N quando micorrizadas (Pereira et al., 1996). Estes mesmos autores verificaram que, embora as plantas micorrizadas não dependem de N, as mesmas produzem maior massa seca quando adicionadas de N que com P somente. Considerando-se que, em solos de baixa fertilidade, muitas espécies pioneiras de rápido crescimento tornam-se micotróficas (Saggin Júnior, 1997) e o suprimento adequado de P é fundamental para o estabelecimento destas espécies (Lima, 1997), as micorrizas podem afetar a habilidade competitiva de plantas individuais dentro de uma comunidade e a sucessão pode ocorrer como consequência da interação hospedeira-fungo micorrízico. Além disso, estudos mostraram que as pioneiras são mais responsivas à inoculação com FMAs (Carneiro et al., 1996) e interferem na composição, competição e na sucessão de comunidades vegetais (Allen e Allen, 1984). Portanto, a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares deve ser utilizada em reflorestamentos tropicais com o objetivo de aumentar o crescimento e desenvolvimento das plantas, favorecer a habilidade competitiva das espécies e aumentar a retenção de nutrientes no sistema.

## 2.4 Estimulantes da micorrização

Os flavonóides liberados nos exsudatos radiculares desempenham funções relevantes nas simbioses mutualistas, por isso a ação estimulante do isoflavonóide formononetina foi patenteada nos EUA para uso como aditivo ao solo ou em sementes (US patent, 1991). Os isoflavonóides são capazes de estimular o crescimento de fungos micorrízicos (Nair, Safir e Siqueira, 1991; Siqueira, Safir e Nair, 1991b) e possibilitam o manejo de fungos indígenas (Siqueira, Safir e Nair, 1991b,c), como demonstrado com a aplicação de formononetina sintetizada em solo contendo baixa população de fungos micorrízicos arbusculares. Burleigh e Harrison (1997) identificaram genes que regulam a interação fungo-planta e hipotetizaram a possível regulação do nível de fósforo na planta. Assim, o estado nutricional de fósforo na planta pode atuar como modulador para a formação de micorrizas (Menge et al., 1978; Graham, Leonard e Menge, 1981).

Vierheilig et al. (1998) compilaram vários trabalhos, nos quais foram relatados a aplicação de formononetina diretamente no solo, mostrando que este composto aumentou a colonização micorrízica significativamente, embora em outros estudos o mesmo não tenha causado efeito. Ainda nesta compilação, estudos mostraram que os flavonóides estimularam a colonização micorrízica em plantas comumente não hospedeiras, como *Lupinus albus* e *Lupinus polyphyllus* (Vierheilig e Piché, 1995).

Em crescimento assimbiótico, a formononetina apresentou efeitos significativos no crescimento micelial do *Glomus etunicatum*, porém foi inativa na germinação de *Gigaspora gigantea* (Baptista e Siqueira, 1994). Estes compostos são ativos em exsudatos de raízes e podem atuar na comunicação entre fungos e plantas, como foi verificado no crescimento simbiótico dos fungos micorrízicos arbusculares. Silva-Júnior e Siqueira (1998), estudando a aplicação de formononetina em várias espécies de fungos micorrízicos,

verificaram que *Glomus etunicatum* apresentou maior eficiência no aumento de massa seca de soja (*Glycine max*). Siqueira et al. (1999), em outro estudo com milho, verificaram que a formononetina aumentou a absorção de Fe e reduziu a de Zn, em solos contaminados com metais pesados, contendo populações de fungos indígenas, predominantemente compostas por *Glomus occultum* e *Glomus clarum*. Ainda neste estudo, a formononetina aumentou 50% a colonização micorrízica em solo não contaminado. Em espécies florestais, praticamente não há estudos, no entanto, no desenvolvimento inicial de *Sesbania rostrata*, em solo com fertilidade baixa de P (6 mg kg<sup>-1</sup> de P disponível), a formononetina aumentou a colonização micorrízica e estimulou significativamente a produção da Nitrogenase, aumentando 4,6 vezes mais que plantas apenas inoculadas com *Glomus etunicatum* (Flores-Aylas et al., 1998). Após a demonstração que espécies arbóreas nativas e, principalmente, as pioneiras geralmente são micotróficas (Carneiro et al., 1996; Saggin-Júnior 1997 e Siqueira et al., 1998), há necessidade de estudar os benefícios dos estimulantes da micorrização nestas espécies, em que haveria grande potencial de uso devido à baixa densidade de propágulos e dificuldade para inoculação de fungos micorrízicos arbusculares.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia do Solo, Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Minas Gerais, em colaboração com o Departamento de Ciências Florestais desta mesma universidade, no período de setembro de 1998 até abril de 1999.

#### 3.1 Solo

Utilizou-se um Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd), coletado de camada superficial (0-50 cm) em área de relevo suave ondulado, no Distrito de Jaguara, Município de São João del Rei (MG), com vegetação original característica de cerrado tropical subcaducifólio que, atualmente, é utilizada como pastagem nativa conforme caracterizado em Chagas (1994). O material do solo foi homogeneizado, seco e peneirado em malha de 4 mm. A análise química deste solo apresentou pH=5,4 em água (1:2,5); P e K<sup>+</sup> igual a 1 e 45 mg dm<sup>-3</sup> extraídos por Mehlich 1 e determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> igual a 0,7 e 0,5 mg dm<sup>-3</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinados por titulometria; S= 5,5 mg dm<sup>-3</sup> extraído com fosfato de cálcio diidratado e determinado por turbidimetria; Al<sup>+3</sup>=0,2 mg dm<sup>-3</sup> extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinado por titulometria; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>=6,3 mg dm<sup>-3</sup> extraído com CaCl 0,01 mol L<sup>-1</sup> e determinado por peagâmetria; matéria orgânica=29 g kg<sup>-1</sup> extraído com dicromato de sódio e ácido sulfúrico e determinado por titulometria; V=17 %, calculados por saturação de bases. Após esta análise realizou-se a calagem com calcário dolomítico na dose de 1,5 g kg<sup>-1</sup> de solo seco. Em seguida, o solo foi umedecido e incubado por 15 dias, quando

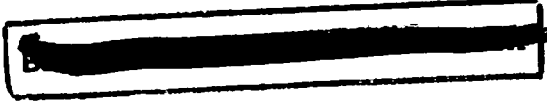
apresentou pH=6,2 e V=55%. Logo após a secagem do solo, foi fumigado com brometo de metila ( $263 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$  de solo) deixando-se equilibrar por 4 dias. Três dias antes da semeadura realizou-se adubação básica com potássio ( $100 \text{ mg kg}^{-1}$  de solo), fornecida por KCl em solução.

### 3.2 Material vegetal

Sementes de fedegoso (*Senna macranthera*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*), aroeira (*Schinus terebenthifolius*), gravitinga (*Solanum granuloso-leprosum*) e trema (*Trema micrantha*) foram obtidas do Laboratório de Sementes Florestais, Departamento de Ciências Florestais-UFLA. As mesmas originaram-se de Cerradinho, Perdões (Jun/97); Pimenta (Ago/98); Campus de UFLA, Lavras (Ago/95) e Maranhão, Lavras (Fev/98), respectivamente. As duas últimas espécies da represa de Camargos-Itutinga (Ago/97 e Mar/98, respectivamente). As sementes coletadas foram processadas e armazenadas em câmaras frias a  $5^\circ\text{C}$  e 75 % de umidade relativa, até serem empregadas.

### 3.3 Tratamentos e delineamento experimental

O arranjo experimental foi em DIC, com 4 repetições em esquema fatorial  $3 \times 3$ , sendo 3 tratamentos de micorrizas (*Glomus etunicatum*-GE; *G. etunicatum* adicionado de Mycoform-GE+MYC e Não inoculada-Ni) e 3 níveis de P ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na solução do solo (0,002-Muito baixo; 0,02-Baixo e 0,2-Ótimo). A parcela foi formada por uma bandeja de polietileno, com dimensões  $44 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 23 \text{ cm}$ , contendo 48 kg de solo seco, em que após elevação do VTP para 70% ( $0,45 \text{ L kg}^{-1}$ ), foram semeadas em linhas, seis espécies arbóreas (Figura 1). As concentrações de P na solução do solo utilizadas (0,002; 0,02 e  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ) foram preconizadas por Habte e Manjunath (1991), como níveis deficiente, ideal para estudos com micorrizas e ótimo, respectivamente, fato confirmado em



estudos deste laboratório com espécies arbóreas (Saggin-Júnior, 1997). Para o estabelecimento das concentrações de P na solução do solo, realizou-se ensaio prévio, conforme Manjunath e Habte (1990), onde amostras de 1 kg de solo, após a calagem e fumigação, foram fertilizadas e incubadas com doses crescentes de superfosfato triplo (41% de  $P_2O_5$ ). Em seguida, a solução do solo foi extraída por centrifugação a 2000 rpm e sua concentração de P determinada pelo método de Murphy e Riley (1962). As doses necessárias de P para atingir as concentrações 0,2 e 0,02  $mg L^{-1}$  de P em solução foram respectivamente 682 e 52  $mg kg^{-1}$  de P. Para isto aplicaram-se 3,8 e 0,3  $g kg^{-1}$  de super triplo, os quais foram completamente homogeneizados com o solo uma semana antes da semeadura. Para a obtenção da concentração 0,002  $mg L^{-1}$  de P na solução, não foi necessário adicionar P no solo, porque em ensaio prévio o solo apresentou 0,013  $g L^{-1}$  de P na solução. Pela proximidade convencionou-se como 0,002  $mg L^{-1}$ .

O fungo micorrízico arbuscular, empregado nas inoculações, foi *Glomus etunicatum* Becker e Gerdemann, isolado de cafezais do Município de Varginha em Minas Gerais e foi mantido e multiplicado em *Brachiaria decumbens* Stapf, na coleção deste Departamento. Optou-se por esta espécie devido a sua ampla ocorrência em solos brasileiros e por sua eficiência em promover crescimento de espécies arbóreas nativas (Saggin-Júnior, 1997). A inoculação com fungo micorrízico foi realizada, colocando-se solo inóculo no sulco de semeadura, contendo 20 esporos  $mL^{-1}$ , além de hifas e raízes colonizadas. Em cada linha colocaram-se 20 mL de solo-inóculo, totalizando 400 esporos por 0,4 m linear por espécie e 2400 esporos por bandeja. Com o objetivo de diminuir as diferenças entre a microbiota do solo inoculado e não inoculado, adicionou-se um filtrado do inóculo micorrízico utilizado (330 mL bandeja<sup>-1</sup>), isento de propágulos e fungos micorrízicos.

Nos tratamentos com formononetina (4' metoxi 7-hidroxi isoflavona), aplicou-se formulação comercial Mycoform, formononetina embebida num polímero (VAMTech, L.L.C.). O produto foi dissolvido em água e diluído para 12 L, obtendo-se uma solução com  $2,46 \text{ mg L}^{-1}$  de formononetina pura. Desta aplicou-se 1 L por bandeja, equivalente a  $51,25 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$  de solo, de formononetina pura.

### 3.4 Condução do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de 15 de dezembro de 1998 até 15 de abril de 1999. Após a quebra da dormência, quando necessária, e a desinfestação das sementes com hipoclorito de sódio ( $10 \text{ mL L}^{-1}$ ), realizou-se a semeadura direta de 35 sementes de cada espécie por linha, em sulcos com  $\pm 2 \text{ cm}$  de profundidade e espaçados em  $8 \text{ cm}$  ao longo da bandeja (Figura 1). No fundo de cada sulco aplicou-se o inóculo micorrízico seguido da aplicação de Mycoform quando pertinente. Em seguida colocou-se fina camada de solo, sobre a qual colocaram-se as sementes, as quais foram cobertas com outra camada de solo. Até 20 dias após a semeadura (DAS) as bandejas foram mantidas sob tela sombrite com 50% de sombreamento. Aos trinta dias após a semeadura realizou-se o desbaste, deixando-se 7 plantas de cada espécie no sulco, equidistantes  $5 \text{ cm}$  umas das outras (Figura 1). Após a verificação de sintomas de deficiências nutricionais nas plantas e após 10 semanas da semeadura, aplicou-se solução Hoagland (completa exceto P) 50% de força ou  $1 \text{ mL kg}^{-1}$  de solo, sendo esta repetida na 12ª e 13ª semana, porém exceto também K.



FIGURA 1. Esquema de arranjo das plantas na bandeja após o desbaste (30 DAS). Aos 60 DAS retiraram-se para avaliação três plantas de cada espécie por linha, mostradas em destaque, restando a partir desta época apenas 4 plantas por linha, as quais foram colhidas aos 120 dias.



FIGURA 2. Vista das bandejas durante o experimento com os tratamentos de micorrizas (GE), Mycoform (GE+MYC) e sem inoculação (Ni).

Durante o experimento, a radiação incidida na casa de vegetação foi em média  $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , leitura realizada com medidor portátil IRGA/ADC-LCA 4. Para controlar o ataque de pulgão, em plantas de gravitinga, aos 100 DAS pulverizou-se Confidor Grda  $0,25 \text{ g L}^{-1}$ . A umidade do solo foi mantida entre 60-70% do volume total de poros.

### 3.5 Avaliações

O desenvolvimento das plantas, teor de nutrientes e a colonização micorrízica foram avaliadas 60 e 120 DAS, como segue:

Aos sessenta DAS avaliaram-se a área foliar, a massa da parte aérea seca seca e a colonização micorrízica em 3 plantas de cada espécie, as quais foram coletadas alternadamente para folgar as quatro plantas restantes (Figura 1). Ainda nesta época, nas sete plantas, avaliaram-se altura de planta e diâmetro de caule próximo ao colo. A área foliar foi determinada com auxílio de medidor portátil modelo LI-COR CI 3000A. Determinou-se a massa da parte aérea seca após lavagem em água de torneira, seguida em água destilada e secagem em estufa com circulação de ar a  $68 \text{ }^\circ\text{C}$ . Esta foi moída para determinação dos teores de nutrientes nos tecidos, após extração destes por digestão nítrico-perclórica e determinados por colorimetria (P), fotometria (K), turbidimetria (S) e espectrofotometria de absorção atômica (Ca, Mg, Cu, Zn, Mn e Fe), conforme Sarruge e Haag (1974). O teor de N foi determinado pelo método de Kjeldahl modificado e o B foi extraído pelo método de água quente. Das raízes frescas, retiraram-se amostras de 1 g de raízes finas para avaliação da colonização micorrízica. Após a clarificação da mesma com KOH ( $10 \text{ mL L}^{-1}$ ) e coloração com azul tripano, conforme metodologia de Phillips e Hayman (1970), a colonização foi estimada pelo método da placa quadriculada (Giovannetti e Mosse, 1980) com auxílio de microscópio estereoscópico (40x).

Aos 120 DAS, coletaram-se as 4 plantas restantes, avaliando-se, além das variáveis já mencionadas, a massa da raiz seca, o teor de nutrientes nas raízes e a densidade de esporos no solo. Desta vez, as raízes foram retiradas do solo e separadas por espécie, as quais foram lavadas e secas em estufa para determinação da massa seca. A densidade de esporos foi determinada após o peneiramento úmido de amostras de 50 mL do substrato (Gerdemann e Nicolson, 1963) e separação dos esporos das partículas do solo por centrifugação e flutuação em sacarose. Após lavagem dos esporos em água, estes foram distribuídos em placa de Petri canaletada e contados com auxílio de microscópio estereoscópico (40x).

### **3.6 Análise estatística**

Devido ao número de plantas avaliadas nas duas épocas (60 e 120 dias após a semeadura) serem 3 e 4, respectivamente, o crescimento vegetativo (área foliar, massa da parte aérea seca e massa seca da raiz) e as quantidades de nutrientes foram expressos em média por planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e ao teste de médias (Tukey), utilizando-se o programa de estatística SAEG (Universidade Federal de Viçosa). Para obter homocedasticidade, os dados de colonização micorrízica foram transformados segundo a expressão  $(\log x + 2,5)$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Massa da parte aérea seca e área foliar total

Os benefícios da micorrização no aumento de massa da parte aérea seca (MPAS), tanto aos 60 e 120 dias, após a semeadura (DAS), foram muito

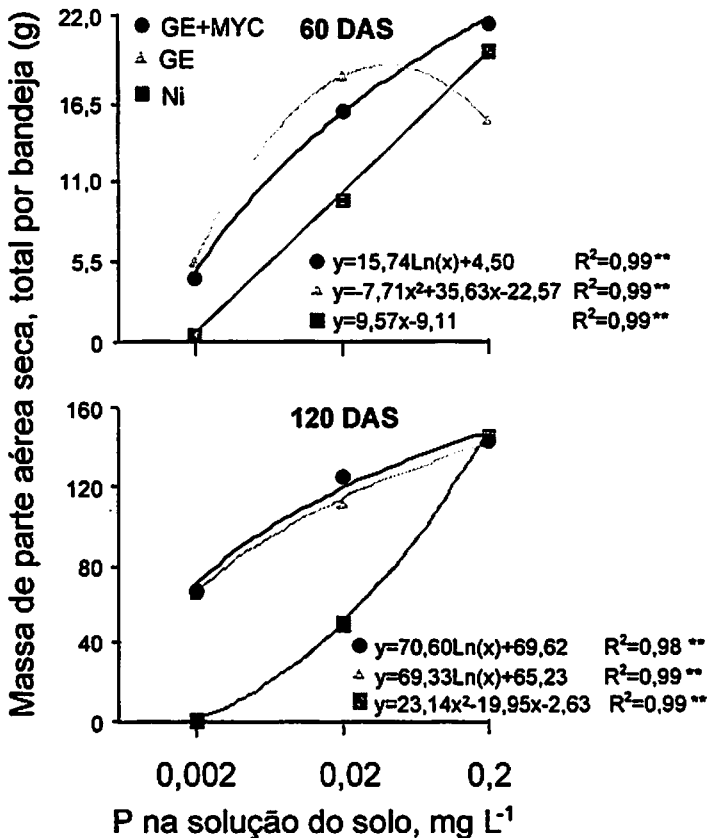


FIGURA 3. Produção de massa da parte aérea seca, total por bandeja, das espécies arbóreas, aos 60 e 120 DAS. Melhor ajuste da resposta à inoculação com a elevação de fósforo ( $P \leq 0,01$ )

evidentes, porém os mesmos foram maiores ainda na última avaliação (Figura 3). Plantas inoculadas com *G. etunicatum* e adicionadas de Mycoform (GE+MYC) responderam logaritmicamente à elevação de P, aumentando significativamente ( $P \leq 0,05$ ) a produção de MPAS, nas duas épocas de avaliação, enquanto que plantas somente inoculadas com *G. etunicatum* (GE) responderam quadrática e logaritmicamente, aos 60 e 120 DAS, respectivamente mostrando benefícios do Mycoform apenas na primeira avaliação. As plantas não

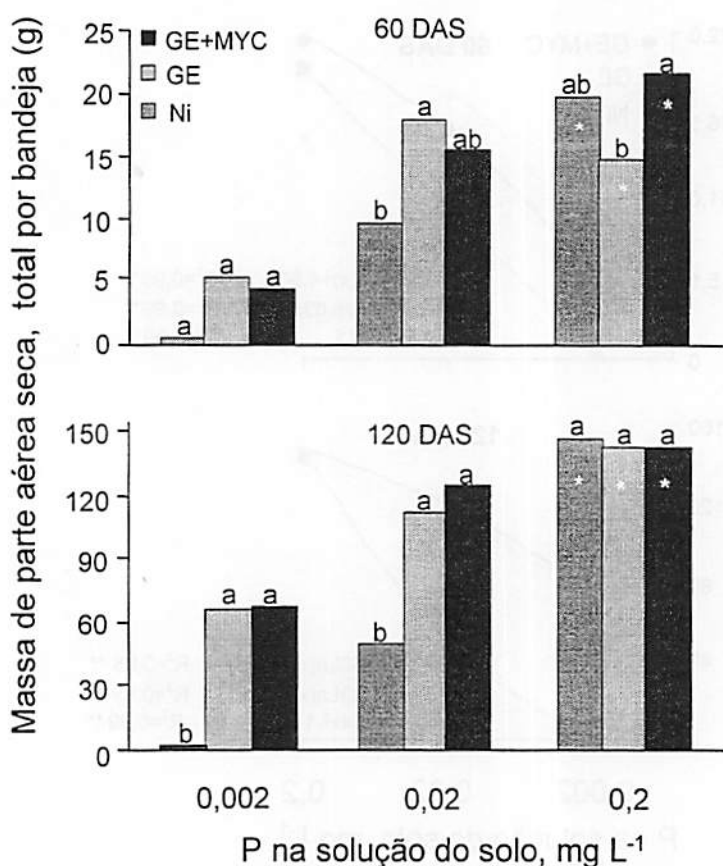


FIGURA 4. Produção de massa da parte aérea seca total (g) por bandeja das espécies arbóreas, sob tratamentos de micorrizas, Mycoform e fósforo. \*: Efeito significativo em relação ao 0,002. Tukey 0,05

inoculadas com *G. etunicatum* (Ni) apresentaram resposta linear e quadrática nas duas épocas. Ainda interpretando os resultados da produção de MPAS total, na figura 4 verifica-se que a biomassa seca total foi muito favorecida pelo P tanto aos 60 quanto aos 120 dias, sendo este efeito influenciado pela micorriza. Nos níveis muito baixo e baixo de P (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente) houve efeito acentuado da micorrização, o que não ocorreu em condições ótimas de P. Para área foliar verificou-se efeito semelhante para o P, porém diferente para tratamentos de inoculação no nível ótimo (0,2 mg L<sup>-1</sup>) deste nutriente, em

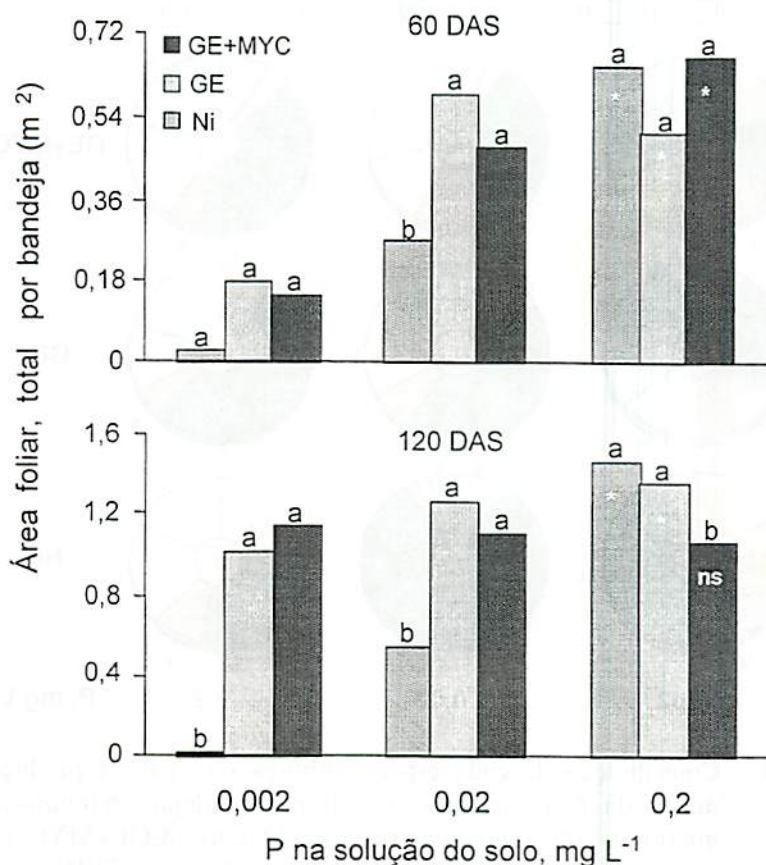


FIGURA 5. Produção de área foliar total (m<sup>2</sup>) por bandeja das espécies arbóreas, sob tratamentos de micorrizas, Mycoform e fósforo.

\*: Efeito significativo em relação ao 0,002. Tukey 0,05

que plantas com GE+MYC apresentaram menor área foliar que aquelas com apenas GE ou sem inoculação (Figura 5). Isto resulta do efeito diferenciado dos tratamentos sobre as espécies em competição, as quais apresentam grandes diferenças em área foliar.

#### 4.2 Crescimento relativo das espécies

Além das avaliações já mencionadas, verificou-se a contribuição de cada espécie para a produção de massa da parte aérea seca e área foliar total com

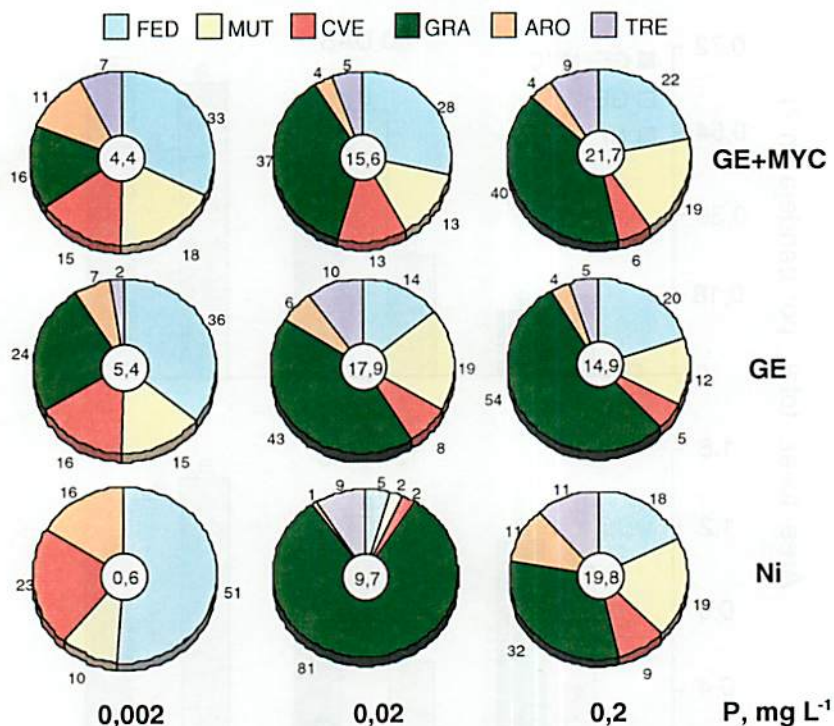


FIGURA 6. Contribuição de cada espécie arbórea (%) para a produção de massa da parte aérea seca total por bandeja, sob tratamentos de micorriza (*G. etunicatum*-GE; GE+Myciform-GE+MYC e Não inoculada-Ni) e fósforo, 60 DAS. Fedegoso (FED), mutamba (MUT), cássia verrugosa (CVE), gravitinga (GRA), aroeira (ARO) e trema (TRE). Em detalhe massa total (g)

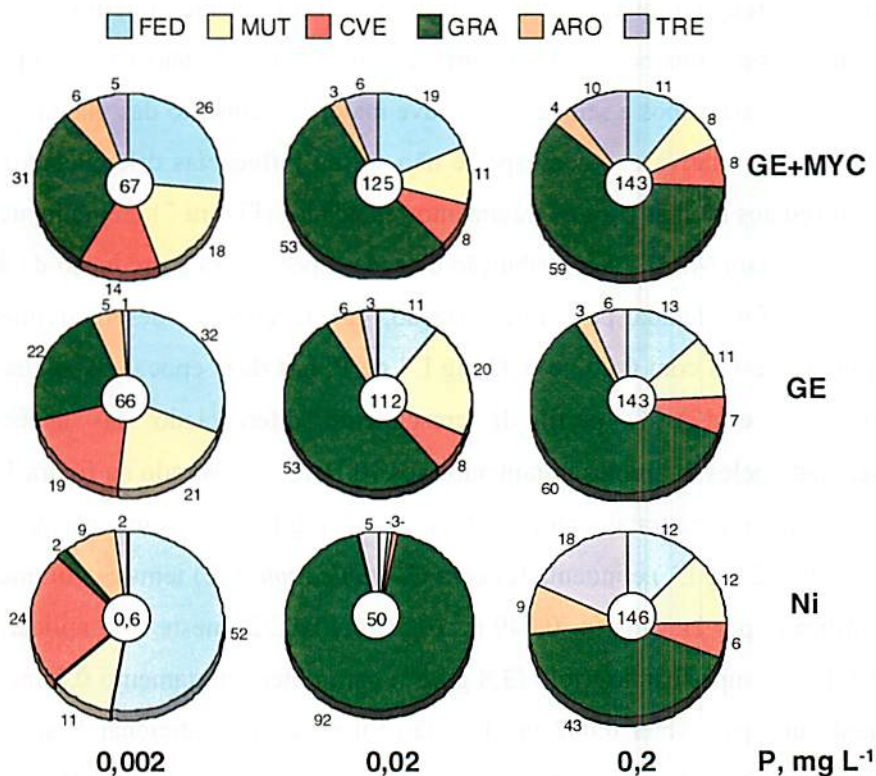


FIGURA 7. Contribuição de cada espécie arbórea (%) para a produção de massa da parte aérea seca total por bandeja, sob tratamentos de micorriza e fósforo, 120 DAS. Legenda igual à figura 6

a finalidade de entender melhor o comportamento destas espécies considerando-se a competição entre as mesmas. Aos 60 e 120 DAS, a contribuição relativa de cada espécie na produção de massa seca total da parcela (bandeja), em cada tratamento, assim como a massa seca total encontram-se nas figuras 6 e 7.

Em condições subótimas de P (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>) a micorriza alterou a contribuição relativa das espécies. Com 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, a micorrização favoreceu a gravitinga e reduziu a dominância do fedegoso, enquanto em 0,02

mg L<sup>-1</sup> de P a simbiose favoreceu outras espécies, reduzindo a dominância da gravitinga (Figuras 6, 7, 8, 9 e 10). Em 0,2 mg L<sup>-1</sup> a produção de massa seca foi elevada e o efeito da micorriza na produção total foi reduzida, porém favoreceu a gravitinga nos tratamentos de micorrizas adicionados ou não de Mycoform. Cento e vinte dias, após a semeadura, houve maior crescimento das plantas, mas a contribuição relativa de cada espécie não sofreu influências diferenciadas do que ocorreu aos 60 dias para os tratamentos estudados (Figura 7). Semelhante ao que ocorreu para MPAS, a contribuição de cada espécie para a produção de área foliar total foi afetada pela micorrização, favorecendo o desenvolvimento equilibrado destas com 0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P, nas duas épocas de avaliação (Figuras 11 e 12). O perfil de crescimento diferenciado das espécies, influenciado pelos diferentes tratamentos aos 70 DAS, é mostrado na figura 13.

Comparando tratamentos de P ótimo (0,2 mg L<sup>-1</sup>) e sem inoculação com P baixo (0,002 mg L<sup>-1</sup>) e inoculadas com *G. etunicatum* (GE) tem-se: volume de solo utilizado por bandeja foi 0,049 m<sup>3</sup> (0,56x0,40x0,22); neste solo aplicaram-se 182,4 g de superfosfato triplo (3,8 g kg<sup>-1</sup>) para obter o tratamento 0,2 mg L<sup>-1</sup> enquanto que para obter 0,002 mg L<sup>-1</sup>, não foi necessário adicionar P ao solo. Extrapolando para 1 m<sup>3</sup>, a partir da equação de massa seca (Figura 3), seriam necessários 3,72 kg de superfosfato triplo para produzir 2,98 kg m<sup>3</sup> de massa seca e quando apenas inoculadas com *G. etunicatum* seriam obtidos 1,37 kg m<sup>3</sup> de massa seca. Assim, em 0,002 mg L<sup>-1</sup> e inoculadas, embora a produção de biomassa seja menor, estas são satisfatoriamente equilibradas entre as espécies (Figuras 8 e 9), o que não foi atingido com 0,2 mg L<sup>-1</sup> de P. No florestamento de um hectare, utilizando-se tratamento de P ótimo e sem inoculação, considerando-se 20 cm de profundidade, seriam necessários 7500 kg de superfosfato triplo ou 150 sacas de 50 kg, que a preço atual custariam US\$ 2250,00.



FIGURA 8. Efeito da inoculação com *G. etunicatum* (GE) em nível 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P comparada as não inoculadas (Ni), aos 100 DAS



FIGURA 9. Desenvolvimento equilibrado das seis espécies arbóreas em tratamento inoculado (GE) e  $0,002 \text{ mg L}^{-1}$  de P, aos 100 DAS



FIGURA 10. Dominância da gravitinga no tratamento sem inoculação (Ni) e nível  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, aos 80 DAS

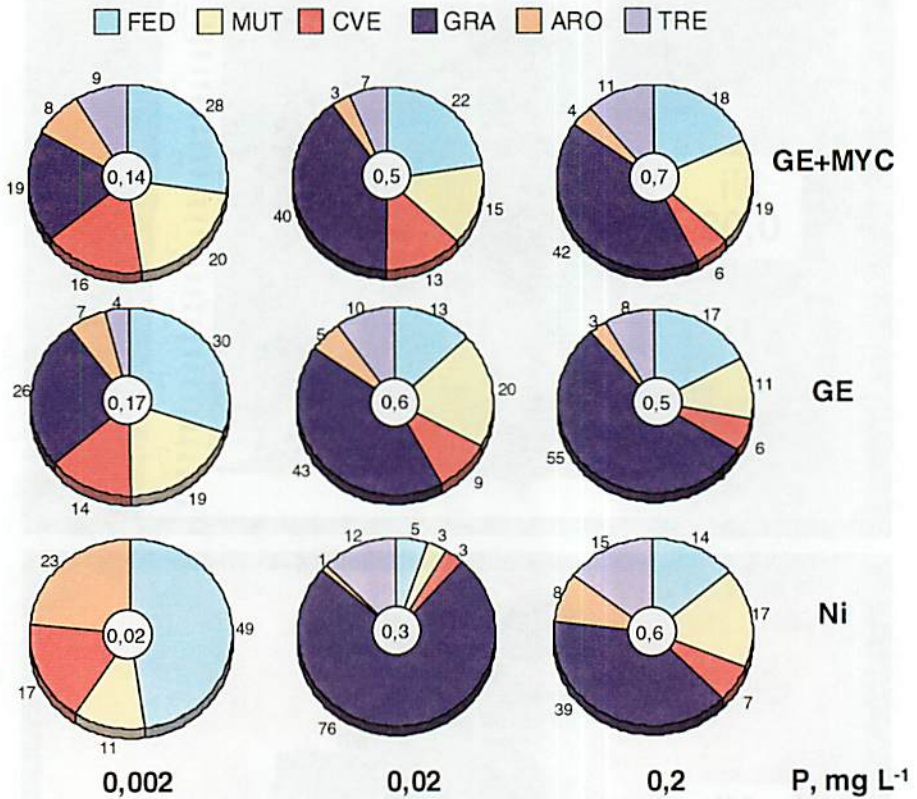


FIGURA 11. Contribuição de cada espécie arbórea (%) para a produção de área foliar total por bandeja (m<sup>2</sup>), sob tratamentos de micorriza e fósforo, 60 DAS. Legenda igual à figura 6

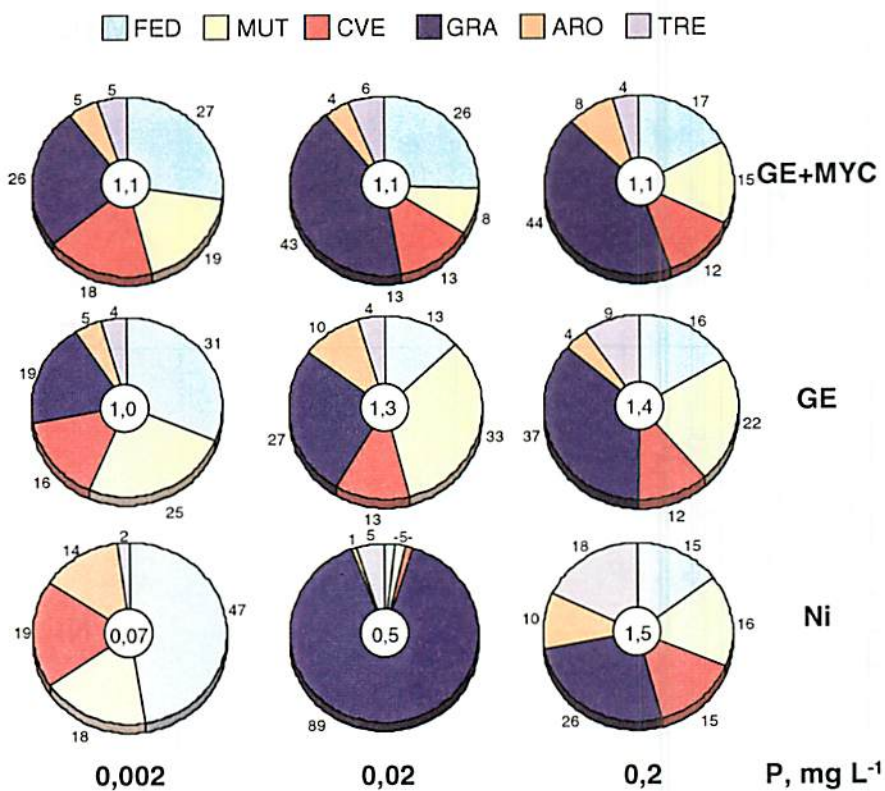


FIGURA 12. Contribuição de cada espécie arbórea (%) para a produção de área foliar total por bandeja (m<sup>2</sup>), sob tratamentos de micorriza e fósforo, 120 DAS. Legenda igual à figura 6

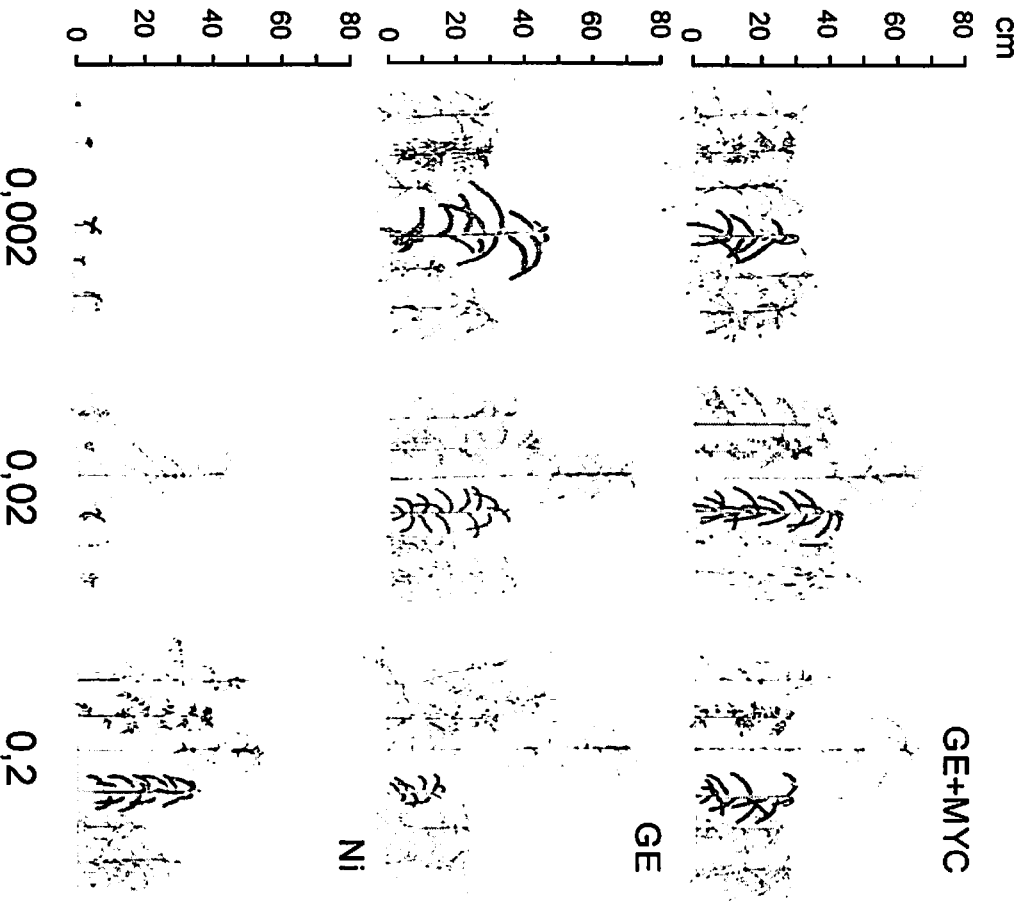


FIGURA 13. Crescimento das espécies arbóreas nativas, 70 dias após a semeadura. De esquerda para direita: trema, arceira, gravitinga, cássia verrugosa, mutamba e fedegoso. Legenda igual à figura 6

### 4.3 Comportamento de cada espécie na mistura

Para detectar os efeitos da disponibilidade de P e da inoculação, as diferentes espécies semeadas foram avaliadas separadamente, para variáveis vegetativas, teores de nutrientes e colonização micorrizica.

#### 4.3.1 Crescimento vegetativo

Aos sessenta e cento e vinte dias após a semeadura (DAS), verificaram-se efeitos significativos para ambos os fatores estudados, assim como para suas

TABELA 1. Variáveis vegetativas de fedegoso sob tratamentos micorrízicos, não inoculada (Ni); *Glomus etunicatum* (GE); GE+Mycoform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F P	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F P
	0,002	0,02	0,2		0,002	0,02	0,2	
----- 60 DAS -----				----- 120 DAS -----				
<b>Altura, cm</b>								
Ni	3,6Bb	4,3Bb	20,5Aa	M **	3,6Bb	4,0Bb	30,3Aa	M **
GE	10,9Ab	22,0Aa	19,2Aa	P **	39,3Aa	30,7Aa	34,0Aa	P **
GE+MYC	6,8ABb	23,3Aa	22,9Aa	MxP **	33,0Aa	39,0Aa	29,8Aa	MxP **
<b>Diâmetro de caule, mm</b>								
Ni	1,4Bb	1,5Bb	2,8Aa	M **	1,4Bb	1,6Cb	5,0Aa	M **
GE	1,9Ab	2,2Aab	2,3Ba	P **	5,1Aa	4,0Bb	4,8Aab	P **
GE+MYC	1,7ABb	2,6Aa	2,6ABa	MxP **	4,4Ab	5,8Aa	4,4Ab	MxP **
<b>Área foliar, cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	29Ab	43Bb	292Aa	M **	9Bb	27Cb	540Aa	M **
GE	175Aa	248Aa	278Aa	P **	790Aa	418Bb	552Ab	P **
GE+MYC	128Ab	340Aa	395Aa	MxP *	774Aa	705Aa	456Ab	MxP **
<b>Massa de parte aérea seca, g planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	0,11Ab	0,15Bb	1,17Aa	M **	0,07Bb	0,17Cb	4,5Aa	M **
GE	0,6Aa	0,9Aa	1,0Aa	P **	5,1Aa	3,1Bb	4,6Aab	P *
GE+MYC	0,5Ab	1,5Aa	1,6Aa	MxP *	4,4Aab	5,9Aa	3,8Ab	MxP **
<b>Massa de raiz seca, g planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	-	-	-		0,02Bb	0,07Cb	1,6Aa	M **
GE	-	-	-		1,5Aa	1,3Ba	1,6Aa	P **
GE+MYC	-	-	-		1,2Ab	2,5Aa	1,2Ab	MxP **

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . M; P: Tratamento de micorriza e fósforo, respectivamente. \*,\*\*: 5 e 1% de significância da probabilidade (P) do teste F, respectivamente. -: Dados inexistentes

interações no fedegoso (Tabela 1). Aos 60 DAS, houve efeito acentuado para elevação na disponibilidade de P no solo, sendo a magnitude deste influenciada pela inoculação. Ainda nesta época de avaliação, com  $0,002 \text{ mg L}^{-1}$  de P, plantas inoculadas apresentaram maior altura e diâmetro de caule. No nível  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P houve resposta positiva para inoculação em todas as variáveis. Já no nível  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  não houve diferença entre os tratamentos de inoculação, exceto para o diâmetro de caule que foi menor nas plantas inoculadas. Aos 120 dias, a resposta ao P foi acentuada para plantas não inoculadas e inexistente ou pequena para os tratamentos de inoculação. Houve, também, efeito de Mycoform para diâmetro, área foliar, massa da parte aérea seca (MPAS) e massa da raiz seca (MRS) no nível  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P (Figuras 14 e 15). Verifica-se, portanto, que Mycoform aumentou o efeito de *G. etunicatum* nesta espécie. Em  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  de P, não houve diferenças para tratamentos de inoculação.

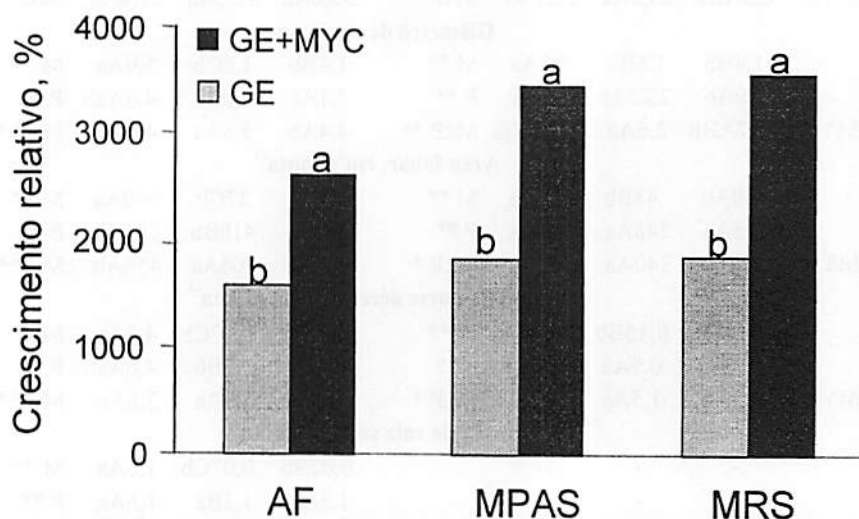


FIGURA 14. Crescimento vegetativo do fedegoso, relativo às plantas sem inoculação e em  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, aos 120 DAS. Área foliar (AF), massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS). Tukey 0,05



FIGURA 15. Efeito do Mycoform (GE+MYC) no desenvolvimento do fedegoso inoculado com *G. etunicatum* (GE) no nível  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, aos 100 DAS

Na mutamba, nas duas épocas de avaliação, o crescimento vegetativo apresentou efeito significativo para os fatores P, inoculação e para a interação destes, exceto área foliar e MPAS que não apresentaram resposta a micorrizas aos 60 DAS (Tabela 2). Ainda nesta época, semelhante ao que ocorreu no fedegoso, houve resposta ao P, sendo a mesma influenciada pela inoculação. Na primeira avaliação (60 DAS), no nível 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, apenas o diâmetro do caule de plantas GE foram maiores que as não inoculadas. Com 0,02 mgL<sup>-1</sup> de P, a resposta à inoculação em altura e diâmetro do caule foi consistente e apenas área foliar e MPAS de plantas GE foram maiores que as não inoculadas. Em 0,2

TABELA 2. Variáveis vegetativas de mutamba sob tratamentos micorrizicos, não inoculada (Ni); *Glomus etunicatum* (GE); GE+Mycoform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F P	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F P
	0,002	0,02	0,2		0,002	0,02	0,2	
60 DAS				120 DAS				
Altura, cm								
Ni	2,0Ab	2,9Bb	25,5Aa	M **	2,3Bb	3,5Bb	37,7Aa	M **
GE	9,7Ab	25,7Aa	23,1Aa	P **	36,0Aa	37,6Aa	38,6Aa	P **
GE+MYC	6,7Ab	24,3Aa	27,6Aa	MxP **	33,7Aa	33,5Aa	35,0Aa	MxP **
Diâmetro de caule, mm								
Ni	0,9Bb	1,2Bb	2,8Aa	M **	1,0Bb	1,3Bb	4,6Aa	M **
GE	1,6Ab	2,4Aa	2,3Aa	P **	4,2Aa	4,2Aa	4,5Aa	P **
GE+MYC	1,5ABb	2,6Aa	2,6Aa	MxP **	3,9Aa	4,7Aa	4,2Aa	MxP **
Área foliar, cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup>								
Ni	7Ab	30Bb	359ABa	M ns	3Bb	21Cb	603Ba	M **
GE	112Ab	380Aa	179Bab	P **	634Ab	1047Aa	763Ab	P **
GE+MYC	95Ab	222ABab	403Aa	MxP **	532Aa	228Bb	402Ca	MxP **
Massa de parte aérea seca, g planta <sup>-1</sup>								
Ni	0,02Ab	0,07Bb	1,3Aa	M ns	0,02Bb	0,11Bb	4,5Aa	M **
GE	0,3Ab	1,1Aa	0,6Aab	P **	3,4Aa	5,7Aa	4,0Aa	P *
GE+MYC	0,3Ab	0,7ABab	1,4Aa	MxP *	3,0Aa	3,3Aa	2,8Aa	MxP **
Massa de raiz seca, g planta <sup>-1</sup>								
Ni	-	-	-		0Ab	0,09Cb	2,2Aa	M **
GE	-	-	-		1,2Ab	3,2Aa	1,9Aab	P **
GE+MYC	-	-	-		1,0Aa	1,8Ba	1,4Aa	MxP **

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . M; P: Tratamento de micorriza e fósforo, respectivamente. \*\*\*: 5 e 1% de significância da probabilidade (P) do teste F, respectivamente. -: Dados inexistentes

mg L<sup>-1</sup> não houve diferença para os tratamentos de inoculação, exceto área foliar de plantas Ni que foram maiores que as inoculadas com *G. etunicatum* e sem Mycoform ( $P \leq 0,05$ ). Ao final do experimento (120 DAS) em 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, a resposta à inoculação foi evidente exceto para MRS. Embora o crescimento das plantas inoculadas foi maior, não houve efeito estatístico ( $P \leq 0,05$ ). Com 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P, os efeitos da inoculação foram muito consistentes, além disso a área foliar e MRS de plantas inoculadas com *G. etunicatum* foram maiores que as plantas inoculadas adicionadas ou não de Mycoform. Para o solo com 0,2 mg L<sup>-1</sup> de P, não houve resposta aos tratamentos de inoculação, com exceção de área foliar de plantas GE as quais foram maiores que as GE+MYC ou as não inoculadas.

Para cássia verrugosa, na primeira avaliação (60 DAS), a inoculação e P, assim como a interação destes fatores, influenciaram o crescimento vegetativo (Tabela 3). Cento vinte dias após a semeadura, a resposta ao P não existiu na altura, MPAS e MRS e esta última variável não apresentou resposta significativa à interação dos fatores estudados. Aos 60 DAS, plantas com GE não responderam ao P no diâmetro de caule, área foliar e MPAS, enquanto as plantas com Mycoform responderam ao P até o nível 0,02 mg L<sup>-1</sup> e as não inoculadas responderam até o nível 0,2 mg L<sup>-1</sup>. Em solo com 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, apenas plantas com GE apresentaram maior altura que as não inoculadas. Em 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P, verificou-se resposta consistente à inoculação em todas as variáveis. Além disso, houve efeitos de Mycoform no diâmetro de caule ( $P \leq 0,05$ ), mas em 0,2 mg L<sup>-1</sup> de P a altura e o diâmetro de caule responderam diferenciadamente à inoculação, enquanto que a área foliar e a MPAS não responderam a estes tratamentos. Aos cento e vinte dias não houve resposta ao fósforo quando as plantas foram inoculadas. Em concentrações 0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P, a resposta à inoculação foi muito consistente em todas as variáveis, enquanto na concentração ótima de P (0,2 mg L<sup>-1</sup>) este fator praticamente não

influenciou o crescimento das plantas, exceto diâmetro de caule e área foliar que responderam diferenciadamente quando as plantas inoculadas receberam Mycoform apresentando menor área foliar que as plantas não inoculadas ( $P \leq 0,05$ ).

TABELA 3. Variáveis vegetativas de cássia verrugosa sob tratamentos micorrízicos, não inoculada (Ni); *Glomus etunicatum* (GE); GE+Mycoform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F
	0,002	0,02	0,2	P	0,002	0,02	0,2	P
	60 DAS				120 DAS			
	Altura, cm							
Ni	4,0Bb	5,3Bb	21,9Aa	M **	4,7Bb	7,2Bb	38,4Aa	M **
GE	10,8Ab	22,0Aa	14,6Bb	P **	42,2Aa	36,1Aa	25,2Ab	P ns
GE+MYC	7,7ABb	21,9Aa	21,5Aa	MxP **	36,0Aa	38,5Aa	39,2Aa	MxP **
	Diâmetro de caule, mm							
Ni	0,8Ab	0,8Cb	1,8Aa	M **	0,7Bb	1,3Bb	3,3ABa	M **
GE	1,2Aa	1,3Ba	1,3Ba	P **	3,7Aa	3,1Aab	2,4Bb	P *
GE+MYC	1,1Ab	1,7Aa	1,6ABa	MxP **	3,2Aa	3,5Aa	3,6Aa	MxP **
	Área foliar, cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup>							
Ni	11Ab	28Bb	138Aa	M **	3Bb	19Bb	545Aa	M **
GE	80Aa	172Aa	95Aa	P **	407Aa	399Aa	391ABa	P **
GE+MYC	75Ab	204Aa	130Aab	MxP **	526Aa	367Aab	324Bb	MxP **
	Massa de parte aérea seca, g planta <sup>-1</sup>							
Ni	0,05Ab	0,07Bb	0,6Aa	M ns	0,03B	0,15B	2,3A	M **
GE	0,3Aa	0,5ABa	0,3Aa	P *	3,2A	2,1AB	2,3A	P ns
GE+MYC	0,2Ab	0,7Aa	0,4Aab	MxP **	2,3A	2,5A	2,7A	MxP ns
	Massa de raiz seca, g planta <sup>-1</sup>							
Ni	-	-	-		0,01Bb	0,04Bb	0,6Aa	M **
GE	-	-	-		0,8Aa	0,6Aa	0,5Aa	P ns
GE+MYC	-	-	-		0,5Aa	0,6Aa	0,6Aa	MxP **

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . M; P: Tratamento de micorriza e fósforo, respectivamente. \*, \*\*: 5 e 1% de significância da probabilidade ( $P$ ) do teste F, respectivamente. -: Dados inexistentes

A resposta da gravitinga ao P foi significativa em todas as variáveis, nas duas épocas de avaliação, enquanto a resposta à inoculação e à interação destes fatores não existiu para área foliar e MPAS, na primeira avaliação (Tabela 4). Aos 60 DAS e em solo com 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, plantas inoculadas e sem Mycoform apresentaram o

diâmetro de caule maiores que as não inoculadas. No nível 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P, houve resposta significativa para a inoculação com *G. etunicatum*, apenas em altura e diâmetro do caule, desaparecendo este efeito em 0,2 mg L<sup>-1</sup> de P. Ao final do experimento (120 DAS), plantas inoculadas apresentaram resposta ao P até o nível 0,02 mg L<sup>-1</sup>. No nível 0,002 mg kg<sup>-1</sup> de P, a inoculação aumentou a altura, diâmetro de caule e área foliar, enquanto que no nível 0,02 mg kg<sup>-1</sup>, esta resposta somente ocorreu para altura e diâmetro de caule. No solo com 0,2 mg L<sup>-1</sup> de P, a resposta à inoculação não existiu. Além disso, ainda nesta época de avaliação, a MRS somente respondeu ao P.

TABELA 4. Variáveis vegetativas de grávitanga sob tratamentos micorrízicos, não inoculada (Ni); *Glomus etunicatum* (GE); GE+Myciform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F	
	0,002	0,02	0,2	P	0,002	0,02	0,2	P	
----- 60 DAS -----				----- 120 DAS -----					
<b>Altura, cm</b>									
Ni	1,6Ac	11,8Bb	33,1Aa	M **	0,3Bc	41,8Bb	61,0Aa	M **	
GE	5,3Ab	33,0Aa	39,4Aa	P **	23,3Ab	62,1Aa	74,9Aa	P **	
GE+MYC	3,4Ab	33,6Aa	40,8Aa	MxP **	24,6Ab	72,1Aa	70,2Aa	MxP ns	
<b>Diâmetro de caule, mm</b>									
Ni	0,7Bc	3,1Bb	7,2Aa	M **	0,18Bc	7,9Bb	10,0Aa	M **	
GE	2,3Ac	6,5Ab	7,9Aa	P **	5,4Ab	9,7ABa	11,5Aa	P **	
GE+MYC	1,8ABb	6,6Aa	7,3Aa	MxP **	5,2Ab	10,2Aa	9,8Aa	MxP **	
<b>Área foliar, cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	0b	647a	821a	M ns	0Bb	1208Aa	975Aa	M **	
GE	151b	809a	888a	P **	474Ab	855Aab	1226Aa	P **	
GE+MYC	89b	604a	909a	MxP ns	730Ab	1164Aa	1147Aa	MxP **	
<b>Massa de parte aérea seca, g planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	0b	2,6a	2,1a	M ns	0Ab	11,6Aa	15,4Aa	M **	
GE	0,4b	2,6a	2,7a	P **	3,67Ab	14,5Aa	21,5Aa	P **	
GE+MYC	0,2b	1,9a	2,9a	MxP ns	5,08Ab	16,9Aa	21,5Aa	MxP ns	
<b>Massa de raiz seca, g planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	-	-		0b	7,3a	7,2a	M ns	
GE	-	-	-		2,2b	6,8a	10,0a	P **	
GE+MYC	-	-	-		2,4b	8,5a	8,5a	MxP ns	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . M; P: Tratamento de micorriza e fósforo, respectivamente. \*, \*\*: 5 e 1% de significância da probabilidade (P) do teste F, respectivamente. -: Dados inexistentes

A aroeira geralmente apresentou resposta à inoculação, P e à interação destes fatores (Tabela 5). Em ambas as épocas de avaliação, a resposta ao P diminui com a inoculação das plantas, enquanto quando não inoculadas esta resposta foi consistente e semelhante. Sessenta dias após a semeadura o crescimento das plantas quase não foi afetado pela inoculação mas, sim, pela interação micorrizas *versus* fósforo. Na concentração 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, o crescimento vegetativo foi indiferente aos tratamentos de inoculação, já em 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P a altura e o diâmetro do caule de plantas inoculadas foram maiores

TABELA 5. Variáveis vegetativas de aroeira sob tratamentos micorrízicos, não inoculada (Ni); *Glomus etunicatum* (GE); GE+Mycoform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F
	0,002	0,02	0,2	P	0,002	0,02	0,2	P
----- 60 DAS -----					----- 120 DAS -----			
<b>Altura, cm</b>								
Ni	4,4Ab	4,7Cb	28,5Aa	M *	4,8Bb	6,8Cb	48,0Aa	M **
GE	7,6Ac	22,7Aa	16,5Bb	P **	27,0Ab	42,0Aa	33,3Bab	P **
GE+MYC	6,8Ac	15,7Bb	21,2Ba	MxP **	27,2Aa	28,2Ba	31,4Ba	MxP **
<b>Diâmetro de caule, mm</b>								
Ni	0,7Ab	0,7Bb	2,0Aa	M ns	0,8Bb	0,9Cb	4,3Aa	M **
GE	1,0Ab	1,5Aa	1,2Bab	P **	2,5Ab	3,6Aa	2,8Bb	P **
GE+MYC	0,9Ab	1,2Aab	1,4Ba	MxP **	2,5Aa	2,4Ba	2,9Ba	MxP **
<b>Área foliar, cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	14Ab	10Bb	174Aa	M ns	3Bb	0Cb	365Aa	M *
GE	38Ab	101Aa	51Bab	P **	124Ab	324Aa	144Bb	P **
GE+MYC	38Aa	48ABa	86Ba	MxP **	147Aa	120Ba	226Ba	MxP **
<b>Massa de parte aérea seca, g planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	0,03Ab	0,2Bb	0,7Aa	M ns	0,01Ab	0,06Bb	3,1Aa	M ns
GE	0,1Aa	0,4Aa	0,2Ba	P **	0,9Aa	1,7Aa	0,9Ba	P **
GE+MYC	0,2Aa	0,2ABa	0,3Ba	MxP **	1,0Aa	0,8ABa	1,3Ba	MxP **
<b>Massa de raiz seca, g planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	-	-	-		0,01Ab	0,01Bb	0,9Aa	M ns
GE	-	-	-		0,2Ab	0,5Aa	0,3Bab	P **
GE+MYC	-	-	-		0,2Aa	0,2Ba	0,4Ba	MxP **

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . M; P: Tratamento de micorriza e fósforo, respectivamente. \*, \*\*: 5 e 1% de significância da probabilidade (P) do teste F, respectivamente.

-: Dados inexistentes

que as Ni ( $P \leq 0,05$ ), enquanto que a área foliar e a MPAS de plantas inoculadas e sem Mycoform foram maiores que as Ni. Plantas não inoculadas cresceram significativamente mais que as inoculadas ( $P \leq 0,05$ ), em concentração de P ótima ( $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ). Em concentrações  $0,002$  e  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P a inoculação influenciou a altura, diâmetro de caule e área foliar, enquanto que a MPAS e MRS mostraram-se indiferentes a este tratamento quando em  $0,002 \text{ mg L}^{-1}$  de P, já em  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, estas mesmas variáveis em plantas GE foram maiores que as plantas GE+MYC e as não inoculadas. Quando o solo possuía concentração ótima de P ( $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ), verifica-se que a resposta negativa à inoculação continuou consistente em todas as variáveis (Figura 16).

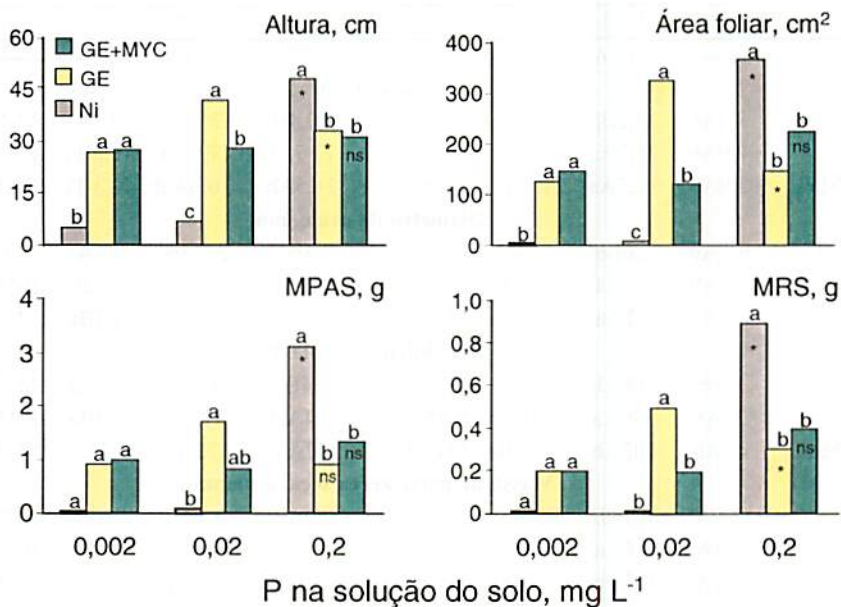


FIGURA 16. Crescimento vegetativo de aroeira, sob tratamentos de micorriza e fósforo, 120 DAS. Massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS). \*: Efeito significativo em relação ao  $0,002$ , Tukey  $0,05$ . Legenda igual à figura 6

A resposta da trema aos fatores estudados foi muito semelhante à aroeira, pois influenciaram o crescimento vegetativo (Tabela 6), principalmente na segunda avaliação (120 DAS). Verifica-se, em ambas as épocas, que esta espécie responde muito à elevação de P no solo, inclusive quando estas foram inoculadas. Sessenta dias após a semeadura, em 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, esta espécie mostrou-se indiferente à inoculação com *G. etunicatum*, entretanto em 0,02 mg L<sup>-1</sup> houve resposta à inoculação em altura e diâmetro do caule. Ainda nesta concentração de P, a área foliar e a MPAS continuaram não respondendo a

TABELA 6. Variáveis vegetativas de trema sob tratamentos micorrízicos, não inoculada (Ni); *Glomus etunicatum* (GE); GE+Myciform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F	P, mg L <sup>-1</sup>			Anava-F
	0,002	0,02	0,2	P	0,002	0,02	0,2	P
----- 60 DAS -----				----- 120 DAS -----				
<b>Altura, cm</b>								
Ni	1,7Ab	4,2Bb	26,1Aa	M ns	0,4Bb	13,8Bb	59,1Aa	M *
GE	1,9Ab	21,2Aa	21,5Aa	P **	13,7ABb	47,5Aa	42,0Ba	P **
GE+MYC	2,9Ab	14,3Aa	21,0Aa	MxP **	21,5Ab	36,6Aab	42,3Ba	MxP **
<b>Diâmetro de caule, mm</b>								
Ni	0,5Ab	1,0Bb	3,6Aa	M ns	0,4Bc	3,2Ab	7,1Aa	M ns
GE	0,5Ab	3,0Aa	2,9ABa	P **	2,1ABb	5,5Aa	5,1ABa	P **
GE+MYC	0,9Ab	2,2Aa	2,5Ba	MxP **	2,9Aa	4,5Aa	4,4Ba	MxP **
<b>Área foliar, cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	0Ab	108Ab	310Aa	M ns	0,4Bb	65Bb	653Aa	M **
GE	22Ab	189Aa	134Bab	P **	104ABb	141ABb	317Ba	P **
GE+MYC	40Ab	102Ab	245ABa	MxP **	147Aa	172Aa	107Ca	MxP **
<b>Massa de parte aérea seca, g planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	0Ab	0,3Ab	0,7Aa	M ns	0Ab	0,4Ab	6,6Aa	M **
GE	0,04Ab	0,6Aa	0,3Bab	P **	0,2Ab	0,8Aab	2,2Ba	P **
GE+MYC	0,11Ab	0,3Ab	0,6Aa	MxP **	0,9Aa	1,8Aa	3,7Ba	MxP **
<b>Massa de raiz seca, g planta<sup>-1</sup></b>								
Ni	-	-	-		0Ab	0,2Ab	1,7Aa	M ns
GE	-	-	-		0,5Ab	0,2Ab	1,1Ba	P **
GE+MYC	-	-	-		0,2Aa	0,6Aa	0,6Ca	MxP **

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . M; P: Tratamento de micorriza e fósforo, respectivamente. \*\*: 5 e 1% de significância da probabilidade (P) do teste F, respectivamente.

-: Dados inexistentes

tratamentos de inoculação. Com  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  de P, a resposta desta espécie à inoculação é diferenciada, contudo verificou-se menor MPAS de plantas GE comparada às que receberam Mycoform e às não inoculadas. Cento e vinte dias após a semeadura e em  $0,002 \text{ mg L}^{-1}$  de P, apenas as plantas com Mycoform apresentaram altura, diâmetro de caule e área foliar maiores que as plantas não inoculadas, o mesmo não ocorrendo em  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ , em que apenas altura e área foliar destas plantas foram maiores. Mycoform inibiu o crescimento das folhas e reduziu a MRS, quando comparada as GE e Ni, na concentração  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ , porém geralmente plantas inoculadas cresceram menos que estas últimas.

#### 4.3.2 Nutrientes

O teor e a quantidade de nutrientes na parte aérea das seis espécies estudadas, geralmente foram influenciadas pelos fatores estudados e por suas interações (Tabela 4A).

Os teores de P na parte aérea de todas as plantas aumentaram com a elevação da disponibilidade deste elemento no solo e pela inoculação com *G. etunicatum* no nível  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, exceto para a trema (Figura 17). No nível  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  de P as espécies comportaram-se diferenciadamente, isto é, fedegoso, gravitinga e cássia verrugosa responderam à inoculação, enquanto o mesmo não ocorreu em mutamba, aroeira e trema. A adição de Mycoform não resultou em benefícios para as plantas em termos de aumento nos teores de P. Em nível  $0,002 \text{ mg L}^{-1}$  de P, as plantas não inoculadas foram incapazes de produzir material suficiente para a realização de análise química, indicando assim que os tratamentos de micorrizas influenciaram para a absorção de nutrientes, o que favoreceu o crescimento destas. Os teores de N foram maiores no fedegoso que nas demais espécies e geralmente menores nas plantas dos tratamentos que promoveram maior produção de massa seca (Tabelas 7 e 8). No

nível 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P, a inoculação reduziu os teores de N na gravitinga, aroeira e trema, enquanto no nível mais elevado de P no solo não houve efeito da inoculação nos teores deste elemento. Os teores de K diminuem com a elevação da disponibilidade de P no solo, indicando efeito de diluição deste elemento nos tecidos. A inoculação influenciou muito pouco os teores de K e apenas a mutamba em 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P teve resposta para Mycoform. Em 0,2 mg L<sup>-1</sup> de P, a aroeira e a trema responderam diferenciadamente. Nos níveis mais baixos de P (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>), plantas inoculadas de fedegoso, cássia verrugosa e

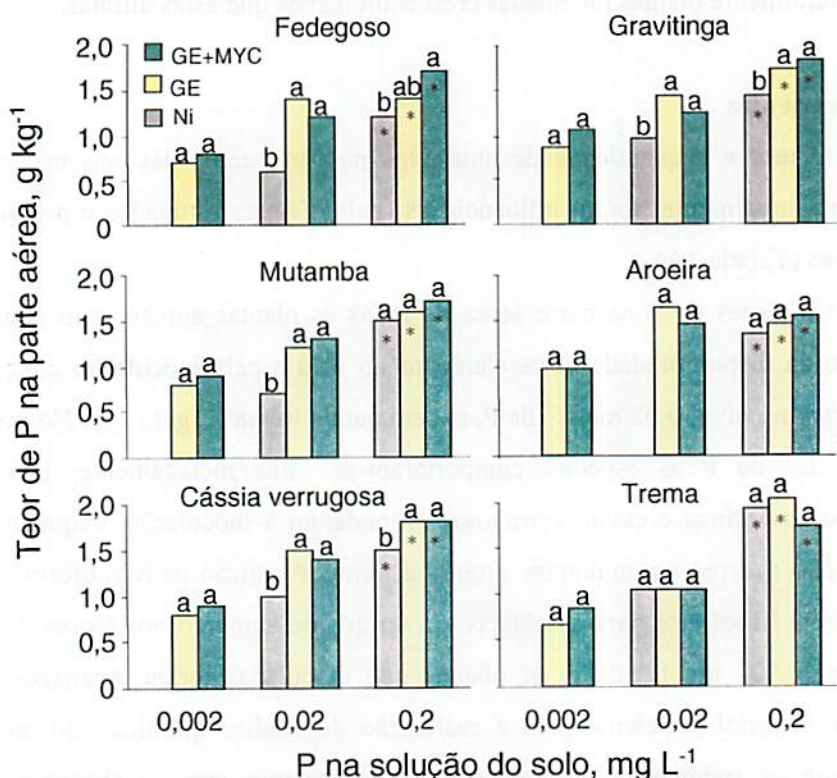


FIGURA 17. Teor de P na parte aérea de espécies arbóreas nativas, sob tratamentos de inoculação com *G. etunicatum* e fósforo, 120 DAS. Material insuficiente para análise química em todas as espécies e na aroeira com tratamento Ni (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente). \*: Efeito significativo em relação ao 0,002, Tukey 0,05. Legenda igual a figura 6

aroeira apresentaram maiores teores de Ca que plantas sem inoculação, já a gravitinga e a trema inoculadas apresentaram menores teores deste elemento. No nível mais elevado de P ( $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ), não foi verificado efeito consistente dos tratamentos. Em  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, os teores de Mg foram menores na gravitinga e trema quando inoculadas e maiores na aroeira em relação às Ni, já em  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  de P não houve efeito da inoculação. A elevação no nível de P não teve efeito consistente nos teores de Mg. O fedegoso, a gravitinga e a mutamba, quando inoculadas, tiveram menores teores de S no nível  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, enquanto as demais não foram influenciadas. No nível  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  de P, não foram encontrados efeitos consistentes com os tratamentos. Teores de B tenderam a ser mais baixos nas plantas inoculadas de mutamba, cássia verrugosa, aroeira e gravitinga. A inoculação somente aumentou os teores de Cu na aroeira no nível intermediário de P ( $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ ). Em alta disponibilidade de P, as concentrações de Cu foram menores na maioria das situações. No fedegoso e na trema a adição de Mycoform elevou os teores deste elemento. Os teores de Zn também tenderam a diminuir com a elevação do P no solo, sendo os efeitos da inoculação variáveis em função do nível de P e da inoculação para algumas espécies. O fedegoso e a aroeira, quando inoculadas e em P baixo, apresentaram menores teores de Zn que as plantas sem inoculação. Os teores de Mn foram reduzidos pela inoculação na maioria das espécies no nível  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P. Os efeitos da elevação do P foram bastante variáveis em função da espécie e tratamentos. Os teores de Fe foram favorecidos em várias espécies pela inoculação, quando estas cresceram em condições de P subótimas ( $0,002$  e  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ ) e variaram de modo diferenciado com a elevação no nível de P no solo.

As quantidades acumuladas de nutrientes na parte aérea também foram muito influenciadas pelos tratamentos (Tabelas 9 e 10), seguindo na maioria dos casos a produção de massa seca. A gravitinga e fedegoso, que dominaram proporcionalmente o crescimento, acumularam maiores quantidades de todos os

nutrientes, principalmente N e P. A inoculação de fedegoso em  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P, por exemplo, aumentou em mais de 50 vezes o acúmulo de N e mais de 70 a de P. Para o fedegoso sem inoculação, o N acumulado aumentou de 4 para  $167 \text{ mg planta}^{-1}$  com a elevação de P para  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ , portanto 41 vezes. Isto não ocorreu nas plantas inoculadas que, mesmo em condições de P muito baixa ( $0,002 \text{ mg L}^{-1}$ ), foram capazes de absorver o N, acumulando grandes quantidades nos tecidos. Materiais vegetais ricos em nutrientes, especialmente em N, têm função ecológica importante no processo de reflorestamento e sucessão florestal, pois as micorrizas arbusculares certamente desempenham função importante. Esta tendência também ocorreu para quase todos os nutrientes nesta espécie, ficando evidente os benefícios da inoculação nestas espécies com fungos micorrízicos arbusculares. Efeitos desta magnitude não foram verificados para a gravitinga que foi a espécie dominante na semeadura mista.

Os teores de nutrientes nas raízes também variaram entre as espécies e foram influenciados pelos tratamentos estudados e suas interações (Tabelas 2A e 3A). Os teores de P foram favorecidos pela elevação deste elemento no solo e influenciados de modo diferenciado pelos tratamentos. Mesmo espécies que apresentaram crescimento reduzido apresentaram teores elevados de P nas raízes.

TABELA 7. Teor de nutrientes na parte aérea de fedegoso, mutamba e cássia verrugosa, 120 dias após a semeadura. Legenda igual à tabela 6

Tratamento	Fedegoso			Mutamba			Cássia verrugosa		
	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2
	N, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	61Aa	35Aa	37Aa	-	17,7Aa	21,0Aa	-	23Aa	18Aa
GE	40Aa	69Aa	40Aa	22,0Aa	18,1Aa	18,0Aa	20Aa	19Aa	18Aa
GE+MYC	68Aa	53Aa	80Aa	20,8Aa	16,7Aa	17,5Aa	24Aa	18Aa	18Aa
	K, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	14Aa	12Aa	-	17,8Ba	16,6Aa	-	12,8Aa	12,9Aa
GE	15Aa	13Ab	11Ab	20,3Aa	17,9Bb	15,0Ac	15,4Aa	14,2Aab	13,0Ab
GE+MYC	14Aa	12Ab	13Aab	19,7Ab	22,1Aa	16,6Ac	14,5Aa	13,9Aab	12,3Ab
	Ca, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	3,3Bc	16Bb	31Aa	-	26,4Aa	17,9Ab	-	19Bb	30Aa
GE	21Ab	23Aab	29Aa	14,0Ab	12,1Cb	17,4Aa	33Aa	24ABb	33Aa
GE+MYC	24Aa	24Aa	28Aa	14,6Ac	20,3Ba	16,6Ab	32Aa	27Aa	30Aa
	Mg, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	0,4Bb	2,0Aa	2,0Aa	-	4,3Aa	4,6Aa	-	2,3Aa	1,7Aa
GE	1,8Ab	2,3Aa	1,9Ab	3,9Aa	4,0Aa	4,0Aa	2,9Aa	2,3Aab	1,9Ab
GE+MYC	1,9Aa	1,9Aa	2,2Aa	4,0Aa	4,1Aa	4,4Aa	3,5Aa	2,6Ab	1,9Ab
	S, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	3,5Aa	3,0Aa	-	1,5Ab	2,2Aa	-	1,3Aa	1,6Aa
GE	2,2Aab	1,6Bb	2,6Aa	1,5Aa	0,7Bb	2,0Aa	1,5Aab	1,1Ab	1,7Aa
GE+MYC	2,3Aa	1,3Bb	2,6Aa	1,4Ab	1,0ABb	2,4Aa	1,5Aa	1,3Aa	1,6Aa
	B, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	21Aa	20Aa	-	53Aa	32Ab	-	58Aa	24Ab
GE	28Aa	26Aa	19Ab	42Aa	26Bc	31Ab	30Aa	23Bb	22Ab
GE+MYC	17Ba	22Aa	22Aa	42Aa	28Bb	31Ab	30Aa	24Bab	20Ab
	Cu, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	0,3Cb	4,8Aa	1,6Ab	-	5,0Aa	2,6Ab	-	1,3Aa	1,2Aa
GE	3,7Bab	4,0Aa	2,3Ab	9,6Aa	4,2Ab	3,3Ab	3,3Aa	0,5Ab	0,5Ab
GE+MYC	6,6Aa	3,5Ab	2,5Ab	9,7Aa	5,5Ab	3,3Ac	3,8Aa	1,3Ab	1,4Ab
	Zn, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	9,2Bb	33Aa	18Ab	-	26Aa	38Aa	-	20Aa	13Bb
GE	35Aa	22Bb	18Ab	33Aa	27Aa	18Ba	18Aab	22Aa	15ABb
GE+MYC	26Aa	17Ba	16Aa	30Aa	28Aa	24ABa	22Aa	21Aa	19Aa
	Mn, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	10Bc	113Aa	70Ab	-	196Aa	147Ab	-	70Aa	41Ab
GE	82Aab	93ABa	61Ab	156Aa	126Ba	119Aa	44Aa	42Ba	36Aa
GE+MYC	71Aa	78Ba	77Aa	144Aa	118Ba	111Aa	39Aa	44Ba	40Ab
	Fe, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	39Bc	513Aa	282Ab	-	684Aa	357Ab	-	445Aa	216Bab
GE	310Aa	344ABa	379Aa	424Aa	402Ba	427Aa	304Aa	371Aa	325ABa
GE+MYC	344Aa	311Ba	350Aa	401Aa	447Ba	501Aa	474Aa	396Aa	513Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . - : Material insuficiente para análise química

TABELA 8. Teor de nutrientes na parte aérea de gravitinga, aroeira e trema, 120 dias após a semeadura. Legenda igual à tabela 6

Tratamento	Gravitinga			Aroeira			Trema		
	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2
N, g kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	24Aa	14Ab	30Aa	22Ab	13Ac	-	24Aa	15Ab
GE	30Aa	19Bb	15Ab	22Ba	17Ba	12Ab	23Aa	16Bb	18Ab
GE+MYC	29Aa	15Bb	16Ab	20Ba	12Cb	16Aab	24Aa	14Bb	15Ab
K, g kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	25Aa	22Aa	-	-	17ABa	-	20Aa	16Bb
GE	26Aa	26Aa	23Ab	18Ab	20Aa	16Bb	21Aa	20Aa	19ABa
GE+MYC	29Aa	23Ab	22Ab	18Aa	20Aa	18Aa	23Aa	20Aab	19Ab
Ca, g kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	28Aa	23Ab	3,3Bb	4,1Cb	11,9Aa	-	26Aa	18Bb
GE	25Aa	21Bb	24Aab	10,6Aa	11,6Aa	12,4Aa	19Aab	17Bb	22Aa
GE+MYC	23Aa	20Bb	23Aa	9,8Ab	9,6Bb	11,8Aa	19Aab	16Bb	21ABa
Mg, g kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	5,3Aa	2,7Ab	0,5Bb	0,6Bb	2,4Aa	-	5,7Aa	2,8Ab
GE	4,3Aa	3,6Bb	2,6Ac	1,9Ab	2,7Aa	2,5Aa	1,9Ab	2,5Bb	3,6Aa
GE+MYC	3,6Ba	3,2Ba	2,4Ab	1,9Ab	2,2Aa	2,3Aa	2,7Aa	3,0Ba	3,1Aa
S, g kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	2,1Aa	2,4Aa	-	-	1,9Aa	-	0,9Aa	0,9Ba
GE	2,6Aa	1,5ABb	2,1Aab	2,3Aa	1,5Ab	2,0Aab	1,2Aab	0,7Ab	1,4Aa
GE+MYC	2,2Aa	1,2Bb	2,4Aa	2,2Aa	1,4Ab	2,0Aa	1,1Aa	0,6Ab	0,8Bab
B, mg kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	43Aa	32Ab	-	46Aa	26Ab	-	41Aa	36Aa
GE	34Aa	28Ba	32Aa	21Ab	31Ba	23Ab	34Aa	39Aa	34Aa
GE+MYC	31Aa	27Ba	32Aa	22Ab	28Ba	27Aab	41Aa	46Aa	33Ab
Cu, mg kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	4Ba	3Aa	0,2Bb	0,6Bb	2,1Bb	-	4,2Aa	2,7Bb
GE	13Aa	7Ab	4Ac	6,8Aa	6,2Aa	3,3Ab	4,2Ba	3,5Aa	4,1Aa
GE+MYC	10Ba	6ABb	3Ac	7,3Aa	5,7Ab	3,0ABc	5,6Aa	3,2Ab	2,9Bb
Zn, mg kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	31Aa	12Ba	36Aa	4Bb	17Ab	-	22Aa	16Ab
GE	76Aa	32Ab	14Ac	48Aa	38Aa	19Ab	18Ba	21Aa	21Aa
GE+MYC	49Ba	29Ab	13Ab	50Aa	25Ab	22Ab	24Aa	17Ab	18Ab
Mn, mg kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	133Aa	77Ab	7,8Bb	5Cb	60Aa	-	198Aa	123Bb
GE	142Aa	111ABab	63Ab	68Aa	72Aa	56Aa	136Bab	110Bb	159Aa
GE+MYC	90Aa	66Ba	58Aa	61Aa	49Ba	61Aa	181Aa	117Bb	128ABb
Fe, mg kg <sup>-1</sup>									
Ni	-	462Aa	323Aa	44Bb	23Bb	273Ba	-	528Aa	323Aa
GE	819Aa	452Ab	456Ab	424Aa	347Aa	442Aa	441Aa	424Aa	465Aa
GE+MYC	660Aa	292Ab	474Aab	422Aa	405Aa	461Aa	608Aa	304Ab	501Aab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . - : Material insuficiente para análise química

TABELA 9. Quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de fedegoso, mutamba e cássia verrugosa, 120 dias após a semeadura. Legenda igual à tabela 6

Tratamento	Fedegoso			Mutamba			Cássia verrugosa		
	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2
<b>N, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	4Ba	6Ba	167Aa	-	2Bb	92Aa	-	3Bb	43Aa
GE	186ABa	202Aa	169Aa	76Aa	93Aa	79Aa	62Aa	38ABa	38Aa
GE+MYC	270Aa	306Aa	312Aa	63Aa	51Aa	49Aa	54Aa	43Aa	49Aa
<b>P, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	0,1Cb	5Aa	-	0,1Bb	6Aa	-	0,2Bb	4Aa
GE	4Ab	4Bab	6Aa	3Ab	7Aa	7Aa	2Aa	3ABa	4Aa
GE+MYC	3Ab	7Aa	6Aa	3Aa	4Aa	5Aa	2Aa	4Aa	5Aa
<b>K, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	2,3Cb	53Aa	-	2Bb	73Aa	-	2Bb	31Aa
GE	78Aa	38Bb	51Ab	70Aa	100Aa	64Aa	49Aa	29Aa	28Aa
GE+MYC	64Aa	67Aa	45Aa	59Aa	71Aa	45Aa	33Aa	35Aa	34Aa
<b>Ca, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	0,2Bb	3Cb	137Aa	-	2,7Bb	79Aa	-	3Bb	72Aa
GE	109Aab	71Bb	135Aa	48Aa	68Aa	69Aa	105Aa	53ABa	76Aa
GE+MYC	105Aa	138Aa	102Aa	44Aa	65Aa	46Aa	73Aa	69Aa	76Aa
<b>Mg, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	0,03Bb	0,3Cb	9Aa	-	0,4Bb	20Aa	-	0,3Ba	4Aa
GE	9Aa	7Ba	8Aa	14Aa	22Aa	17Aa	9Aa	5Ab	4Ab
GE+MYC	9Aa	11Aa	8Aa	12Aa	13Aa	12Aa	8Aa	7Aa	5Aa
<b>S, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	0,6Bb	14Aa	-	0,2Ab	10Aa	-	0,2Bb	4Aa
GE	11Aa	5ABb	12Aa	5Aab	4Ab	9Aa	5Aa	2ABa	4Aa
GE+MYC	10Aa	8Aa	9Aa	4Aa	3Aa	6Aa	3Aa	3Aa	4Aa
<b>B, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	3,4Cb	90Aa	-	5,5Bb	140Aa	-	9Ba	57Aa
GE	139Aa	78Bb	84Ab	142Aa	146Aa	118Aa	92Aa	53ABa	49Aa
GE+MYC	74Bb	126Aa	78Ab	125Aa	93Aa	86Aa	68Aa	63Aa	54Aa
<b>Cu, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	0,02Ba	0,8Ba	7Aa	-	0,5Ba	12Aa	-	0,2Aa	3Aa
GE	20Aa	12Aa	10Aa	33Aa	22Aab	14Ab	11Aa	1Ab	1Ab
GE+MYC	28Aa	20Aa	9Ab	29Aa	18Aab	9Ab	8Aa	4Ab	4Ab
<b>Zn, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	0,7Bb	5Bb	79Aa	-	3Bb	150Aa	-	3Ba	31Aa
GE	185Aa	65ABb	82Ab	112Aa	152Aa	71Aa	56Aa	46Aa	31Aa
GE+MYC	120Aa	95Aa	60Aa	89Aa	88Aa	68Aa	49Aa	55Aa	53Aa
<b>Mn, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	0,7Bb	19Cb	314Aa	-	20Bb	671Aa	-	11Ba	98Aa
GE	414Aa	288Ba	289Aa	530Aa	756Aa	512Aa	138Aa	92ABa	84Aa
GE+MYC	307Aab	457Aa	272Ab	433Aa	333Ba	310Aa	89Aa	120Aa	110Aa
<b>Fe, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	3Bb	85Bb	1283Aa	-	71Bb	1622Aa	-	68Ba	438Ba
GE	1622Aa	1025ABa	1861Aa	1453Aa	2417Aa	1599Aa	906Aa	596ABa	745ABa
GE+MYC	1324Aa	1744Aa	1252Aa	1184Aa	1536Aa	1368Aa	1029Aa	1096Aa	1439Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . - : Material insuficiente para análise química

TABELA 10. Quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de gravitinga, aroeira e trema, 120 dias após a semeadura. Legenda igual à tabela 6

Tratamento	Gravitinga			Aroeira			Trema		
	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2
<b>N, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	278Aa	205Ba	0,4Ab	1,3Bb	44Aa	-	11Ab	96Aa
GE	111Ab	280Aa	314ABa	19Aa	31ABa	12Ba	4Ab	14Aab	37Ba
GE+MYC	138Ab	257Aa	332Aa	21Aa	10Aa	22ABa	23Ab	26Ab	58Ba
<b>P, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	12Aa	23Ba	-	-	4,5A	-	0,5Ab	15Aa
GE	3Ac	22Ab	39Aa	1Ab	3Aa	1,4Bab	0,1Ab	1Ab	6Ba
GE+MYC	6Ac	22Ab	40Aa	1Aa	1Ba	2Ba	1Ab	2Ab	7Ba
<b>K, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	295Aa	343Aa	-	-	54A	-	9Ab	100Aa
GE	97Ab	386Aa	481Aa	16Aa	36Aa	15Ba	3,5Ab	16Aab	41Ba
GE+MYC	143Ab	394Aa	472Aa	18Aa	16Aa	24Ba	20Ab	37Aab	72ABa
<b>Ca, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	320Aa	349Aa	0,04Ab	0,3Bb	37Aa	-	12Ab	114Aa
GE	92Ac	302Ab	498Aa	10Aa	20Aa	12Ba	3Ab	14Aab	48Ba
GE+MYC	116Ac	330Ab	487Aa	10Aa	8ABa	15Ba	18Ab	29Ab	79Ba
<b>Mg, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	62Aa	40Ab	0,01Ab	0,04Bb	7,6Aa	-	3Ab	17Aa
GE	16Ab	51Aa	55Aa	2Aa	5Aa	2Ba	0,3Ab	2,2Aab	7,6Ba
GE+MYC	17Ab	54Aa	53Aa	2Aa	2ABa	3Ba	2,5Ab	5,3Ab	12,2ABa
<b>S, mg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	25Aa	37Aa	-	-	6,4A	-	0,4Ab	6Aa
GE	9Ab	22Ab	46Aa	2Aa	3Aa	2Ba	0,2Ab	0,6Ab	3Ba
GE+MYC	10Ab	20Ab	52Aa	2Aa	1Aa	3Ba	0,9Ab	1,1Ab	3Ba
<b>B, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	497Aa	486Aa	-	3Bb	82Aa	-	17Bb	232Aa
GE	122Ac	396Ab	688Aa	19Ab	54Aa	21Bb	6Ab	33ABab	75Ba
GE+MYC	164Ab	453Aa	683Aa	23Aa	22Ba	33Ba	34Ab	85Aab	123Ba
<b>Cu, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	48Ba	46Ba	0,002Bb	0,04Bb	7Aa	-	2Ab	18Aa
GE	46Ab	98Aa	88Aa	6Aab	11Aa	3Ab	0,7Ab	3Ab	10Ba
GE+MYC	49Ab	99Aa	73ABab	7,6Aa	4,7Ba	3,8Aa	4,8Aa	5,8Aa	11Ba
<b>Zn, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	366Aa	185Aa	0,4Bb	0,2Bb	54Aa	-	10Ab	105Aa
GE	283Aa	462Aa	307Aa	41Aab	62Aa	18Ab	3Ab	18Aab	46Ba
GE+MYC	225Ab	479Aa	279Aab	57Aa	21Ba	28Aa	21Ab	31Ab	69Ba
<b>Mn, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	1527Aa	1151Aa	0,1Ab	0,3Bb	196Aa	-	88Ab	800Aa
GE	477Ab	1505Aa	1252Aa	61Aa	129Aa	57Ba	22Ab	89Aab	345Ba
GE+MYC	426Ab	1125Aa	1220Aa	65Aa	40ABa	84Ba	166Ab	213Aab	481Ba
<b>Fe, µg planta<sup>-1</sup></b>									
Ni	-	5244Aa	5168Aa	0,5Bb	1,4Bb	853Aa	-	286Ab	2158Aa
GE	2885Ab	6662Aab	9659Aa	386Aa	584Aa	430Ba	67Aa	343Aa	1070Ba
GE+MYC	2960Ab	4883Aab	9915Aa	446Aa	340ABa	556ABa	555Ab	567Ab	1851ABa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ . - : Material insuficiente para análise química

### 4.3.3 Colonização micorrízica

A colonização, aos 60 dias da semeadura foi muito baixa e sem influencia dos tratamentos, ao contrário do que foi observado aos 120 dias (Figura 18). No fedegoso variou de 38 a 57% sem, entretanto, ser influenciada significativamente pelos fatores estudados, o mesmo ocorreu para cássia verrugosa e aroeira. Na mutamba e gravitinga, em solo com 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P, a aplicação de Mycoform estimulou a colonização, fato não observado em nenhuma outra espécie ou nível de P. A elevação, na disponibilidade de P, reduziu a colonização do *G. etunicatum* com Mycoform na mutamba, gravitinga e não influenciou significativamente nas demais espécies. Portanto, verifica-se que o *G. etunicatum* apresentou colonização diferenciada nas espécies estudadas, assim como é influenciado de modo também diferenciado pela elevação de P no solo. A densidade de esporos no solo foi elevada significativamente apenas no tratamento GE com 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P (Tabela A5).

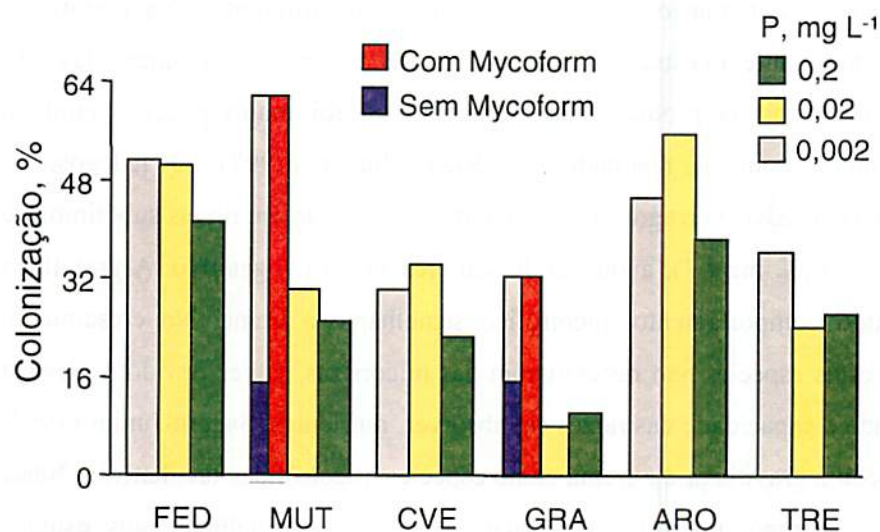


FIGURA 18. Colonização micorrízica das espécies arbóreas nativas em solos com diferentes concentrações de P, aos 120 DAS. Resposta a Mycoform, na mutamba e na gravitinga, em 0,002 mg L<sup>-1</sup> de P. Legenda igual à figura 6

#### 4.4 Discussão geral

Uma visão geral dos efeitos de tratamentos em cada espécie encontra-se na tabela 11. A trema, ao longo do experimento, praticamente não foi influenciada pela inoculação, quando em situações subótimas de P (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>) no solo, porém, quando em P ótima (0,2 mg L<sup>-1</sup>), verificou-se resposta negativa para a produção de massa da parte aérea seca. Este fato condiz com Janos (1980), ao afirmar que esta espécie embora seja micotrófica, muitas vezes não necessita desta simbiose para seu crescimento, quando em ambientes naturais. Esta espécie, assim como a gravitinga foi muito responsiva à elevação de P no solo. Isso corrobora com Saggin-Júnior (1997), ao demonstrar que estas espécies apresentam elevada demanda de P e por isto responderam consistentemente à adição deste elemento no solo. Em outro estudo, Siqueira et al. (1998) verificaram que a trema apresentou respostas significativas à inoculação e que, na produção de massa da parte aérea seca, os efeitos de P, inoculação e a interação destes fatores não foram diferentes. Na gravitinga, espécie dominante no estudo, quando em condições subótimas e inoculadas, não houve aumentos na produção de biomassa ou foi muito pouco, também concordando com os resultados de Saggin-Júnior (1997). O fedegoso, a mutamba e a cássia verrugosa responderam à inoculação em níveis subóticos de P (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>), aumentando seu crescimento vegetativo. A gravitinga apresentou comportamento micotrófico semelhante à trema. No crescimento inicial, estas espécies não necessitaram das micorrizas, talvez devido à elevada densidade e capacidade das raízes em absorver nutrientes. Saggin-Júnior (1997) classificou a gravitinga e a trema como espécies micotróficas facultativas. Neste estudo, o comportamento destas duas espécies foi semelhante aos estudos daquele autor, portanto reforçando evidências do grau micotrófico dessas espécies. O fedegoso, também facultativa (Saggin-Júnior, 1997), comportou-se

TABELA 11 Resumo dos efeitos da elevação de P no solo e da inoculação com *G. etunicatum* no nível 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P (M<sub>0,02</sub>), nas espécies arbóreas, em semeadura mista e direta

Reposita	Fedegoso		Mutamba		C. verrugosa		Gravilnga		Aroeira		Trema	
	P	M <sub>0,02</sub>	P	M <sub>0,02</sub>	P	M <sub>0,02</sub>	P	M <sub>0,02</sub>	P	M <sub>0,02</sub>	P	M <sub>0,02</sub>
MPAS	+		+		+		+		+		+	
MRS	+		+		+		+		+		+	
Dominância	-		0		-		+		-		+	
Colonização	0	A	-	MA	-	A	-	B	0	A	-	A
Teor de nutrientes												
N, g kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
P, g kg <sup>-1</sup>	+		+		+		+		+		+	
K, g kg <sup>-1</sup>	-	0	-		-	0	-	0	+		-	0*
Ca, g kg <sup>-1</sup>	+		+		-		-		+		+	
Mg, g kg <sup>-1</sup>	+	0	0	0	-	0	-	-	+		+	
S, g kg <sup>-1</sup>	+		-		-	0	-	-	-		+	0*
B, mg kg <sup>-1</sup>	-	0	-		-		-	-	+		-	0
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	0	0	-	0	-	0	-	-	-		+	0*
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	-		-	0*	-	0*	-	0*	-		-	0
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	-		0		-		-	+	0		+	
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	0		0		0	0*	-	0	0		+	0
Quantidade acumulada de nutrientes												
N, mg planta <sup>-1</sup>	0		0		+		+		0		+	0*
P, mg planta <sup>-1</sup>	+		+		+		+		0*		+	0*
K, mg planta <sup>-1</sup>	-		0		+		+		0		+	0*
Ca, mg planta <sup>-1</sup>	-		0		+		+		0		+	0*
Mg, mg planta <sup>-1</sup>	0		0		+		+		0		+	0*
S, mg planta <sup>-1</sup>	-		-		0		+		0		+	0*
B, µg planta <sup>-1</sup>	-		0		+		+		0		+	0*
Cu, µg planta <sup>-1</sup>	0		-		0		+		0		+	0*
Zn, µg planta <sup>-1</sup>	-		0		+		+		0		+	0*
Mn, µg planta <sup>-1</sup>	0		0		+		+		0		+	0*
Fe, µg planta <sup>-1</sup>	0		0		+		+		0		+	0*

+: aumento; -: diminui; 0: sem efeito; 0\* e 0\*: aumento e diminui em 0,2 mg kg<sup>-1</sup> de P, respectivamente

B, A e MA: baixo, alto e médio-alto grau de colonização, respectivamente

MPAS e MRS: massa da parte aérea seca e massa da raiz seca, respectivamente

diferente destas espécies, e respondeu à inoculação elevando a produção de massa da parte aérea seca em condições subótimas de P (0,002 e 0,02 mg L<sup>-1</sup>). Ainda apresentou elevado teor de P nos seus tecidos, quando inoculadas e geralmente baixos teores, principalmente quando micorrizadas. Esta espécie responde bem ao P, porém quando presentes propágulos de fungos micorrízicos, a interação destes fatores aumenta o seu crescimento vegetativo tal como verificado também por Siqueira et al. (1998). Talvez seja este o mecanismo pelo qual alguns autores caracterizaram-nas como altamente evoluídas e adaptáveis em ambientes naturais (Purcino et al., 1996). Além disso, embora a colonização micorrízica não seja diferente significativamente ( $P \leq 0,05$ ), apresentou resposta a Mycoform no crescimento vegetativo, o que aumentou 80% em média, quando comparada aquelas plantas que somente receberam *G. etunicatum*. Estudos demonstraram que esta espécie geralmente apresenta elevadas taxas de colonização (Siqueira et al., 1998 e Pouyú-Rojas, 1997), embora Saggin-Júnior (1997) não as tenha verificado e sim, apenas em torno de 12%. A aroeira apresentou elevada resposta a micorrizas, em condições subótimas de P e além disso, assim como a trema, respondeu negativamente à inoculação em nível elevado de P (0, 2 mg L<sup>-1</sup>). Em outro estudo, Siqueira et al. (1998), trabalhando com a mesma espécie, verificou que a interação P *versus* micorrizas aumentou significativamente a massa da parte aérea seca comparada aos fatores isolados, embora estes tenham aumentado significativamente em relação às plantas não inoculadas. Além disso, o elevado teor de nutrientes em plantas inoculadas foram semelhantes aos resultados obtidos por Siqueira et al. (1998), demonstrando os benefícios nutricionais causados pela inoculação. Saggin-Júnior (1997), trabalhando com espécie do mesmo gênero, a aroeira-branca (*Litrahea molleoides*), determinou o grau de micotrofia dessa espécie como facultativa e verificou, também, que em condições ótimas de P (0,2 mg L<sup>-1</sup>) a mesma apresentou baixa resposta à inoculação, pois é altamente responsiva ao

P. Portanto os resultados obtidos neste trabalho confirmam os obtidos por este autor e por Siqueira et al. (1998). A mutamba teve comportamento muito semelhante ao fedegoso, ou seja, em condições subótimas de P também respondeu à inoculação e, em níveis elevados deste elemento, os benefícios das micorrizas não existiram. Esta espécie apresentou elevada colonização micorrízica causada por efeitos do Mycoform, em concentração baixa de P ( $0,002 \text{ mg L}^{-1}$ ).

Neste estudo, verificou-se a importância do nível de P, para a formação de associação simbiótica com fungos micorrízicos considerando-se a natureza de cada espécie. Isso está de acordo com Herrera (1988), ao afirmar que o sistema de associação micorrízica depende das condições de fertilidade sejam ou não favoráveis para o desenvolvimento das espécies arbóreas e do microrganismo, o que poderia representar um modulador importante na sucessão de espécies vegetais. Por outro lado, Janos (1980) afirmou que espécies micotróficas são favorecidas pelos fungos micorrízicos nos primeiros estádios de sucessão vegetal, enquanto as não micotróficas ou menos micotróficas são favorecidas na ausência de propágulos em condições de baixa fertilidade. Os comportamentos das seis espécies estudadas foram diferentes quanto ao grau de micotrofia, assemelhando-se a trema com a gravitinga; o fedegoso com a mutamba e a cássia verrugosa e, com comportamento individual a aroeira que respondeu negativamente com a elevação de P. Contudo, em condições subótimas de P disponível ( $0,002$  e  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ ), as micorrizas influenciaram para o crescimento equilibrado destas espécies, que se deve talvez à competição por nutrientes entre plantas com diferentes graus de micotrofia, ou seja, as muito responsivas ao P sofreram competição por espécies mais beneficiadas pelo fungo, como é o caso do fedegoso, mutamba e cássia verrugosa. Todas as espécies apresentaram maiores teores de P, quando em  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  de P no solo, porém não foram capazes de crescerem, quando em  $0,002 \text{ mg L}^{-1}$  e sem

inoculação, ou foram menores em  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  de P. A resposta a este fator foi relevante corroborando com Saggin-Júnior (1997). Espécies que exigem maiores teores de P nos tecidos tendem a ser mais prejudicados no crescimento inicial quando em baixa fertilidade ( $0,002$  e  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ ) e ausência de fungos micorrízicos arbusculares. Desta maneira, o emprego de *Glomus etunicatum* em revegetação de áreas degradadas, utilizando diversas espécies arbóreas nativas com diferentes graus de micotrofia e em semeadura mista e direta poderia ser uma estratégia, pois em solo de baixa fertilidade e sem adição de fósforo, as seis espécies cresceram satisfatoriamente e de modo equilibrado, o que é muito desejável no início de recuperação dessas áreas. Além disso, a baixa fertilidade destes solos favorece a ocorrência de associações simbióticas entre espécies arbóreas e fungos micorrízicos e, conseqüentemente, a co-existência das espécies arbóreas devido à redução da habilidade competitiva por nutrientes, principalmente por P. Este fato fortalece a hipótese de Janos (1985), ao afirmar que as interações micorrízicas influenciam sobre a composição florística da comunidade afetando a habilidade competitiva das plantas.

## 5 CONCLUSÕES

- O crescimento inicial das espécies em semeadura mista e direta foi favorecido pela elevação nos níveis de P no solo e pela inoculação com *G. etunicatum*, sendo a resposta das espécies a esses fatores diferenciada.

- A elevação de P favoreceu a gravitinga e a trema enquanto a inoculação com *G. etunicatum* favoreceu a todas as espécies no solo com 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P.

- Em condições de baixa disponibilidade de P no solo, o *G. etunicatum* contribuiu para o desenvolvimento mais equilibrado das espécies em semeadura mista e direta no solo.

- A aplicação de Mycoform aumentou a colonização na mutamba e na gravitinga e teve efeito no crescimento do fedegoso com 0,02 mg L<sup>-1</sup> de P no solo, mesmo sem elevar a colonização desta.

- Os efeitos da inoculação sobre os teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn e Fe nas plantas variaram com a espécie arbórea e níveis de P, sendo menos evidentes na gravitinga e na trema.

- As condições de fertilidade e existência ou não de propágulos de fungos micorrízicos arbusculares no solo são fatores de grande importância no desenvolvimento inicial das espécies arbóreas em semeadura mista e direta.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, L.K.; ROBSON, A.D.; GAZEY, Z. Selection of inoculant vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Methods in Microbiology**, v.24, n.1-21, 1992.
- ADEM, H.H.; TISDALL, J.M. Management of tillage and crop residues for double-cropping in fragile soils of southeastern Australia. **Soil Tillage Resource**, v.4, p.577-589, 1984.
- ALEXANDER, I.; AHMAD, N.; LEE, S.S. The role of mycorrhizas in the regeneration of some Malaysian forest trees. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v.335, p.379-388, 1992.
- ALLEN, E.B.; ALLEN, M.F. Competition between plants of different successional stages: mycorrhizae as regulators. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.62, p.2625-2629, 1984.
- ALLEN, M.F. **The ecology of mycorrhizae**. Cambridge: University Press, 1991.
- ALLEN, M.F. Mycorrhizae and rehabilitation of disturbed arid soils: processes and practices. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, v.3, p.229-241, 1989.
- ALLEN, M.F.; ALLEN, E.B. Carbon source of VA mycorrhizal fungi associated with Chenopodiaceae from a semiarid shrub-steppe. **Ecology**, Durhan, v.71, n.5, p.2019-2021, 1990.
- ANDRADE, G.; LINDERMAN, R.G.; BETHLENFALVAY, G.J. Bacterial associations with the mycorrhizosphere and hyphosphere of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. **Plant and Soil**, The Hague, v.202, p.79-87, 1998.

- BAPTISTA, M.J.; SIQUEIRA, J.O. Efeito de flavonóides na germinação de esporos e no crescimento assimbiótico do fungo micorrízico arbuscular *Gigaspora gigantea*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.2, n.2, p.127-134, 1994.
- BARBOSA, J.M. Estudos interdisciplinares do Instituto de Botânica em Moji Guaçu, SP. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.171-191.
- BARBOSA, J.M.; MACEDO, A.C. **Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo**: Informações técnicas sobre semente, grupos ecológicos, fenologia e produção de mudas. São Paulo: Instituto de Botânica e Fundação Florestal, 1993. 125p.
- BAYLIS, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: SANDER, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. (eds.) **Endomycorrhizas**. London: Academic Press, 1975. p.373-389.
- BRUNDRETT, M. Mycorrhizas in natural ecosystems. **Advances in Ecological Research**, London, v.21, p.171-313, 1991.
- BURLEIGH, S.H.; HARRISON, M.J. A novel gene whose expression in *Medicago truncatula* roots is suppressed in response to colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi and to phosphate nutrition. **Plant Molecular Biology**, The Hague, v.34, p.199-208, 1997.
- CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C.; GOMES, J.L.; CURI, N.; VALE, F.R. do; Mycorrhizal fungi and superphosphate on growth of tropical woody species. **Scientia Forestalis**, v.50, p.21-36, 1996.
- CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y.; CATRO, C.F.A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. 1990, Campos do Jordão. Anais... São Paulo:SBS, 1990, v.3, p.216-221.
- CHAGAS, C. da. S. **Associação de Latossolo variação Una e Latossolo vermelho escuro**: efeito diferencial da orientação dos estratos de rochas pelíticas pobres. Lavras: ESAL, 1994. 124p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)

- COLOZZI-FILHO, A.; SIQUEIRA, J.O. SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Efetividade de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas, crescimento pós-transplante e produção do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.1397-1406, 1994.
- CRESS, W.A.; THRONEBERRY, G.O.; LINDSEY, D.L. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and non-mycorrhizal tomato roots. **Plant Physiology**, Rockeville, v.64, p.484-487, 1979.
- DAFT, M.J.; NICOLSON, T.H. Arbuscular mycorrhizas in plants colonizing coal wastes in Scotland. **New Phytologist**, Oxford, v.73; n.6, p.1129, 1974.
- DALTON, G.S. Direct seeding of shrubs and trees: a manual for Australian conditions. **Primary Industries SA**, Adelaide, p.53-57, 1993.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 40p.
- DÉCAMPS, H.; NAIMAN, R.J. Towards an ecotone perspective. In: NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. (eds.) **The Ecology and Management of Aquatic-terrestrial Ecotones**. UNESCO/Parthenon. Publishing Group, 1990, v.4, p.1-6.
- DUNLAP, J.R.; BARNETT, J.P. Influence of seed size on germination and early development of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) germinants. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.13, p.40-44, 1983.
- FISCHER, R.F.; JUO, A.S.R. Mechanisms of tree growth acid soils. Proc. Nitrogen Fixing Trees for Acid Soil. **Turrialba**, Costa Rica, p.1-18, 1994. July 3-8.
- FITTER, A.H.; GARBAGE, J. Interaction between mycorrhizal fungi and other soil organisms. **Plant and Soil**, The Hague, v.129, n.1, p.123-132. dez. 1994.
- FLORES-AYLAS, W.W.; SANTOS, D.R. dos; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. *Glomus etunicatum* e isoflavonóide na *Sesbania rostrata* em solo com dois níveis de fósforo. FERTBIO'98, Caxambú. **Resumos...** Caxambú: SBCE/SBM/UFLA, 1998. p.810.

- FOWLER, D.B. **Seeding equipment: Winter wheat production manual.** Yorkton: Ducks Unlimited Canada, 1995. p.601-621.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C; DIAS, L.E.; FARIA, S.M. de; Use of nodulated and mycorrhizal legume trees for revegetation of residues from bauxite mining. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS-NITROGEN FIXATION, 1995, Angra dos Reis. Abstracts... Angra dos Reis: EMBRAPA-CNPAB/UFRRJ/Brasilian Academic Sciences, 1995. p.80.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C; SILVA, E.M.R.; FARIA, S.M. de; **Revegetação de solos degradados: Seropédica.** Brasília: EMBRAPA-CNPBS, 1992. 8p. (Comunicado Técnico)
- FRASER, J.W. **Operational direct seeding trials with black spruce on upland cutovers.** Ontario: Canadian Forest Science, 1981. 34p.
- GERDEMANN, J.W. Vesicular-arbuscular and plant growth. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.6, p.397-418, 1968.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogones* species from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v.46, n.2, p.235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Oxford, v.84, n.3, p.489-500, 1980.
- GRAHAN, J.H.; LEONARD, R.T.; MENGE, J.A. Membrane mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. **Plant Physiology**, Rockeville, v.68, p.548-552, 1981.
- GRIFFIN, A.R. The effects of seed size germination time and sowing density of seedling development in radiata pine. **Australian Forest Research**, East Melbourne, v.5, n.4, p.25-28, 1972.
- HABTE, M.; MANJUNATH, A. Categories of vesicular-arbuscular mycorrhizal dependency of host species. **Mycorrhiza**, v.1, p.3-12, 1991.

- HENDRIX, S.D.; NIELSEN, E.; NIELSEN, T.; SCHUTT, M. Are seedlings from small seeds always inferior to seedlings from large seeds ? Effects of seed biomass on seedling growth in *Pastinaca sativa* L. **New Phytologist**, Oxford, n.119, p.299-305, 1991.
- HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P.; BAREA, J.M. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystems. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.59, p.129-133, 1993.
- HERRERA, R.A.; RODRIGUEZ, M.E.; OROZCO, M.O.; FURRAZOLA, E.; FERRER, R. Las micorrizas y el funcionamiento de los bosques tropicales. In: HERRERA, R.A.; MENÉNDEZ, L.; RODRIGUEZ, M.E.; GARCIA, E.E. **Ecología de los bosques siempre verdes de la Sierra del Rosário, Cuba**. Cuba: Instituto de Ecología y Sistemática/Academia de Ciencias en Cuba, 1988. p.627-708. (Proyecto MAB, 1)
- HETRICK, B.A.D.; WILSON, G.WT.; COX, T.S. Mycorrhizal dependence of modern wheat-varieties, landraces, and ancestors. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.70, n.10, 2032-2040, Oct. 1992.
- HETRICK, B.A.D.; WILSON, G.WT.; GILL, B.S. et al. Chromosome location of mycorrhizal responsive genes in wheat. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.73, n.6, p.891-897, 1995.
- HULTÉN, H. (ed.) Root deformation of forest seedlings. In: NORDIE SYMPOSIUM, 1982. Swedish: Swedish University of Agricultural Science, 1982. p.11.
- HUSS, E. On the quality of forest tree seed and other factors affecting the sowing result. **Medd. Statens Skogsforskningsinstitut**, v.46, 1956.
- JANOS, D.P. Mycorrhizae influence tropical succession. **Biotropica**, Washington, v.12, p.56-95, 1980.
- JANOS, D.P. Mycorrhizal fungi: Agents or symptoms of tropical community composition? In: CONFERENCE ON MYCORRHIZAE, 6. 1985, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Forest Research Laboratory, 1985. p.98-103.
- JANOS, D.P. Mycorrhizas, succession, and the rehabilitation of deforested lands in the humid tropics. p.1-18, 1996.

- JANOS, D.P. Tropical mycorrhizas, nutrient cycles and plant growth. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (eds.) **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1983. p.327-345.
- JANOS, D.P. Vesicular-arbuscular mycorrhizae affect the growth of *Bactris gasipaes*. **Principes**, Lawrence, v.21, p.12-18, 1977.
- JASPER, D.A.; ROBSON, A.D.; ABBOTT, L.K. The effect of surface mining on the infectivity of vesicula-arbuscular mycorrhizal fungi. **Australian Journal of Botany**, East Melbourne, v.35, p.641-652, 1987.
- JOLY, C.A. Ecotones at the river basin scale global land/water interactions. In: ECOTONES REGIONAL WORKSHOP, 1992, Australia. **Proceedings...** Austrália:UNESCO, 1994. p.40-66.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.130-143.
- KINNUNEN, K. Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. **Folia Forestalia**, Helsinki, Finland, p.531, 1982.
- KNIGHT, A.J.P.; BEALE, P.E.; DALTON, G.S. Direct seeding of native trees and shrubs in low rainfall areas and on non-wetting sands in South Australia. **Agroforestry Systems**, The Hague, v.39, p.225-239, 1998.
- LIMA, H.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK a campo**. Lavras: UFLA, 1995. 53p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- LIMA, H.N.; VALE, F.R. do; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N. Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.21, n.2, p.189-195, 1997.
- LONG, J.N. Roots system form and its relationship to growth in young planted conifers. In: ROOT FORM OF PLANTED TREES SYMPOSIUM, 1978, Victoria. **Proceedings...** Victoria: Canadian Forestry Service, 1978. v.8, p.222-234.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 370p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 380p.
- MANJUNATH, A.; HABTE, M. Establishment of soil solution P levels for studies involving vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Madison, v.21, n.7/8, p.557-566, 1990.
- MATTEI, V.L. Semeadura direta: uma alternativa para implantação de povoamentos de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, **Anais...** SBS-SBEf, 1993. p.306-308.
- MENGE, J.A.; JOHNSON, E.L.V.; PLATT, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivares under three nutrient regimes. **New Phytologist**, Oxford, v.81, p.553-559, 1978.
- MESON, M.; MONTOYA, M. **Mediterranean silviculture**. Ediciones Mundi-Prensa, 1993. 368p.
- MIKOLA, J. The effect of seed size and duration of growth on the height of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) provenances and progenies and the nursery stage. **Silva Fenn.**, v.14, n.1, p.84-94, 1980.
- MILLER, R.M.; JASTROW, J.D. The application of VA mycorrhizae to ecosystem restoration and reclamation. In: ALLEN, M.F. (ed.) **Mycorrhizal functioning: An Integrative Plant-Fungal Process**. New York: Chapman and Hall, 1991.
- MILLER, R.M. ; JASTROW, J.D. The role of mycorrhizal fungi in soil conservation. In: BETHLENFALVAY, G.J.; LINDERMAN, R.G. (eds.) **Mycorrhizae in sustainable agriculture**. American Society of Agronomy, 1992. n.54, p.29-44.
- MONTAGNINI, F.; SANCHO, F. Nutrient budgets of young plantations with native trees: strategies for sustained management. In: BENTLEY, W.; GOWEN, M. (eds.) **Forest resources and wood-based biomass energy as rural development assets**. New Delhi: IBH Publishing, 1994. p.213-233.

- MORTON, J.B.; BENNY, G.L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new Order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae and two new Families, Acaulosporaceae e Gigasporaceae with an emendation of Glomaceae. *Mycotaxon*, Ithaca, New York, v.37, p.471-491, 1990.
- MOSSE, B. Plant growth response to vesicular-arbuscular mycorrhiza IV. In: Soil given additional phosphate. *New Phytologist*, Oxford, v.72, p.127-136. 1973.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, New York, v.27, p.31-36, 1962.
- NAIR, M.G.; SAFIR, G.R. ; SIQUEIRA, J.O. Isolation and identification of vesicular-arbuscular mycorrhizae stimulatory compounds from clover (*Trifolium repens*) roots. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v.57, n.2, p.434-439, 1991.
- OLIVEIRA, C.V. **Micorrização, compactação e fósforo no crescimento de leguminosas arbóreas em solo degradado.** Lavras: ESAL, 1995. 54p. Dissertação Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Cerne*, Lavras, v.1, n.1, p.64-72, 1994.
- OLLIVIER, B.; BERTHEAU, Y.; DIEM, H.G.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Influence de la variété de *Vigna unguiculata* dans l'expression de trois associations endomycorhiziennes à vésicules et arbuscules. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.61, n.1, p.354-358, 1983.
- PANKOW, W.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A. The significance of mycorrhizas for protective ecosystems. *Experientia*, Basel, v.47, p.391-394, 1991.
- PARROTTA, J.A. The role of plantation forest in rehabilitating degraded tropical ecosystems. *Agriculture and Ecosystem Environmental*, Amsterdam, v.41, p.115-133, 1992.

- PENG, S.B.; EISSENSTAT, D.M.; GRAHAM, J.H.; HODGE, N.C. Growth depression in mycorrhizal citrus at high phosphorus supply-analysis of carbon costs. **Plant Physiology**, Rockeville, v.101, p.1063-1071. 1993.
- PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R. do; MOREIRA, F.M.S. Influência do nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.653-662. 1996.
- 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**, London, v.55, p.158-161, 1970.
- PIMM, S.L. Community stability and structure. In: SOULÉ, M.E. (ed.) **Conservation ecology: the science of scarcity and diversity**. Massachusetts, 1986. 584p.
- POUYÚ-ROJAS, E. **Crescimento pós-transplante de mudas de espécies arbóreas sob influência de fungos micorrízicos arbusculares e adubação com NPK**. Lavras: UFLA, 1997. 75p. (Dissertação - Mestrado e Solo e Nutrição de Plantas)
- PRITCHETT, W.L.; FISHER, R.F. **Properties and management of forest soils**. New York: John Wiley and Sons, 1987. 494p.
- PURCINO, A.A.C.; PAIVA, E.; SILVA, M.R.; ANDRADE, S.R.M. Influence of *Azospirillum* inoculation and nitrogen supply on grain yield, carbon and nitrogen assimilating enzymes in maize. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.19, n.7, p.1045-1060, 1996.
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. Lavras: UFLA, 1994. 62p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- RHODES, L.M.; GERDEMANN, J.W. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. **New Phytologist**, Oxford, v.75, p.555-561, 1975.
- SAGGIN-JÚNIOR, O.J. **Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas do Sudeste brasileiro**. Lavras: UFLA, 1997. 120p. (Tese de Doutorado)

- SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: SIQUEIRA, J.O. (ed.) **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA-DCS-DCF, 1996. p.203-254.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 56p.
- SILVA, I.R. da; FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R. do; CURTI, N. Absorção de nutrientes em espécies florestais sob influência da adubação potássica. **Revista do Instituto Florestal, São Paulo**, v.8, p.99-108, 1996.
- SILVA JÚNIOR, J.P.da; SIQUEIRA, J.O. Colonização micorrízica e crescimento da soja com diferentes fungos e aplicação do isoflavonóide formononetina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.33, n.6, p.953-959, 1998.
- SILVYA, D.M. Inoculation of native woody-plants to inoculation with vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for phosphate mine land reclamation. **Agriculture Ecosystems and Environment, Amsterdam**, v.31, n.3, p.253-261, 1990.
- SIQUEIRA, J.O. et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. CEMIG/UFLA, 1995. 28p.
- SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C.; CURTI, N.; ROSADO, S.C. da S.; DAVIDE, A.C. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native woody species as related to sucesional groups in Southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management, Amsterdam**, v.107, p.241-252, 1998.
- SIQUEIRA, J.O.; PEREIRA, M.A.M.; SIMÃO, J.B.P.; MOREIRA, F.M.S. Efeito da formononetina (7 hidroxí, 4<sup>o</sup> metoxi isoflavona) na colonização micorrízica e crescimento do milho em solo contendo excesso de metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.23, p.561-567, 1999.
- SIQUEIRA, J.O.; SAFIR, G.R.; NAIR, M.G. Stimulation of vesicular-arbuscular mycorrhizae formation and growth of white clover by flavonoid compounds. **New Phytologist., Oxford**, v.118, p.87-93, 1991b.
- SIQUEIRA, J.O.; SAFIR, G.R.; NAIR, M.G. VA-mycorrhizae and mycorrhiza stimulating isoflavonoid compounds reduce herbicide injury. **Plant and Soil, The Hague**, v.134, p.233-242, 1991c.

- SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. 2<sup>th</sup> Ed. New York: Academic Press, 1997. 604p.
- SOUZA, F.A. de; SILVA, E.M. da; Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J.O. (ed.) **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA-DCS-DCF, 1996. p.255-290
- ST. JOHN, T.V. Uma lista de espécies de plantas tropicais brasileiras naturalmente infectadas com micorrizas vesicular-arbuscular. **Acta Amazônica**, Manaus, v.10, n.1, p.229-234, 1980.
- SUN, D.; DICKINSON, G.R.; BRAGG, A.L. Direct seeding of *Alphitonia petriei* (Rhamnaceae) for gully revegetation in tropical northern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.73, p.249-257, 1995.
- TISDALL, J.M. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. **Plant and Soil**, The Hague, v.159, p.115-121, 1994.
- TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregate in soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.33, p.141-163, 1982.
- TOUMEY, J.W. **Seeding and planting in the practice of forestry**. London: John Wiley, 1967. 520p.
- TRAPE, M.Z.; OLIVEIRA, C. Fichas de espécies nativas. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.2, n.6, p.71-77, 1995.
- UNITED STATE PATENT OFFICE Method and compositions stimulating vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. SAFIR, G.R.; NAIR, M.G.; SIQUEIRA, J.O. Patent number 5.002.603, March 26, 1991. 21p.
- VALTANEN, J.; ENGBERG, M. The result from Kainuu and Pohjamaa the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970-1972. **Folia Forestalia**, Helsinki, Finland, v.686, p.5-42, 1987.
- VALE, F.R. do; GUEDES, G.A.A.; GUILHERME L.R.G. **Manejo da fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1995. 206p. Curso de Especialização "Latu sensu" por tutoria a distância em Solos e Meio Ambiente.

- VIERHEILIG, H.; BAGO, B.; ALBRECHT, C.; POULIN, M-J.; PICHÉ, Y. Flavonoids and arbuscular-mycorrhizal fungi. In: MANTHEY; BUSLIG (eds.) **Flavonoids in the Living System**, New York: Plenum Press, 1998 p.9-33.
- VIERHEILIG, H.; PICHÉ, Y. Facteurs biochimiques potentiellement impliqués dans les interactions entre les champignons endomycorhiziens et leurs plantes non-hotes. In: FORTIN, J.A.; CHAREST, C.; PICHÉ, Y (eds.) **La symbiose mycorhizienne**. Québec: Édition Orbis Frelighsburg, 1995. p.109-124.
- WALDRON, R.M. Direct seeding in Canada 1900-1972. In: **DIRECT SEEDING SYMPOSIUM**, 1974, Ottawa. Ottawa: Canadian Forest Service, 1974. 178p.
- WOOLHOUSE, H.W. Membrane structure and transport problems considered in relation to phosphorus and carbohydrates movements and the regulation of endotrophic mycorrhizal association. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. (eds.) **Endomycorrhizas**. London: Academic Press, 1975. p.209-239.
- WRIGHT, S.F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, The Hague, v.198, p.97-107, 1998.

## ANEXOS

### ANEXO

	Página
TABELA 1A Característica química do substrato, 80 e 120 dias após a semeadura .....	77
TABELA 2A Teor de nutrientes em raízes de fedegoso, mutamba e cássia verrugosa, 120 dias após a semeadura .....	78
TABELA 3A Teor de nutrientes em raízes de gravitinga, aroeira e trema, 120 dias após a semeadura .....	79
TABELA 4A Resumo das ANAVAS de teores e quantidades acumuladas de nutrientes na parte aérea de espécies arbóreas nativas .....	80
TABELA 5A Densidade de esporos no solo (nº por 50 mL), sob tratamentos micorrízicos, <i>G.etunicatum</i> (GE); GE+Mycoform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo	81

TABELA 1A. Característica química do substrato, 80 e 120 dias após a semeadura (DAS)

	0,002			0,02			0,2			
	Ni	GE	GE+MYC	Ni	GE	GE+MYC	Ni	GE	GE+MYC	
<b>80 DAS</b>										
pH (H <sub>2</sub> O 1:2,5)		5,6	6	6,2	5,9	6,4	6,5	6,1	6,2	6,1
P (Mehlich 1)	mg dm <sup>3</sup>	1	1	1	2	1	2	102	130	126
K (Mehlich 1)	mg dm <sup>3</sup>	172	109	95	129	75	103	64	48	62
Ca	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	2	1,8	2	1,9	1,8	1,9	3,2	3,2	3,1
Mg	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	1,3	1	1	1,4	1,2	1,5	1,2	1	1,4
Al	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H+Al	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	2,9	2,3	2,1	2,6	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6
SB	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	3,7	3,1	3,2	3,6	3,2	3,7	4,6	4,3	4,7
t	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	3,7	3,1	3,2	3,6	3,2	3,7	4,6	4,3	4,7
T	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	6,6	5,4	5,3	3,2	5,5	6	7,5	7,2	7,3
m	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	%	56,3	57,2	60,7	58,3	58,1	61,4	61,1	59,9	64,2
Ca/T	%	30,1	33,5	37,4	30,5	32,8	31,9	42,9	44,3	42,7
Mg/T	%	19,6	18,6	18,7	22,5	21,8	25,2	16,1	13,8	19,3
K/T	%	6,6	5,2	4,6	5,3	3,5	4,4	2,2	1,7	2,2
Ca/Mg		1,5	1,8	2	1,4	1,5	1,3	2,7	3,2	2,2
Ca/K		4,5	6,4	8,2	5,7	9,4	7,2	19,5	26	19,5
Mg/K		2,9	3,6	4,1	4,2	6,2	5,7	7,3	8,1	8,8
S (sulfato)	mg dm <sup>3</sup>	4,4	5,6	3,3	3,3	3,3	15,2	13,9	7,9	27,1
B (água quente)	mg dm <sup>3</sup>	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3
Zn (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7
Cu (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	1,3	1,1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
Mn (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	3,2	3,5	3,4	3	3,4	3,6	4,4	5,2	5,4
Fe (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	31,9	25	25,8	29,5	35,4	24,5	50,9	43,2	34,6
<b>120 DAS</b>										
pH (H <sub>2</sub> O 1:2,5)		5,4	5,7	5,6	5,7	5,7	5,8	5,6	5,7	5,7
P (Mehlich 1)	mg dm <sup>3</sup>	1	1	1	3	36	3	64	64	80
K (Mehlich 1)	mg dm <sup>3</sup>	125	98	103	84	51	61	48	47	51
Ca	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,3	3,5	3,6	4
Mg	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	2,4	1,6	1,7	2,3	1,6	2,1	1,8	1,8	1,5
Al	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H+Al	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	2,3	2,1	2,1	2,3	2,1	2,1	2,6	2,6	2,6
SB	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	4,7	4,2	4,3	4,9	4,1	4,6	5,4	5,5	5,6
t	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	4,7	4,2	4,3	4,9	4,1	4,6	5,4	5,5	5,6
T	cmo <sub>C</sub> dm <sup>3</sup>	7	6,3	6,4	7,2	6,2	6,7	8	8,1	8,2
m	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	%	67,2	66,4	67	68,1	66,3	68,5	67,6	68	68,4
Ca/T	%	0,5	0,2	0,6	0,5	0,2	0,5	0,5	0,5	0,3
Mg/T	%	0,9	1,8	1	2,1	1,2	3,1	1,2	6,2	1,9
K/T	%	1,6	1,6	14,5	9,3	8,7	5	2,5	24	5
Ca/Mg		4,2	5,7	4,8	5,1	5,2	5,8	7,5	7,2	7,4
Ca/K		37,9	50,1	38,1	47,5	46,8	41,4	81,4	54,3	20,8
Mg/K		8	2,6	3,4	6,1	6,1	5,2	36,4	39	39
S (sulfato)	mg dm <sup>3</sup>	28,5	36,8	36,1	33,3	38,5	34,6	43,6	44,3	48,6
B (água quente)	mg dm <sup>3</sup>	34,2	25,6	26,7	31,9	25,7	31,5	22,4	22,2	18,2
Zn (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	4,6	4	4,1	3	2,1	2,3	1,5	1,5	1,6
Cu (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	0,8	1,4	1,4	1	1,5	1,1	1,9	2	2,7
Mn (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	6,2	9,2	8,7	11,1	18,4	14,7	28,4	29,9	30,6
Fe (DTPA)	mg dm <sup>3</sup>	7,5	6,4	6,4	10,7	12,2	13,4	14,6	14,9	11,5

TABELA 2A. Teor de nutrientes em raízes de fedegoso, mutamba e cássia verrugosa, 120 dias após a semeadura. Legenda igual à tabela 6

Tratamento	Fedegoso			Mutamba			Cássia verrugosa		
	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2
	N, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	21,4Aa	19,1Aab	15,8Ab	-	18Aa	14Aa	-	9Aa	11ABa
GE	20,8Aa	16,2Aab	14,4Ab	12Aa	15ABa	11Aa	12Aa	10Ab	9Bb
GE+MYC	19,6Aa	14,7Aab	14,4Ab	12,5Aa	11,3Ba	12,3Aa	14Aa	10Ab	12Ab
	P, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	0,45Aa	0,85Ba	-	-	1,2B	-	-	1,0B
GE	0,8Ab	0,6Ab	1,7Aa	0,7Ac	1,0Ab	1,6Aa	0,7Ac	1,1Ab	1,3Aa
GE+MYC	0,9Ab	0,9Ab	1,9Aa	0,8Ab	1,0Ab	1,4ABa	0,8Ac	1,1Ab	1,4Aa
	K, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	10,3Aa	9,5Aa	-	-	17A	-	-	8A
GE	10,4Aa	7,0Bb	10,8Aa	17Aa	17Aa	15Ab	10Aa	9Ab	7Ac
GE+MYC	10,4Aab	8,2ABb	11,7Aa	17Aa	17Aa	16Aa	11Aa	8Ab	8Ab
	Ca, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	2,7Bc	7,3Aa	5,4Bb	-	2,3Bb	10,5Aa	-	-	6,4A
GE	8,9Aa	3,8Bb	8,2Aa	7,9Aa	8,3Aa	7,2Ba	6,9Aa	6,0Ab	6,2Ab
GE+MYC	8,7Aa	5,1Bb	7,5Aa	8,1Ab	8,5Aab	9,7Aa	6,7Aa	6,2Aab	5,9Ab
	Mg, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	0,4Bb	1,6Aa	1,4Aa	-	0,4Bb	2,8Aa	-	0,1Cb	1,7Aa
GE	1,9Aa	0,8Bb	1,5Aa	2,9Aa	2,5Aab	2,4Ab	1,9Ba	1,7Aa	1,5Ab
GE+MYC	2,3Aa	1,1ABb	1,9Ab	3,1Aa	2,5Ab	2,7Aab	2,2Aa	1,5Bb	1,6Ab
	S, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	1,2Aa	1,3Aa	-	-	1,3A	-	-	0,66A
GE	1,2Aa	0,8Bb	1,2Aa	1,2Aa	0,8Ab	1,2Aab	0,7Ba	0,5Aa	0,59Ba
GE+MYC	1,3Aa	0,8Bb	1,1Aa	1,3Aa	0,8Ab	1,3Aa	0,9Aa	0,5Ac	0,65ABb
	B, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	-	12,5A	-	-	16A	-	31Aa	14Ab
GE	15,3Aa	13,5Aab	11,6Ab	13Bb	15Aa	13Bb	16Aa	14Ba	17Aa
GE+MYC	16,8Aa	13,8Ab	13,7Ab	16Aa	17Aa	13Bb	20Aa	15Bb	19Aab
	Cu, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	0,8Ba	9,3Aa	6,2Aa	-	3Ba	5Aa	-	0,9Ba	7Aa
GE	93Aa	13Ab	9Ab	24Aa	9Ab	4Ac	133Aa	31Ab	10Ab
GE+MYC	98Aa	16,3Ab	10,3Ab	23Aa	8Ab	5Ab	151Aa	23Ab	12Ab
	Zn, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	2Cb	27Aa	18Ba	-	3Bb	10Aa	-	0,8Cb	18Aa
GE	39Ba	30Aa	17Bb	23Aa	17Ab	12Ab	30Aa	31Aa	20Ab
GE+MYC	59Aa	24Ab	31Ab	27Aa	13Ab	12Ab	32Aa	23Bb	18Ab
	Mn, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	4Cc	60Aa	19Ab	-	9Bb	38Aa	-	1,7Bb	16Aa
GE	35Ba	20Bb	18Ab	57Aa	41Ab	31Ac	21Aa	18Ab	14Ac
GE+MYC	49Aa	21Bb	27Ab	51Aa	40Ab	36Ab	22Aa	17Ab	15Ac
	Fe, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	300Bb	3687Aa	2991Aab	-	295Bb	1323Aa	-	103Bb	2710Aa
GE	6017Aa	1934Ab	3552Aab	1823Aa	1756Aa	1283Aa	4821Ba	4942Aa	4026Aa
GE+MYC	8034Aa	4530Ab	5638Aab	2367Aa	1832Aa	975Ab	8506Aa	5653Ab	3702Ab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P < 0,05$ . - : Material insuficiente para análise química

TABELA 3A. Teor de nutrientes em raízes de gravitinga, arocira e trema, 120 dias após a semeadura. Legenda igual à tabela 6

Tratamento	Gravitinga			Arocira			Trema		
	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2	0,002	0,02	0,2
	N, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	18Aa	16Aa	-	-	8B	-	28Aa	11Ab
GE	25Aa	15Ab	14Ab	11Ba	9Ab	9Ab	14Aa	12Bb	12Ab
GE+MYC	24Aa	15Ab	17Ab	12Aa	10Ab	-	15Aa	8Cc	13Ab
	P, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	0,9Bb	1,8ABa	-	-	1,2B	-	0,9Ab	2,7Aa
GE	0,8Ac	1,2Ab	1,6Ba	0,8Ab	1,3Aa	1,5Aa	0,7Ac	1,0Ab	2,3Ba
GE+MYC	0,9Ac	1,2Ab	1,9Aa	0,9Ab	1,4Aa	-	0,7Ac	1,0Ab	2,0Ca
	K, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	24Aa	18Ab	-	-	18,5A	-	14Aa	14Aa
GE	20Aa	18Bab	14Ab	25Aa	22Ab	19,0Ac	13Aa	13Ba	13Aa
GE+MYC	22Aa	19Bab	16Ab	22Ba	23Aa	-	13Ab	14Aa	10Bc
	Ca, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	12Aa	12Aa	-	-	6,5A	-	3,4Bb	5,8Ba
GE	11Aa	10ABa	10Aa	6,8Ba	5,9Ac	6,5Ab	6Aa	5Ab	7Aa
GE+MYC	12Aa	9Bb	11Aa	7,2Aa	5,7Bb	-	7Aa	5,2Ab	6,3ABa
	Mg, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	2,5Aa	3Aa	-	-	2,3A	-	1,6Bb	2,9Aa
GE	2,0Aa	2,0Ba	2Ba	1,9Ab	2,0Ab	2,3Aa	2,4Aa	1,9ABb	2,7ABa
GE+MYC	2,4Aa	1,9Bb	2,5Aa	1,9Ab	2,1Aa	-	2,1Aa	2,2Aa	2,2Ba
	S, g kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	1Ab	1,5Aa	-	-	1,3A	-	0,7Aa	0,6Ca
GE	0,9Aab	0,7Bb	1,1Ba	1,5a	1,0Ac	1,2Ab	0,6Ab	0,6Ab	1,1Aa
GE+MYC	1,0Ab	0,8ABb	1,4Aa	-	0,9A	-	0,7Aab	0,6Ab	0,9Ba
	B, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	17Aa	12Ba	-	-	14B	-	17Ba	12Ab
GE	18Aa	10Bb	17ABa	25Ba	19Bc	21Ab	18Ab	22Aa	12Ac
GE+MYC	17Aab	12ABb	18Aa	27Aa	20Ab	-	18Aa	15Bab	13Ab
	Cu, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	9Ba	8Aa	-	-	6A	-	6Ba	6Aa
GE	24Aa	13ABb	6Ac	114Ba	26Ab	9Ac	31Aa	11Ab	8Ac
GE+MYC	25Aa	14Ab	7Ac	128Aa	27Ab	-	24Ba	11Ab	7Ac
	Zn, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	21Aa	17Aa	-	-	36A	-	12Bb	26Aa
GE	31Aa	24Ab	13Ac	62Ba	65Aa	33Ab	47Aa	38Aa	23Ab
GE+MYC	29Aa	20Ab	17Ab	85Aa	61Ab	-	47Aa	32Ab	22Ab
	Mn, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	117Aa	36Ab	-	-	28A	-	59Aa	27Ab
GE	57Aa	37Ba	27Aa	33Ba	32Aa	25Bb	44Aa	30Bb	29Ab
GE+MYC	53Aa	31Ba	30Aa	41Aa	32Ab	-	54Aa	37Bb	22Ac
	Fe, mg kg <sup>-1</sup>								
Ni	-	4858Aa	4205Aa	-	-	4892A	-	9041Aa	4109Ab
GE	2274Aa	3513Aa	2922Aa	4345Bc	6257Aa	4889Ab	6018Aa	5207Ba	5658Aa
GE+MYC	3245Aa	3722Aa	3102Aa	8633Aa	6224Ab	-	6037Aa	6075Ba	5505Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P < 0,05$ . - : Material insuficiente para análise química

TABELA 4A. Resumo das ANAVAS de teores e quantidades de nutrientes na parte aérea de espécies arbóreas nativas, sob tratamentos de micorriza (M) e fósforo (P) em semeadura mista e direta. Tukey 0,05

Teor de nutrientes		Quantidade acumulada de nutrientes	
FED	MUT	CVE	GRA ARO TRE
M	ns	ns	ns
N P	ns	ns	ns
MXP	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns
P	**	**	**
M	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
K P	**	**	**
M	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
Ca P	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
Mg P	**	**	**
M	**	**	**
MXP	**	**	**
M	ns	ns	ns
S P	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
B P	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
Cu P	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
Zn P	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
Mn P	**	**	**
MXP	**	**	**
M	**	**	**
Fe P	**	**	**
MXP	**	**	**

ns: não significativa ( $P > 5\%$ ); \* :  $1\% < P \leq 5\%$ ; \*\* :  $P < 1\%$   
 Legenda de espécies igual à figura 6

Tabela 5A. Densidade de esporos no solo (nº por 50 mL), sob tratamentos micorrízicos, *G. etunicatum* (GE); GE+Mycoform (GE+MYC) e três níveis de P na solução do solo, aos 120 DAS

Tratamento	P, mg L <sup>-1</sup>		
	0,002	0,02	0,2
GE	3,5bA	16,3aA	1,8bA
GE+MYC	5,3aA	5,5aB	2,8aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Tukey,  $P \leq 0,05$ .