

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
MESTRADO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE**

**CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS
ASSOCIADAS A FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES PARA
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

MARIA APARECIDA ALVES SUGAI

**PALMAS - TO
2007**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS
ASSOCIADAS A FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES PARA
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

MARIA APARECIDA ALVES SUGAI
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof^o. Dr. **LEONARDO SANTOS COLLIER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins - UFT, como requisito para obtenção do título de Mestre (Área de Concentração: Conservação da Biodiversidade).

**PALMAS - TO
2007**

Banca Examinadora

Prof^o. Dr. Marcio Galdino dos Santos
Departamento de Ciências
Biológica – UFT

Prof^o. Dr. Gil Rodrigues dos Santos
Departamento de Engenharia
Agronômica - UFT

Prof^o. Dr. Leonardo Santos Collier
Departamento de Engenharia
Agronômica - UFT
Orientador

**PALMAS - TO
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pela
Bibliotecária Adriana Ribeiro CRB2/1155

S947 Sugai, Maria Aparecida Alves.

Crescimento inicial de espécies arbóreas nativas associadas a fungos micorrízicos arbusculares para recuperação de áreas degradadas / Maria Aparecida Alves Sugai. -- Palmas, 2007.

102 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Tocantins, Curso de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, 2007.

1. Degradação do solo 2. Espécie arbórea nativa 3. Fungos micorrízicos arbusculares I. Título.

CDU 502.36

"Tenha sempre presente que a pele se enruga, o cabelo embranquece, os dias convertem-se em anos... Mas o que é importante não muda... a tua força e convicção não tem idade. O teu espírito é como qualquer teia de aranha. Atrás de cada linha de chegada, há uma de partida."

Madre Teresa de Calcutá.

Ao meu esposo Ricardo Sugai, pelo
companheirismo e compreensão e a minha
querida filha Gabriela,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Nosso Senhor Jesus Cristo, por ter me concedido forças, sabedoria e paciência para enfrentar as dificuldades e realizar os objetivos traçados;

Ao meu pai Agrivino Candido Alves e minha mãe Rosa Maria do Nascimento Alves, aos meus irmãos e irmãs, pelo carinho e amor.

À Universidade Federal do Tocantins – UFT, Curso de Mestrado em Ciências do Ambiente, pela realização de mais essa etapa na minha vida profissional;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida;

Ao Prof. Dr. Leonardo Santos Collier, pela valiosa orientação, segurança transmitida na pesquisa, credibilidade e incentivo;

Ao Prof. Dr. Jandislau José Lui, pela confiabilidade e pelo incentivo no ingresso do mestrado;

À Dra. Jeanne Christine Claessen de Miranda, pesquisadora da Embrapa Cerrados e ao Dr. Orivaldo José Saggin Junior, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, pelo fornecimento de materiais indispensáveis para o desenvolvimento dessa pesquisa;

Ao Campus Universitário de Gurupi, curso de Engenharia Agrônômica, pela permissão e apoio na realização do trabalho experimental;

À Professora Dr^a. Paula Benevides de Moraes do laboratório de microbiologia da UFT, pela liberação de equipamento indispensável na realização dessa pesquisa.

Aos professores do curso de Mestrado em Ciências do Ambiente – UFT, pelo conhecimento adquirido e pelo profissionalismo;

À Fundação Universidade de Gurupi - UNIRG, pelo apoio técnico e instrumental na realização dessa pesquisa;

Ao Laboratório de Análises Clínicas - LABNORT, pela colaboração na confecção das imagens de microscopia;

Aos meus sogros Sr^a. Nair Sugai e Sr. Rodrigo Sugai, pelo apoio nos cuidados da minha filha e pelo incentivo na minha formação profissional;

À Engenheira Agrônoma Adriana Marcelino Vieira Fagundes, pelo apoio e amizade;

Aos funcionários do laboratório de solo do curso de Engenharia Agrônômica, em especial ao Marco Aurélio Borges Quintanilha e ao Denis da Silva Passos, pelo apoio nas análises químicas e pela amizade;

À Lucione Gonçalves Dias, aluna do curso de Engenharia Agrônômica, pelo apoio nas atividades de laboratório;

A todos os colegas de Mestrado, pela amizade, companhia e trocas de conhecimentos.

SUMÁRIO

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS ASSOCIADAS A FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO GERAL.....	xvii
GENERAL ABSTRACT.....	xix
1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Caracterização das Espécies Estudadas.....	4
2.1.1 <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (BENTH.) Brenan (Angico).....	4
2.1.2 <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (VELL.) Morong (Tamboril).....	5
2.2 Recuperação de Áreas Degradadas.....	7
2.3 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs).....	9
2.3.1 Caracterização dos FMAs.....	9
2.3.2 Ocorrência dos FMAs.....	12
2.3.3 Importância da micorrização.....	13
3 LITERATURA CITADA.....	18

CAPÍTULO I: OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SOLO DO CERRADO PRESERVADO E ANTROPIZADO NO MUNICÍPIO DE GURUPI – TO.....		25
RESUMO.....		26
ABSTRACT.....		27
1	INTRODUÇÃO.....	28
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1	Local da Pesquisa.....	29
2.2	Coleta de Solo no Campo.....	29
2.3	Densidade de Esporos de FMAs.....	30
2.4	Características Químicas do Solo.....	31
2.5.	Análise Estatística.....	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.1	Características Químicas do Solo.....	33
3.2	Densidade de Esporos de FMAs no Campo.....	34
4.	CONCLUSÕES.....	39
5.	LITERATURA CITADA.....	40

CAPÍTULO II: EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ANGICO EM SOLO DE CERRADO PRESERVADO E ANTROPIZADO.....		43
RESUMO.....		44
ABSTRACT.....		45
1	INTRODUÇÃO.....	46
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
2.1	Local da Pesquisa.....	47
2.2	Desenvolvimento das Mudanças em Casa de Vegetação.....	47
2.3	Delineamento e Tratamento Experimental.....	48
2.4	Análises.....	49
2.5	Análise Estatística.....	51
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.1	Desenvolvimento da <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Angico).....	52
3.2	Área Foliar, Massa da Parte Aérea e Raízes Secas e comprimento radicular.....	57
3.3	Teores de Nutrientes na Parte Aérea.....	58
3.4	Colonização Micorrízica das Raízes de Angico.....	58
4	CONCLUSÕES.....	62
5	LITERATURA CITADA.....	63

CAPÍTULO III: EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE TAMBORIL EM SOLO DE CERRADO PRESERVADO E ANTROPIZADO.....		66
RESUMO.....		67
ABSTRACT.....		68
1	INTRODUÇÃO.....	69
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
2.1	Local da Pesquisa.....	70
2.2	Desenvolvimento das Mudanças em Casa de Vegetação.....	70
2.3	Delineamento e Tratamento Experimental.....	71
2.4	Análises.....	72
2.5	Análise Estatística.....	74
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
3.1	Desenvolvimento do <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Tamboril).....	75
3.2	Área Foliar, Massa Seca da Parte Aérea e Raízes e comprimento radicular.....	78
3.3	Teores de Nutrientes na Parte Aérea.....	80
3.4	Colonização Micorrízica das Raízes de Tamboril.....	82
4	CONCLUSÕES.....	87
5	LITERATURA CITADA.....	88
6	CONCLUSÕES FINAIS.....	91
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

LISTA DE FIGURAS

1. Classificação de fungos micorrízicos arbusculares de acordo com a ordem, famílias e gêneros.....11

CAPÍTULO I

2. Esporos de fungos micorrízicos do gênero *Gigaspora* sp. (a) com presença de bulbo (flecha); *Glomus* sp. (b); *Acaulospora* sp. (c) com presença de sáculo esporífero (flecha) presentes tanto no solo preservado quanto no antropizado.....35

CAPÍTULO II

3. Altura de angico cultivado em solo preservado, esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Gb), *Gigaspora margarita* (Gm) e em solo natural (não esterilizado e não inoculado).....52
4. Altura de angico cultivado em solo antropizado, esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) e em solo natural (não esterilizado e não inoculado).....54
5. Aspectos da colonização micorrízica em raízes de angico inoculado com Ge + Gm com presença de vesículas, esporos, micélios e hifas intra e extra-radicular (a e c) e células auxiliares (flecha) com hifas grossas (Clamidosporos) (b). Aumento de 200x.....59

6. Aspecto do sistema radicular de mudas de *A. macrocarpa* (angico) em solo antropizado estéril inoculado com *G. etunicatum* e *G. margarita* (a) e solo antropizado natural (b).....60

CAPÍTULO III

7. Altura das mudas de tamboril cultivadas em solo preservado esterilizado e inoculadas com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm), natural (não esterilizado e não inoculado) e esterilizado não inoculado (ENI).....75
8. Altura das mudas de tamboril cultivadas em solo antropizado esterilizado e inoculadas com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm), natural (não esterilizado e não inoculado) e esterilizado não inoculado (ENI).....76
9. Aspectos da colonização micorrízica em raízes de tamboril com presença de arbúsculos e micélio (a), vesículas e hifas grossas (Clamidosporos) (b). Aumento de 200x (a) e 100x (b).....83
10. Aspectos do sistema radicular de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril) em solo antropizado estéril e inoculado com *G. etunicatum* e *G. margarita* (a), solo antropizado natural (b) e em solo antropizado estéril não inoculado (c).....84

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

1. Características químicas do solo do Cerrado preservado e antropizado no município de Gurupi - TO.....33
2. Densidade de esporos por gênero de fungos micorrízicos arbusculares coletados em solo de Cerrado preservado e antropizado nos períodos chuvoso e seco no município de Gurupi.....36

CAPÍTULO II

3. Área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e comprimento de raízes (CR) de mudas de angico aos 150 dias após a germinação.....56
4. Teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea da espécie *A. macrocarpa* (angico) após 150 dias da germinação em solo preservado ou antropizado submetidos a tratamento de esterilização e inoculação de FMAs.....57
5. Colonização micorrízica das raízes de angico em solo preservado ou antropizado inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) em solo esterilizado e em solo não esterilizado e não inoculado (Natural).....58

CAPÍTULO III

6. Área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e comprimento de raízes (CR) de mudas de tamboril após 150 dias da germinação em solo preservado e antropizado.....79

7. Teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea da espécie *E. contortisiliquum* (Tamboril) após 150 dias da germinação em solo preservado ou antropizado submetido a tratamento de esterilização e inoculação de FMAs.....81

8. Colonização micorrízica das raízes de tamboril em solo preservado ou antropizado inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) em solo esterilizado, solo esterilizado não inoculação (ENI) ou não esterilizado não inoculado (natural).....82

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

%	porcentagem
'	minuto
"	segundo
°	graus
±	mais ou menos
°C	graus Celsius
atm	atmosfera
CPAC	Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
DAG	Dias Após Germinação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
FMA	Fungos Micorrízicos Arbusculares
MO	matéria orgânica
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
rpm	rotação por minutos
UFT	Universidade Federal do Tocantins

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS ASSOCIADAS A FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Autor: Maria Aparecida Alves Sugai

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Santos Collier

RESUMO GERAL

Devido ao grande interesse na exploração do solo, o bioma Cerrado tem se tornado nos últimos anos alvo dos efeitos destrutivos do desmatamento e da degradação do solo. Considerando a diversificação e a complexidade de regeneração existente nesse ecossistema, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de duas espécies arbóreas nativas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) para revegetação de áreas degradadas, assim como verificar a ocorrência desses fungos em área de preservação e sob estágio de degradação. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação e no laboratório de solos do curso de Agronomia na Universidade Federal do Tocantins - UFT. O substrato utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, coletado em uma área de mata preservada e antropizada do Cerrado. A análise microbiológica e química do solo foi realizada a partir da coleta de solo na camada superficial de 0 a 20 cm. A germinação das espécies nativas *Anadenanthera macrocarpa* (Angico) e *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril) foi realizada a partir do solo estéril ou não e as mudas inoculadas com 10g de solo-inóculo de FMAs, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado nos seguintes tratamentos: esterilizado inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus*

brasilianum; esterilizado inoculado com *Gigaspora margarita* + *Glomus etunicatum*; solo natural (não esterilizado não inoculado) e esterilizado não inoculado (testemunha). O crescimento foi avaliado a cada 15 dias, sendo a área foliar, a matéria seca da parte aérea e raízes, comprimento de raízes, teores de nutrientes da parte aérea e colonização de raízes aos 150 dias. Foram identificados três gêneros de FMAs: *Glomus* sp., *Acaulospora* sp. e *Gigaspora* sp., sendo que o gênero *Glomus* apresentou maior densidade de esporos nas duas áreas estudadas. A inoculação com *G. margarita* + *G. etunicatum* propiciou maior crescimento do angico, aumento da área foliar, matéria seca da parte aérea e das raízes, assim como comprimento e colonização das raízes, tanto no solo da área preservada quanto da antropizada. Não houve diferenças significativas no crescimento em altura do tamboril quanto a inoculação com FMAs, porém *G. etunicatum* + *G. margarita* e a presença dos fungos nativos (solo natural) propiciaram significativamente maior área foliar total, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes, no solo preservado e no antropizado, enquanto que, os maiores teores de K, Ca e Mg foram encontrados nas plantas inoculadas com *G. etunicatum* + *P. brasilianum* e cultivadas no solo da área preservada. O índice de colonização do angico foi alto (71%) no solo da área preservada e (80%) no solo antropizado, enquanto que, no tamboril foi considerado médio (24%) no solo preservado e alto (56%) no solo antropizado.

Palavras-chave: Área degradada, espécies arbóreas nativas, fungos micorrízicos arbusculares.

INICIAL GROWING OF NATIVE WOOD SPECIES ASSOCIATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI FOR THE RESTORATION OF ANTROPIZED AREAS

Author: Maria Aparecida Alves Sugai

Adviser: Prof. Dr. Leonardo Santos Collier

GENERAL ABSTRACT

Due to the big interest in the soil exploration, the biome Cerrado has become the target of the deforestation destructive effects and of the soil degradation for the past years. Considering the diversification and the complexity of the existing regeneration in this ecosystem, the objective in this project was to evaluate the potential in two native wood species inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) for the revegetation of the antropized areas, as well as to confirm the occurrence of these fungi in area of preservation and under degradation state. The research was carried out in a vegetation house and in the Agronomy soil laboratory at the Federal University of Tocantins - UFT. The substratum used was a Red-Yellow Latosol collected in a preserved and antropized forest area of the Cerrado. The microbiological and chemical analysis of the soil was done from the soil collection in superficial layer from 0 to 20 centimeters. The native species germination, *Andeanthera macrocarpa* (Angico) and *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril) was done from the barren soil or not, and the inoculated seedlings with 10 grams of inoculated soil of FMAs, distributed in an outline thoroughly randomly arranged in the

following treatments: sterilized inoculated with *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; sterilized inoculated with *Gigaspora margarita* + *G. etunicatum*; natural soil (not sterilized, not inoculated) and sterilized not inoculated (witness). The growth (= development) was evaluated every 15 days; the leaf area, the dry material of the aerial part and the roots, the root length, nutrient contents of the aerial part and the root colonization with 150-day old. Three kinds of FMAs were identified: *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.* and *Gigaspora sp.*, among them the *Glomus* kind showed higher density of spores in two studied areas. The inoculation with *G. margarita* + *G. etunicatum* provided "angico" with growing taller, increase of the leaf area, dry material of the aerial part and of the roots, as well as the length and the root colonization both in the soil of preserved area and antropized area. There were no significant differences in the height development of the "tamboril" species referring to inoculation with FMAs, however, the *G. etunicatum* + *G.margarita* and the native fungi presence (natural soil) provided significantly bigger total leaf area, dry material of the aerial part and dry material of the roots in the preserved and antropized soils, while higher contents of K, Ca and Mg were found in the plants inoculated with *G. etunicatum* + *P.brasilianum* and cultivated in the preserved area soil. The rate of "angico" colonization was high (71%) in the preserved area soil and (80%) in the antropized soil, while in the "tamboril" species's it was considered medium (24%) in preserved soil and high (56%) in antropized soil.

Key words: antropized area, native wood species, arbuscular mycorrhizal fungi.

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

O desmatamento das florestas no Brasil vem trazendo conseqüências ecológicas e ambientais bastante visíveis, prejudicando as áreas de nascentes de rios, aumentando a exposição do solo, dificultando a regeneração e oferecendo oportunidades para estabelecimento de espécies invasoras. Na recuperação dessas áreas degradadas é necessário aplicar estratégias que possam aproximar as características da floresta anteriormente existentes, de forma rápida e permanente.

Considerando a diversificação e a complexidade existentes nos ecossistemas para a implementação dos programas de revegetação de áreas degradadas, se torna necessário o conhecimento da dinâmica dos principais biomas, tais como Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Floresta Amazônica.

O Cerrado, com cerca de dois milhões de km², está localizado basicamente no Planalto Central, sendo o segundo maior bioma do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica (RIBEIRO & WALTER, 1998; KLINK & MACHADO, 2005; MORENO & CARDOSO, 2005). Porém, devido a grande expansão da agricultura e pecuária, o bioma Cerrado vem sofrendo pressões de desmatamento e queimadas. Segundo estimativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), cerca de 50% da área do bioma original pode estar alterada. Estudos realizados por Machado *et al.* (2004) através do satélite MODIS demonstrou que até o ano de 2002, o Cerrado já havia sido desmatado em 54,9% de sua área original. Sendo a maioria transformada em pastagens plantadas e culturas anuais (KLINK & MACHADO, 2005).

O Estado do Tocantins encontra-se nas áreas de ecótonos entre os domínios do Cerrado, Caatinga e Floresta Amazônica, apresenta grande potencial hídrico e, algumas regiões oferecem condições para implantação da agropecuária extensiva,

as quais têm sido bastante procuradas por investidores da área rural. Nos últimos anos, têm-se observado vários desmatamentos no Estado para inserção da cultura da soja, assim como, assentamentos rurais e projetos de irrigação, os quais, devido ao seu manejo, colocam em risco as matas do Cerrado ainda existentes.

A retirada da vegetação de mata reflete no potencial de regeneração do solo, sendo que determinadas espécies florestais apresentam limitações de restabelecimento em solo degradado que podem ser atribuídas à aquisição dos nutrientes, os quais muitas vezes estão indisponíveis nesses solos. Por outro lado, existem espécies nativas, tais como, as leguminosas perenes e outras arbóreas e arbustivas, capazes de acessarem nutrientes através de associações com os microrganismos do solo, como as bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e os fungos micorrízicos arbusculares.

O conhecimento das espécies arbóreas nativas com um bom potencial de resposta à inoculação com Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) é de grande importância para a recuperação de áreas degradadas e florestamento de espécies economicamente importantes, uma vez que a maioria das regiões destinadas ao reflorestamento, apresenta limitações nutricionais, podendo dificultar o estabelecimento inicial das mudas no solo. Os FMAs aumentam a capacidade das plantas em absorver os nutrientes do solo, principalmente o fósforo (P), favorecendo o crescimento e antecipando o plantio de mudas em campo, promovendo maior sobrevivência das mudas em viveiros e após o transplante no campo e nos períodos secos (MIRANDA & MIRANDA, 2001).

Além do emprego de biotecnologias, como a inoculação de FMAs, para diminuir os impactos no meio físico da região, torna-se necessário a implantação de pesquisas no Estado, que busquem contribuir para a recuperação das áreas degradadas, assim como para a sustentabilidade do solo e que possam oferecer

alternativas de economia para a sociedade. Uma das grandes estratégias de contenção para diminuir as atividades predatórias é a regularização do manejo florestal (SCOTTI, 1997). Neste sentido, é importante o incentivo de florestamento de espécies nativas com a utilização racional do solo e que proporcionem variados tipos de madeiras, com diversas utilidades para as comunidades rurais.

As espécies nativas, *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong apresentam um grande potencial de desenvolvimento, podendo ser indicadas na recuperação de áreas degradadas ou de preservação permanente (LORENZI, 2000). No entanto, o potencial de resposta das mudas dessas espécies a micorriza arbuscular, em casa de vegetação, ainda é pouco explorado, sobretudo no Estado do Tocantins.

Baseado em tais aspectos e considerando a hipótese de que, as espécies arbóreas nativas apresentam um melhor desenvolvimento quando submetidas à inoculação com fungos micorrízicos, o presente estudo teve o objetivo de avaliar o potencial das espécies arbóreas nativas *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) Brenan (Angico) e *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong (Tamboril) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares para revegetação de áreas degradadas do Cerrado, assim como verificação da ocorrência desses fungos em área de preservação e sob estágio de degradação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização das Espécies Estudadas

2.1.1 *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) Brenan (Angico)

Anadenanthera macrocarpa é uma espécie arbórea da família *Leguminosae-Mimosoideae* com sinonímia botânica de *Piptadenia macrocarpa* (BENTH.), popularmente conhecida como angico ou angico do Cerrado (LORENZI, 2000). Sua distribuição ocorre do Maranhão a São Paulo incluindo o Nordeste (caatinga), Brasil Central (cerrado e matas secas), Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (LORENZI, 2000; RIZZINI, 1990), abrange desde o Sul da Bolívia até o Norte da Argentina (CARVALHO, 1994). São encontradas nos mais variados ecossistemas como Caatinga, Cerrado e Matas secas, Floresta Atlântica e principalmente nas Florestas latifoliadas semidecíduas (LORENZI, 2000). Os indivíduos jovens de *A. macrocarpa* são resistentes ao estresse hídrico, desenvolvendo mecanismos adaptativos que os fazem tolerar vários meses de seca, como perda total de folhas e sistema radicular tuberoso (SILVA & BARBOSA, 2000).

Os indivíduos adultos apresentam altura de aproximadamente 13 a 20 metros, com tronco de 40 a 60 cm de diâmetro. É árvore de crescimento variado, sendo de porte grande na mata com 30 metros, e pequena no cerrado e na caatinga, com cerca de 3 a 10 metros (RIZZINI, 1990; LORENZI, 2000). Planta melífera utilizada para arborização de ruas e praças, pelas folhagens e pelas flores alvas e delicadas (ALMEIDA *et al.*, 1998). Apresenta madeira compacta que proporciona a utilização na construção civil e naval, confecção de postes e mourões, tacos, dormentes, carroças, marcenaria e carpintaria em geral, (CORRÊA, 1978; RIZZINI, 1990;).

Possui grande quantidade de tanino nas cascas e frutos, os quais têm sido largamente utilizados pelos curtumes e tinturaria (CORRÊA, 1978; RIZZINI, 1990; CARVALHO, 1994; LORENZI, 2000), sendo a goma utilizada como substituto para as cola industrializada em algumas regiões (ALMEIDA *et al.*, 1998). A casca é adstringente útil no tratamento da asma e bronquite asmática, aplicada na medicina popular e pelos índios de várias tribos (CORRÊA, 1978).

Por apresentar um crescimento rápido é indicada para a recomposição de matas ciliares e reflorestamentos de áreas degradadas ou de preservação permanente (LORENZI, 2000; CARVALHO, 1994). A associação com fungos micorrízicos em campo e nas mudas inoculadas com esses fungos na presença de fertilizantes tem sido constatada por alguns autores (PEREIRA *et al.*, 1996; CARNEIRO *et al.*, 1998; GROSS *et al.*, 2004), porém são poucas as informações do desenvolvimento de *Anadenanthera macrocarpa* micorrizadas sem adição de nutriente em casa de vegetação.

2.1.2 *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong (Tamboril)

O *Enterolobium contortisiliquum* é uma espécie arbórea da família *Leguminosae-Mimosoideae*, popularmente conhecido como tamboril ou orelha de negro. Sua distribuição percorre o Estado do Pará, Maranhão e Piauí até o Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, alcançando o Uruguai, Paraguai e Argentina (RIZZINI, 1990; LORENZI, 2000), sendo observado com freqüência no Estado do Tocantins. Possui grande plasticidade ecológica podendo ser encontrada em várias regiões fitoecológicas (CARVALHO, 2003), tais como nas florestas pluviais e semidecídua, particularmente freqüente na floresta latifoliada, floresta ombrófila densa e floresta estacional decidual (IPEF, 2007). Árvore caducifólia, variando de 10

a 40 metros de altura e de 40 a 300 cm de diâmetro do tronco, dependendo da região em que se encontra (LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003). Possui inúmeras utilidades no setor madeireiro, indicada no fabrico de palito de fósforo, lápis e fabricação de canoas com tronco inteiro e freqüentemente utilizado no reflorestamento de áreas degradadas e ornamentação (RIZZINI, 1990; LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003; IPEF, 2007).

Os frutos são recurvados, semi-lenhoso com características que fazem lembrar uma orelha humana, sendo rico em saponina e utilizado para fazer sabão caseiro (IPEF, 2007), procurados por animais silvestres como a paca e a cotia (CARVALHO, 2003). Segundo Itoman *et al.* (1992) *apud* Carvalho (2003), o *E. contortisiliquum* figura na lista das espécies ameaçadas de extinção.

A colonização por fungo micorrízico arbuscular na espécie *Enterolobium contortisiliquum* tem sido reportada por muitos autores (CARNEIRO *et al.*, 1998; FRIONI, 1999; CARVALHO, 2003; PATREZE & CORDEIRO, 2005). É uma espécie arbórea utilizada frequentemente para melhorar o solo nos reflorestamentos e nos sistemas agroflorestais (MONTAGNINI *et al.*, 1997; EIBL *et al.*, 2000). Por possuir resistência a solos contaminados com metais pesados (TRANNIN *et al.*, 2001), pode ser também uma alternativa na revegetação de áreas degradadas com altos teores de elementos tóxicos no solo, principalmente em pilhas de rejeito de mineradoras.

2.2 Recuperação de Áreas Degradadas

Entende-se por áreas degradadas toda região que têm suas características naturais alteradas negativamente, comprometendo os processos físicos, químicos e biológicos do solo. São consideradas áreas degradadas, extensões que perderam a capacidade de recuperação natural após sofrerem distúrbios (MOREIRA, 2004).

Alteração de uma área, não significa necessariamente degradação, mas se isso ocorre juntamente com os processos que levam às perdas da capacidade produtiva do sistema, diz-se que o local está degradado (WADT *et al.*, 2003).

A degradação, na maioria das vezes, está relacionada às intensas práticas agrícolas com sistemas de monocultura e inserção de excesso de produtos químicos e irrigação e drenagem mal planejadas, introdução de usinas hidrelétricas, mineração, obras de engenharia ou mesmo por fatores naturais. Em casos extremos a degradação pode transformar florestas inteiras em áreas desertificadas, comprometendo os cursos de água e prejudicando o desenvolvimento dos seres vivos (SOUZA & SILVA, 1996).

Além do impacto ambiental, a destruição dos recursos naturais interfere na qualidade de vida, na atividade sócio-econômica e ameaça o futuro da humanidade (FLORES-AYLAS *et al.*, 2003). O programa de revegetação de matas ciliares e de áreas de proteção ambiental assume caráter prioritário, tendo em vista os benefícios para a população (MACEDO, 1993).

A Lei nº 9.985 de 2000 define *recuperação* como “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” e *restauração* como “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original” (BRASIL, 2000).

Em um programa de recuperação de área degradada são adotadas várias técnicas de revegetação, as quais vão depender do grau de degradação e das necessidades do local. A revegetação objetiva criar condições para que uma área degradada recupere algumas características da floresta original (MACEDO, 1993a).

De acordo com Souza & Silva, (1996), o processo de recomposição de um ecossistema antropizado passa por três fases: A técnica de *restauração* que ocorre

quando o ecossistema possui condições de regeneração biótica e recompõe-se naturalmente sob pousio ou recebe ajuda antrópica de espécies do mesmo ecossistema para encurtar sua regeneração. *Recuperação*, o qual utiliza-se espécies preexistentes, de forma a dar condições para que o ecossistema possa adquirir características próximas das originais e a *Reabilitação* que constitui-se na maioria de espécies exóticas ou de outros ecossistemas locais, formando um ecossistema diferente.

Reabilitar ou recuperar áreas degradadas ou alteradas pela atividade do homem via utilização da vegetação, pressupõe conhecimento do solo e da própria vegetação (DE ANGELIS NETO *et al.*, 2004). O desafio para desenvolver ferramentas eficazes que restaure as terras degradadas terá grande importância nas próximas décadas (SUDING *et al.*, 2004), esses esforços serão focalizados em elementos importantes que possa manter ou aproximar a estrutura do ecossistema antigo, tendo em vista o retorno da microbiota do solo e a sucessão das espécies vegetais.

A perda da matéria orgânica do solo é uma das principais conseqüências da retirada da vegetação natural, pois além de diminuir as atividades microbianas leva a perda de nutrientes disponíveis no solo e a desestruturação do mesmo. O impacto das gotas da chuva é um dos fatores que contribui para a desagregação e desestruturação do solo (MOLION, 1985), formando escoamento da camada superficial e conseqüentemente a erosão. Solos que perderam sua camada arável apresentam quantidade reduzida de propágulos de microrganismos benéficos para as plantas (CARNEIRO *et al.*, 1999). Nesse sentido, a inserção de algumas espécies arbóreas, principalmente as leguminosas têm sido bastante utilizadas devido seu rápido crescimento vegetativo e facilidade de interação com os microrganismos do solo. Além do que, o retorno da vegetação nos solos degradados aumenta a

estruturação e o ativamento da ciclagem dos nutrientes, permitindo o crescimento das espécies pioneiras e criando condições para a entrada de espécies secundárias, restaurando a sucessão vegetal.

A inoculação com fungo micorrízico e rizóbio tem sido correntemente sugerida como uma possível solução para o reflorestamento e aumento da fertilidade do solo (PATREZE & CORDEIRO, 2005), principalmente na aquisição do nitrogênio e do fósforo. Segundo Martins *et al.* (1999), a associação entre o desenvolvimento vegetal e a atividade microbiana pode ser um fator importante na recuperação dos solos degradados, pois mesmo quando profundamente alterados, eles podem manter uma comunidade microbiana ativa.

2.3 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs)

2.3.1 Caracterização dos FMAs

O termo micorriza possui os radicais gregos que literalmente significam “fungo e raiz” e foi usado pela primeira vez em 1885 para descrever a associação simbiótica entre fungos biotróficos e raízes de plantas (FRANK, 1885 *apud* BUCHER, 2007). Os fungos micorrízicos arbusculares são mutualistas comuns no solo e colonizam a maioria das plantas vasculares, sendo encontrados em raízes de plantas cultivadas e nativas. São organismos assexuados e possuem simbiotrofia obrigatória, pois seu ciclo de vida somente se completa quando associado a uma espécie vegetal receptiva. Caso contrário ocorre apenas o estágio assimbiótico, onde o esporo desses fungos germinado no solo, na ausência de planta, interrompe o desenvolvimento da hifa e retrai o conteúdo citoplasmático (BUCHER, 2007). Caracterizam-se por apresentarem penetração intercelular e intracelular no córtex da

raiz com extremidades de hifas extremamente ramificadas dicotomicamente, denominados de arbúsculos. Os arbúsculos são estruturas intracelulares, onde se estabelece uma extensa área de contato entre as paredes do fungo e a membrana citoplasmática da célula vegetal, sendo local de trocas de carbono e nutrientes entre os simbioses (RILLIG, 2004).

Segundo Yamato (2004), a morfologia da micorriza arbuscular pode ser dividida principalmente em dois tipos, *Arum* e *Paris*, conforme descrito por Gallaud em 1905, sendo que a colonização do tipo *Arum* mostra extensas hifas intercelulares com aspecto linear nas células corticais, enquanto que, no tipo *Paris*, as hifas formam colonizações intracelulares, apresentando-se mais envelhecidas.

Algumas famílias de FMAs podem formar vesículas que são estruturas globosas e irregulares e estão associadas ao armazenamento de lipídios e açúcares (AMORIM *et al.*, 2004). As mesmas são ligadas às hifas internas ao tecido cortical da raiz que se conectam ao micélio extra-radicular no solo. O micélio por sua vez possui várias funções, tais como, formação de esporos (propagação), corredores de hifas entre as espécies hospedeiras e captação de nutrientes no solo (FRIESE & ALLEN, 1991; RILLIG, 2004). A hifa extra-radicular possui funções de fertilidade, infectividade e absorção.

A diversidade estrutural dos esporos permite reconhecer atualmente aproximadamente 168 espécies de fungos glomaleanos (SIQUEIRA *et al.*, 2002). Com base na morfologia dos esporos, até 2001 estes fungos eram classificados como pertencentes à ordem Glomales (Zigomycetos) (figura 1), sendo distribuídos em duas sub-ordens: Glomineae que possui arbúsculos e vesículas, constituindo duas famílias com dois gêneros; a sub-ordem Gigasporineae possui apenas uma família com dois gêneros, os quais formam arbúsculos e células auxiliares (vesículas extra-radulares), sem presença de vesícula intra-radulares (MORTON & BENNY,

1990; SIQUEIRA *et al*, 2002; INVAM, 2006). A partir de 2001 estes fungos foram com base molecular classificados no filo Glomeromycota e suas famílias e gêneros estão sendo extensivamente mudados por estudos recentes, ainda não havendo um consenso entre os especialistas (SAGGIN JUNIOR & SILVA, 2005).

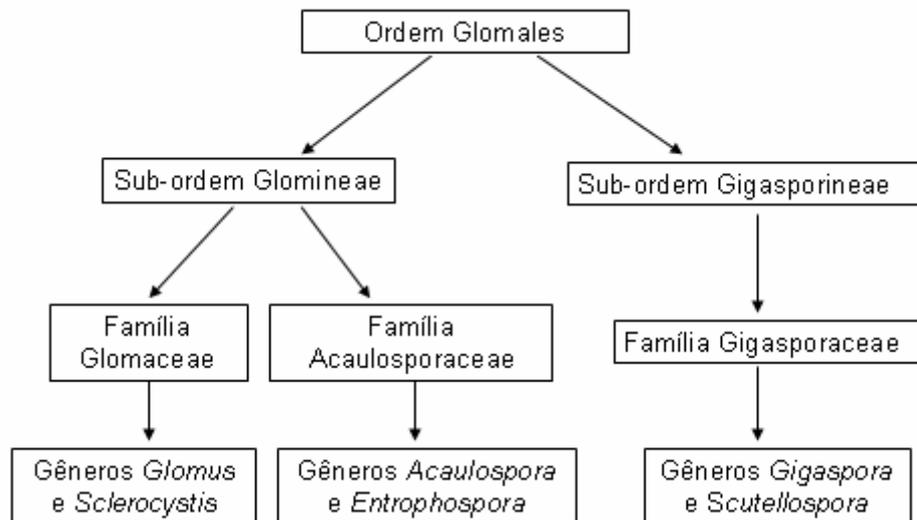


Figura 1 Classificação de fungos micorrízicos arbusculares de acordo com a ordem, famílias e gêneros (MORTON & BENNY, 1990; SIQUEIRA *et al*, 2002; INVAM, 2006).

Por serem simbioss obrigatórios não são capazes de crescer e se multiplicar na ausência da planta (ONGUENE & KUYPER, 2005), dessa forma, não são cultivados, multiplicados e isoladamente em meios artificiais comumente utilizados para fungos (MIRANDA & MIRANDA, 1997), mas podem ser multiplicados quando associados às raízes metabolicamente ativas mantidas em meio de cultura, formando esporos assexuados (SOUZA, 2000). Essa dificuldade de multiplicação em meios de cultura tem tornado custoso os estudos em áreas básicas de conhecimento, como genética, bioquímica, fisiologia, ultra-estrutura e interação com organismos do solo (BERBARA & FONSECA, 1996) e sua produção de inoculante.

A multiplicação dos esporos geralmente é feita através do cultivo de gramíneas em solo esterilizado, como o capim *Brachiaria decumbens* ou sorgo

Sorghum vulgare L. (SOUZA, 2000). Todas as estruturas infectivas, como esporos, hifa e raízes colonizadas podem ser utilizados como propágulos (MIRANDA *et al.*, 1997) sendo assim utilizado como inoculante todo o substrato no qual se multiplicou a gramínea, acrescido de suas raízes picadas.

2.3.2 Ocorrência dos FMAs

Estudos realizados sobre a ocorrência do FMAs em ecossistemas naturais brasileiros, indicam que o número de espécies pode variar de 35 em dunas costeiras, até mais de 40 em espécies cultivadas e no Cerrado nativo (SIQUEIRA *et al.*, 2002).

Acredita-se que mais de 80% das espécies vegetais fazem associações simbióticas com fungos micorrízicos arbusculares, sendo esses fungos ecológica e economicamente importantes nos ecossistemas terrestres (VIGO *et al.*, 2000; SILVA JÚNIOR, 2004).

Por outro lado, algumas famílias de vegetais não apresentam associação micorrízica, dentre essas são citadas as famílias Cyperaceae, Juncaceae, Xyridaceae, Restionaceae, Urticaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae e Brassicaceae (Crucifereae), Polygonaceae, Commelinaceae, Fumariaceae, embora alguns membros de Cyperaceae e Brassicaceae possam apresentar colonização nas raízes (PAUL *et al.*, 1988; BRUNDRETT, 2002; HERNÁNDEZ, 2002).

A resistência à micorrização nessas plantas ainda não é bem conhecida, porém alguns fatores podem contribuir para essa ocorrência, tais como, compostos fungistáticos, compostos aromáticos, insuficiência de exsudatos, ausência de fatores químicos e estimulantes (SIQUEIRA, 1994).

2.3.3 Importância da micorrização

O interesse pelos microrganismos do solo, que contribuem na diminuição da dependência de fertilizantes químicos e no controle de patógenos tem sido bastante requisitado, principalmente nos reflorestamentos e nos cultivos de espécies nativas e exóticas de forma sustentável. Os fungos micorrízicos arbusculares são capazes de absorver nutrientes do solo, principalmente o fósforo (P) e transferi-los para as raízes (COSTA *et al.*, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2003), em troca o fungo recebe da planta hospedeira substratos energéticos (SILVEIRA, 1992), tais como, carboidratos e outros produtos derivados da fotossíntese (HERNÁNDEZ, 2002), além de fatores de crescimento essenciais para completar seu ciclo de vida.

O fósforo é um elemento de grande importância para as plantas, principalmente no seu crescimento e uso de energia. Quando a disponibilidade deste elemento no solo é limitada, o crescimento é geralmente mais reduzido do que a taxa de fotossíntese (MATOS *et al.*, 1999). A deficiência de fósforo cria um problema no uso da energia gerada na fotossíntese. Apesar de não existir um consenso quanto ao melhor indicador relacionado com a importância biológica de cada espécie de FMA (MARINHO *et al.*, 2004) sabe-se que as espécies de FMAs variam na capacidade de prover fósforo à planta. Assim, dependente do fungo, a simbiose pode representar um papel crucial no desenvolvimento da planta, em locais áridos, degradados ou com baixa fertilidade, onde a quantidade de nutriente absorvida é limitada (WU *et al.*, 2004). Sempre que for mais rápido o nutriente na raiz pela hifa do fungo do que pelo solo, os FMAs beneficiarão a nutrição da planta (PEDERSEN & SYLVIA, 1996).

Além dos benefícios dessa simbiose observados na melhoria do estado nutricional da planta, observa-se também aumento da eficiência na utilização e

conservação dos nutrientes, redução das perdas por natureza biótica e abiótica, assim como, alteração da reprodução e demografia da planta, diversidade e sucessão (COLOZZI-FILHO & BALOTA, 1994; HARTNETT & WILSON, 2002).

Os benefícios para a planta são atribuídos ao aumento da absorção de macro e micronutrientes, em especial o P, promoção de substâncias de crescimento, tolerância a estresse hídrico e patógenos nas raízes, solos salinos e aumento da longevidade dos pêlos radiculares (HERNÁNDEZ, 2002; SRINATH *et al.*, 2003).

Muitos autores têm reportado que, durante a seca, os FMAs melhoram a absorção de água pelas plantas independente das condições de P na planta hospedeira. Em condição de estresse hídrico, mudas de espécies florestais micorrizadas apresentam melhor eficiência na absorção de P, Zn e Cu (CARNEIRO, 1995), pois o transporte desses nutrientes no solo é mais difícil nestas condições. Nesse caso, o micélio extra-radicular do FMA facilitaria o direcionamento e o transporte do nutriente e da água para a raiz (FABER *et al.*, 1991). Segundo Siqueira *et al.* (2002), os benefícios das micorrizas sobre a planta hospedeira, podem ser resumidos como: biofertilizante, biocontrolador e biorregulador.

Assim, além dos benefícios biofertilizante na planta, alguns trabalhos têm notificados a importância dos FMAs na ação biocontroladora de patógenos. Os FMAs influenciam a microbiota do solo e em muitos casos reduzem os danos causados por patógenos radiculares, isso provavelmente ocorre devido à melhora da nutrição das plantas e pelo aumento da resistência do sistema radicular (LINDERMAN, 1988, 1992 *apud* MIRANDA & MIRANDA, 1997; SAGGIN JUNIOR *et al.*, 2005). Ao estudar o patógeno *Phytophthora parasítica* em tomateiro, Vigo *et al.* (2000) constataram que as mudas inoculadas com fungos micorrízicos apresentaram menor índice de infecção e necrose. Por outro lado, microrganismos do solo podem exercer funções antagônicas ou estimuladora aos FMAs.

Apesar de Rodríguez *et al.* (2006) relatarem o benefício no desenvolvimento da micorriza associado ao controle biológico, eles observaram menor formação de vesículas do fungo micorrízico nas raízes de *Brachiaria decumbens* quando associados ao controlador biológico *Trichoderma harzianum*. Portanto, nas condições tropicais, onde predominam solos altamente intemperizados, a acidez elevada e a susceptibilidade ao desenvolvimento de doenças, são mecanismos de grande importância na resposta das plantas à formação de associações micorrízicas (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 1985), assim como, na ecologia das florestas, reflorestamento de áreas com solos de baixa fertilidade (SIQUEIRA & SAGGIN-JÚNIOR, 2001). Além dos benefícios relacionados às plantas, os FMAs possuem também a capacidade de favorecer a estruturação e agregação dos solos através das hifas fúngicas, aumentando a conservação do mesmo.

A eficiência da associação micorrízica em promover o crescimento e a produtividade das culturas está vinculada à disponibilidade de nutrientes no solo (MIRANDA *et al.*, 1997), ao grau de micotrofismo da planta à eficiência simbiótica do fungo e às condições edafoclimáticas (SIQUEIRA & SAGGIN-JÚNIOR, 2001; SENA *et al.*, 2004). A diversidade, a dinâmica, as condições físicas dos propágulos do fungo, vão depender das características físicas, químicas e biológicas do solo e da combinação simbiótica entre a planta hospedeira e o fungo. Souza *et al.* (2003) verificaram que, a distribuição das espécies pertencentes às famílias *Acaulosporaceae* e *Glomaceae* ocorreu em solos com baixo pH e ou baixo teor de fósforo.

Alguns trabalhos têm comprovado que altas doses de P no solo podem diminuir o desempenho da micorriza e conseqüentemente afetarem o desenvolvimento da planta. Esse é um fenômeno conhecido como depressão de crescimento, podendo ocorrer também em condições de campo (SENA *et al.*, 2004).

Quando fertilizadas com altas doses de P, as mudas de citros micorrizadas reduziram o crescimento, a transpiração, resistência estomática, área foliar e a matéria seca da parte aérea (SENA *et al.*, 2004) e colonização das raízes (NOGUEIRA *et al.*, 2006).

Mudas de cedro micorrizadas apresentaram resposta máxima em altura quando cultivadas com menor dose de fósforo (ROCHA *et al.*, 2006). Nos níveis mais baixos de P, houve efeito positivo da inoculação de *Glomus etunicatum* na altura de todas as espécies arbóreas estudadas (FLORES-AYLAS *et al.*, 2003). Acredita-se que essa ineficiência do fungo micorrízico diante da maior disponibilidade de fósforo, seja em função do gasto energético da planta hospedeira para sustentar seu crescimento sem que haja um retorno nutricional positivo por parte do fungo.

A incorporação de tecnologia de inoculação de FMAs nos sistemas de produção de mudas é viável e torna-se necessário, uma vez que se costuma utilizar subsolo ou solo esterilizado para eliminar ou reduzir os patógenos que, conseqüentemente, elimina também os propágulos naturais (MIRANDA *et al.*, 1997; CHU, *et al.*, 2001). Mudas de pequi, de acerola e de manga micorrizadas obtiveram crescimento maior e mais rápido do que as não inoculadas (MIRANDA & MIRANDA, 2001).

De acordo com Lima *et al.* (1994), as mudas não inoculadas com FMAs apresentaram menor taxa de sobrevivência, logo após transplante para o campo. Espécies arbustivas inoculadas com FMAs apresentaram conteúdo de N e P mais alto, em relação às plantas não inoculadas ou que receberam apenas uma espécie de fungo (CARAVACA *et al.*, 2003). As práticas de inoculação micorrízica favorecem o desenvolvimento das mudas, principalmente em locais com baixo potencial de inoculo (POUYÚ-ROJAS *et al.*, 2000).

Diversas espécies de leguminosas apresentam uma dupla associação simbiótica com FMAs e rizóbios. Essa reciprocidade parece ocorrer de forma a beneficiar os dois simbioss, a nodulação dos rizóbios e a quantidade de nitrogênio fixado pelas leguminosas são favorecidas pela inoculação micorrízica, enquanto que, a abundância de FMAs no solo é favorecida pelo aumento do nitrogênio na rizosfera da planta (EOM *et al.*, 2000; SIQUEIRA *et al.*, 2002).

Miranda *et al.* (2005) observaram que, o consórcio de pastagens com leguminosas beneficia a multiplicação de esporos micorrízicos, principalmente na fase inicial de implantação. Alguns estudos têm comprovado que, o benefício desses dois microssimbioss pode ser vantajoso para a planta, pois ocorre um aumento da superfície de contato e de volume de solo explorado pelas raízes através da micorriza, favorecendo a absorção dos nutrientes do solo, enquanto que o rizóbio beneficia fornecendo o nutriente mais limitante nos solos, o nitrogênio. Assim, rotações de culturas com leguminosas no sistema de produção aumentam o número de esporos e a diversidade de espécies de fungo micorrízicos arbusculares nativos do solo (MIRANDA *et al.*, 2005).

Tem-se observado um grande interesse pela utilização de microrganismos na agricultura, isso pode estar relacionado à conscientização da preservação do meio ambiente e a busca de alternativas para a redução do uso de insumos químicos (SOUZA, 2001; MIRANDA & MIRANDA, 2006). No entanto, a aplicação desses fungos em larga escala ainda é muito limitada. De acordo com Siqueira *et al.* (2002), a principal razão para essa falta de inoculante é o caráter biotrófico obrigatório do fungo, exigindo que a propagação seja feita em plantas multiplicadoras.

3 LITERATURA CITADA

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado**: Espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998, 464p.

AMORIM, S.M.C. de; PAIM, A. C.B.; SILVA, M.G.; Estudos ecofisiológicos sobre endomicorrizas. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 33, p. 23-26, 2004.

BERBARA, R. L. L.; FONSECA, H. M. A. C. Colonização Radicular e Esporulação de Fungos Micorrizicos Arbusculares *IN VITRO*. In: SIQUEIRA, J. O. **Avanços em Fundamentos e Aplicações de Micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/DCS e DCF, 1996, p. 39-66.

BRASIL. Lei Federal n. 9.985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1^o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Ministério do Meio Ambiente**. Regulamentação do SNUC. Acesso em 09/2005. Disponível em <www.mma.gov.br>.

BRUNDRETT, M.C. Coevolution of roots and mycorrhizas ofland plants. Tansley review no. 134. **New Phytologist**, n. 154, p. 275-304, 2002.

BUCHER, M. Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces. **New Phytologist**, n. 173, p.11-26, 2007.

CARAVACA, F. BAREA, J. M.; PALENZUELA, J.; FIGUEROA, D.; ALGUACIL, M.M.; ROLDÁN, A. Establishment of shrub species in a antropized semiarid site after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi. **Applied Soil Ecology**, n. 636, p. 1-9, 2003.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; CARVALHO, D. de; BOTELHO, S.A.; SAGGIN JUNIOR, O.J. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 4, n. 1, p. 129-145, 1998.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da aplicação de fósforo no estabelecimento de forrageiras em solo degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 9, p. 1669-1677, 1999.

CARNEIRO, J. G. DE A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF Campos: UENF, p. 213-239, 1995.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPFF; Brasília, 1994, 640 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Florestas, v. 1, 2003, 1.039 p.

CHU, E.Y.; MÖLLER, M. DE R. F.; CARVALHO, J. G. de. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 4, p. 671-680, 2001.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, É.L. Micorrizas Arbusculares. In: HUNGRIA, M. ARAUJO, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Embrapa. Brasília, 1994, p. 383-418.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Instituto de Desenvolvimento Florestal, 1978, v. 5, 687p.

COSTA, T.A.; PINTRO, J.C.; SILVA, E.S.; COSTA, S.M.G.da. Influência da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares, da acidez do solo e de fontes de fósforo no crescimento do milho. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1583-1590, 2002.

DE ANGELIS NETO, G.; DE ANGELIS, B.L.D.; OLIVEIRA D.S. de. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 26, n. 1, p. 65-73, 2004.

EIBL, B.; FERNANDEZ, R.A.; KOZARIK, J.C.; LUPI, A.; MONTAGNINI, F.; NOZZI, D. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. **Agroforestry Systems**, 48: p. 1-8, 2000.

EOM A.H.; HARTNETT D.C.; WILSON, G.W.T. Host plant species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. **Oecologia**, v. 122, p. 435-444, 2000.

FABER; B.A.; ZASOSKI; R.J.; MUNNS; D. N. A method for measuring hyphal nutrient and water uptake in mycorrhizal plants. **Canadian Journal of Botanic**. 69: p. 87-94, 1991.

FLORES-AYLAS, W.W.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. DAVIDE, A.C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento de espécies arbóreas em semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 257-266, 2003.

FRIESE, C.F.; ALLEN, M.F. The spread of VA mycorrhizal fungal hyphae in the soil: inoculum types and external hyphal architecture. **Mycologia**, n. 83, p. 409-418, 1991.

FRIONI, L.; MINASIAN, H.; VOLFOVICZ, R. Arbuscular mycorrhizae and ectomycorrhizae in native tree legumes in Uruguay. **Forest Ecology and Management**, n. 115, p. 41-47, 1999.

GROSS, E.; CORDEIRO, L.; CAETANO, F.H. Nodulação e micorrização em *Anadenanthera peregrina* VAR. *falcata* em solo de cerrado autoclavado e não autoclavado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 28: p. 95-101, 2004.

HARTNET, D.C.; WILSON, G.W.T. The role of mycorrhizas in plant community structure and dynamics: lessons from grasslands. **Plant and Soil**, 244: p. 319-331, 2002.

HERNÁNDEZ, G.R. Inducción del enraizamiento em *Agave salmiana* Otto com *Agrobacterium rhizogenes* y colonización de raices transformadas por *Glomus intraradices*, 2002, 114 f. Tesis de Doctor. Universidad de Colima. México.

INVAM. International Culture Collection of (Vesicular) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. <<http://invam.caf.wvu.edu>> Acesso em 12/2006.

IPEF. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. Disponível na Internet. Site: <<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes>>. Acesso em 03/2007.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B.A. Conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n.1, p. 147-155, 2005.

LIMA, C. P.; PAULA JUNIOR, T., J. DE; ZAMBOLIM, L. Efeito de fungos micorrízicos vesícula - arbusculares no crescimento de *Eucalyptus grandis*, em condições de campo. **Revista Árvore**, v. 18, n. 2, p. 154-168, 1994.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum. 3ª edição. Nova Odessa, SP, 2000, 314p.

MACEDO, A.C. **Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. Revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. São Paulo. Fundação Florestal, não paginado, 1993.

MACEDO, A.C. **Revegetação: Matas ciliares e de proteção ambiental**. Revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. São Paulo: Fundação Florestal, não paginado, 1993a.

MACHADO, R.B. RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perdas da área do Cerrado brasileiro**. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004.

MARINHO, N.F.; CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica Brasílica**, 18(1): p. 141-149, 2004.

MARTINS, C.R.; MIRANDA, J.C.C. de; MIRANDA, L.N. de. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida setifolia* kunth em áreas degradadas do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 4, p. 665-674, 1999.

MATOS, R.M.B.; SILVA, E.M.R. da; LIMA, E. **Fungos micorrízicos e nutrição de plantas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa-CNPAB. Documentos 98), 1999, 36 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Ministra propõe criação de grupo interministerial para cuidar do Cerrado, 2005. Acesso em 09/2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/>.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Micorriza arbuscular e uso de adubos verdes em solos do Bioma Cerrado. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina: Embrapa – Cerrados, 2006, p. 211-236.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa – Cerrados, 1997, p. 69-124.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. Produção de mudas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em viveiros. **Recomendação Técnica**, n. 24. Brasília, 2001.

MIRANDA, J. C. C. de; VILELA, L.; MIRANDA, L.N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 1005-1014, 2005.

MOLION, L.C.B. Influência da floresta no ciclo hidrológico. In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais. **Anais**. Curitiba: Embrapa-CNPf, 1985, p.1-7.

MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; GRANCE, L.; MAIOCCO, D.; NOZZI, D. Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. **Forest Ecology and Management**, 99: p. 237-246, 1997.

MOREIRA, P. R. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, poços de caldas, MG. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo.

MORENO, M.I.C.; CARDOSO, E. Utilização do método twinspan na delimitação de formações vegetacionais do cerrado. **Caminhos de Geografia** - revista on line, 16: p. 108-116, 2005.

MORTON, J.B.; BENNY, G.L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glominae and Gigasporinae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon**. Ithaca, v. 37, p. 471-491, 1990.

NOGUEIRA, M.A.; CARDOSO, E.J.B.N. Plant growth and phosphorus uptake in mycorrhizal rangpur lime seedlings under different levels of phosphorus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 1, p. 93-99, 2006.

ONGUENE, N.A.; KUYPER, T.W. Growth response of three native timber species to soils with different arbuscular mycorrhizal inoculum potentials in South Cameroon Indigenous inoculum and effect of addition of grass inoculum. **Forest Ecology and Management**, n. 210, p. 283-290, 2005.

PATREZE, C.M.; CORDEIRO, L. Nodulation, arbuscular mycorrhizal colonization and growth of some legumes native from Brazil. **Acta Botanica Brasilica**. 19(3): p. 527-537, 2005.

PAUL, E.A.; CLARCK, F.E. **Soil Microbiology and Biochemistry**. London, 1988, p. 200-223.

PEDERSEN, C.T.; SYLVIA, D.M. Mycorrhiza: Ecological implications for plant interactions. In: MUKERJI, K.G. (Ed.). **Concepts in Mycorrhizal Research**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996, p. 195-222.

PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S.; PURCINO, A.Á.C. Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 8(1): p. 59-65, 1996.

POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J.O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 103-114, 2000.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: Ambiente e Flora**. EMBRAPA-CPAC, Brasília, 1998, 556p.

RILLIG, M.C. Arbuscular mycorrhizae and terrestrial ecosystem processes. **Ecology Letters**, 7: p. 740-754, 2004.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de Dendrologia Brasileira**. 2ª edição. SP, 1990, 305p.

ROCHA, F.S.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. da; LIMA, W.L. de. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2006.

RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; SALOMÃO, M. S. M. B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivoconsorciado de eucalipto e sesbânia. II - absorção e eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 27, p. 593-599, 2003.

RODRÍGUEZ, T.S.; NIEVES, J.S.; GUTIÉRREZ, E.M.; CORTÉS, F.C. Interacción Micorrizas Arbusculares *Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) Y efectos sobre el crecimiento de *Brachiaria decumbens* (Poaceae). **Acta Biológica Colombiana**, v. 11, n. 1, p. 43-54, 2006.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Micorriza Arbuscular: Papel, fundamento e aplicação da simbiose. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (EDs). **Processos Biológicos no Sistema Solo – Planta**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 101-149.

SCOTTI, M.R.M.M.L. Fixação biológica do nitrogênio por espécies arbóreas. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., eds. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1997, p. 153-186.

SENA, J. O. A.; LABATE, C.A.; CARDOSO, J. B. N. Caracterização Fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 28, p. 827-832, 2004.

SILVA, L.M.B. da; BARBOSA, D.C. de A. Crescimento e sobrevivência de *anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) brenan (leguminosae), em uma área de caatinga, alagoinha, PE. **Acta Botânica Brasílica**, 14(3), p. 251-261, 2000.

SILVA JÚNIOR, J. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares associados à pupunha e ao cupuaçu cultivados em sistema agroflorestal e em monocultivo na Amazônia Central. Tese de Doutorado. Piracicaba, 2004, 95p.

SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N. **Microbiologia do solo**. Campinas, 1992, p. 257-282.

SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. **Mycorrhiza**, Berlin, v. 11, n. 5, p. 245-255, 2001.

SIQUEIRA; J.O.; LAMBAIS; M.R.; STÜRMER; S.L. Fungos Micorrízicos Arbusculares. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**; n. 25, p. 12-21, 2002.

SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. **Microrganismos de importância Agrícola**. Embrapa. Brasília, 1994, p. 151-194. (EMBRAPA-CNPAF).

SOUZA, F.A. de; SILVA, E.M.R. da. Micorrizas arbusculares na vegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J.O. **Avanços em fundamentos e aplicação de Micorrizas**, Lavras, MG, 1996, p. 255-290.

SOUZA, R.G.; MAIA, L.C.; SALLES, M.F.; TRUFEM, S.F.B. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 49-60, 2003.

SOUZA, F. A. de. **Banco Ativo de Glomales da Embrapa Agrobiologia: Catalogação e Introdução de novos isolados desde 1995**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Embrapa *Agrobiologia*. Doc. 123, 2000, 40p.

SOUZA, L. M. Utilização de microrganismos na agricultura. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 21, p. 28-31, 2001.

SRINATH, J.; BAGYARAJ, D.J.; SATYANARAYANA, B.N. Enhanced growth and nutrition of micropropagated *Ficus benjamina* to *Glomus mosseae* co-inoculated with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus coagulans*. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, 19: p. 69-72, 2003.

SUDING, K.N.; GROSS, K.L.; HOUSEMAN, G.R. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. **TRENDS in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 1, p. 46-53, 2004.

TRANNIN, I.C.B.; MOREIRA, F.M.S. SIQUEIRA, J.O. Crescimento e nodulação de *Acacia mangium*, *Enterolobium contortisiliqum* e *Sesbania virgata* em solo contaminado com metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25: p. 43-753, 2001.

VIGO, C.; NORMAN, J.R.; HOOKER, J.E. Biocontrol of the pathogen *Phytophthora parasitica* by arbuscular mycorrhizal fungi is a consequence of effects on infection loci. **Plant Pathology**, n. 49, p. 509-514, 2000.

WADT, P.G.S.; PEREIRA, J.E.S.; GONÇALVES, R.C.; SOUZA, C.B.da C.; ALVES, L.S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Embrapa. Rio Branco, AC, 2003, 29p.

WU, B.; ISOBE, K.; ISHII, R. Arbuscular mycorrhizal colonization of the dominant plant species in primary successional volcanic deserts on the Southeast slope of Mount Fuji. **Mycorrhiza**, v. 14: p. 391-395, 2004.

YAMATO, M. Morphological types of arbuscular mycorrhizal fungi in roots of weeds on vacant land. **Mycorrhiza**, 14: p. 127-131, 2004.

ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J. O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura**. EPAMIG, 1985, 36p.

**CAPÍTULO I: OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM
SOLO DE CERRADO PRESERVADO E ANTROPIZADO NO MUNICÍPIO DE
GURUPI - TO**

CAPÍTULO I: OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SOLO DE CERRADO PRESERVADO E ANTROPIZADO NO MUNICÍPIO DE GURUPI – TO

RESUMO

O conhecimento da ocorrência e diversidade dos fungos micorrízicos arbusculares no solo é de grande importância para manutenção dos ecossistemas florestais. O objetivo desse estudo foi avaliar a ocorrência e a densidade de FMAs em solo de Cerrado preservado e antropizado. Coletaram-se amostras de solo da camada superficial de 0 a 20 cm na área preservada e na antropizada, no município de Gurupi – TO. A análise química apresentou baixos teores de nutrientes e acidez no solo das duas áreas estudadas. Foi verificada a presença de *Glomus* sp., *Gigaspora* sp. e *Acaulospora* sp., sendo o *Glomus* com maior densidade nas duas áreas estudadas.

Palavra chave: Área degradada, levantamento, micorrizas arbusculares.

CHAPTER I: ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI OCCURRENCE IN PRESERVED AND ANTROPIZED CERRADO SOILS IN THE CITY OF GURUPI - TO

ABSTRACT

Knowing the incident and the diversity of the arbuscular mycorrhizal fungi in the soil is of a great importance to the forest ecosystem maintenance. The objective of this study was to evaluate the occurrence and the density of the FMAs in preserved and antropized Cerrado soils. Soil samples of the superficial layer from 0 to 20 centimeters in a preserved area and in the antropized area were collected in Gurupi - TO. The chemical analysis showed low contents of nutrients and acidity in the soil of two studied areas. The presence of *Glomus sp.*, *Gigaspora sp.* and *Acaulospora sp.* was confirmed, but *Glomus* showed higher density in the two studied areas.

Key words: antropized area, survey, arbuscular mycorrhizal.

1 INTRODUÇÃO

Os Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são microrganismos do solo que fazem associações benéficas com a maioria das espécies vegetais e são encontrados nos vários biomas terrestres, sua predominância é bastante observada em solos tropicais e de baixa fertilidade. Colonizam as plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas que ocupam os mais diversos ecossistemas, como florestas, desertos, dunas, savanas, campos e agrossistemas (SIQUEIRA *et al.*, 2002), como os de culturas anuais, perenes e de espécies exóticas.

Os levantamentos realizados em diferentes tipos de solo no Cerrado têm mostrado que os FMAs ocorrem em grande número de espécies nativas do bioma (MIRANDA & MIRANDA, 1997). Porém, algumas regiões do Brasil, como no Estado do Tocantins, os estudos sobre a ocorrência desses fungos ainda é bastante incipiente. O conhecimento da ocorrência e diversidade desses fungos nos solos é de grande importância para manutenção dos ecossistemas florestais e na recuperação de áreas antropizadas, uma vez que esses microrganismos podem contribuir para melhoria do estado nutricional da planta hospedeira, principalmente na aquisição do fósforo (P). Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a ocorrência e a densidade de FMAs em um solo de Cerrado preservado e antropizado, no município de Gurupi – TO.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da Pesquisa

O estudo foi desenvolvido no laboratório de solos e na casa de vegetação da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi-TO. A coleta de campo foi realizada em uma área de preservação permanente demarcada pelo IBAMA/INCRA no assentamento rural Vale - Verde e em uma área antropizada de pastagem, ambos localizados a 18 km aproximadamente do município de Gurupi (TO), em 48⁰58'49" Latitude sul e 49⁰00'48" Longitude oeste.

Essa região se encontra no sistema hidrográfico do Rio Tocantins, na Bacia do Rio Santo Antônio. Possui duas estações bem definidas, sendo o período chuvoso (outubro a março) e o período seco (abril a setembro).

A precipitação média anual da região é de aproximadamente 1.500 mm e temperatura média anual de 26 °C com máxima de 36 °C e mínima de 18 °C, sendo a umidade relativa do ar em torno de 73% (Estação Meteorológica da UFT, Gurupi - TO). A região possui vegetação predominante típica do Cerrado, nas formas de campo, campo cerrado, cerradão e formação de matas ciliares. Os solos predominantes são Latossolos Vermelho, Latossolo Vermelho Amarelo e Plintossolos (INCRA, sd). Sendo o solo de amostragem na área preservada Latossolo Vermelho Escuro e da área antropizada Latossolo Vermelho Amarelo.

2.2 Coleta de Solo no Campo

Foram coletadas 15 amostras de solo aleatoriamente no interior da mata preservada e da área antropizada em duas épocas do ano, uma na estação chuvosa

e outra na estação seca. O solo foi retirado da camada superficial de 0 a 20 cm de profundidade, considerando-se um raio de aproximadamente cinco metros de um ponto para outro. Após serem devidamente homogeneizadas separam-se em quatro subamostras de aproximadamente 200 gramas: três foram destinadas para extração e avaliação da densidade de esporos de fungo micorrízicos e uma para análise das características químicas do solo.

2.3 Densidade de Esporos de FMAs

Para determinar a ocorrência de esporos de FMAs em cada área de estudo, foi utilizada a técnica de extração por peneiramento úmido proposto por Gerdemann & Nicolson (1963), seguido de centrifugação em gradiente de sacarose (JENKINS, 1964), a qual procedeu da seguinte forma: 40 gramas de solo de cada subamostra foram lavadas em um béquer, passadas em peneiras de 0,250 e 0,053 mm e centrifugadas com água a 3000 rpm por três minutos. Em seguida o sobrenadante foi descartado e adicionado uma solução de sacarose 50% para a suspensão dos esporos e novamente centrifugação a 2000 rpm por dois minutos. Então o sobrenadante foi passado em peneira de 0,037 mm, recolhendo os esporos e lavando-os com água estéril e transferido-os para placa de Petri.

A avaliação ocorreu através da contagem direta dos esporos em placa quadriculada com auxílio de microscópio estereoscópico (40x). A média de esporos por grama de solo seco foi obtida através da correção do peso de 40 gramas de solos úmido, após sua secagem em estufa a 60 °C.

Para identificar os gêneros que representam a comunidade nativa de FMAs nas duas áreas de estudo, os esporos foram separados por grupos, de acordo com

as características morfológicas. Posteriormente, os esporos foram fixados em lâminas semi permanente com lactofenol (fenol + ácido láctico + glicerina e água) e, com auxílio de microscópio óptico, observaram-se as características morfológicas, tais como: coloração, formato, tamanho, tipo de parede e presença de bulbo suspensor, de acordo com as informações existentes em literatura (MORTON & BENNY, 1990; WU *et al.*, 2004) e na página da International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM 2006). A identificação dos gêneros pode ser feita através da observação das características morfológicas externas do esporo e de sua formação (COLOZZI-FILHO & BALOTA, 1994).

2.4 Características Químicas do Solo

A análise química do solo foi realizada pelo Laboratório de Solo do curso de Engenharia Agrônoma - UFT de acordo com as metodologias descritas em EMBRAPA (1997). As amostras de solo constituídas de quinze pontos coletadas em cada área de estudo foram devidamente homogeneizadas e determinadas as seguintes características químicas: pH em CaCl_2 ; Matéria Orgânica extraída e determinada pelo método de Walkley-Black; Mg^{+2} , Ca^{+2} e Al^{+3} extraídos por KCl, H+Al extraídos por acetato de cálcio, todos determinados por titulação; K^+ e P extraídos com solução de Mehlich I e determinados, K por fotometria de chama e P por colorimetria e carbono orgânico extraído e determinado pelo método de Walkley-Black.

2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores obtidos em três repetições de 40 gramas de solo foram transformados em médias pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características Químicas do Solo

Os resultados da análise química do solo preservado e antropizado podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo do Cerrado preservado e antropizado no município de Gurupi - TO.

Períodos	pH	MO (g dm ⁻³)	Ca	Mg	Al	H+Al	P ---(mg dm ⁻³)---	K
			------(mmol _c dm ⁻³)-----					
Solo preservado								
Chuvoso	5,0	22	5,5	11,3	1,0	15	3,4	22,8
Seco	5,2	34	16,1	18,6	3,3	33	4,7	33,5
Solo antropizado								
Chuvoso	4,7	16	10,5	16,0	5,1	29	2,0	24,7
Seco	5,6	28	18,8	11,4	2,8	18	3,3	64,9

*Amostra composta de quinze pontos; média originada de três repetições subamostras para cada área estudada.

De acordo com os parâmetros observados na literatura de Sousa *et al.* (2004) e Alvarez V *et al.* (1999), a análise dos solos da camada superficial das duas áreas estudadas apresentou características ácidas nos dois períodos do ano, com baixos teores de matéria orgânica (MO) e baixos teores de P. Com exceção do K no período seco do solo antropizado, os teores de bases trocáveis (Ca e K) foram baixos e o Mg considerado bom nos dois períodos do ano. A acidez potencial (H+Al), assim como o Al também foram considerados baixos no solo preservado período chuvoso e antropizado período seco. Os solos do Cerrado caracterizam-se por apresentar baixo teor de sílica e de bases trocáveis, resultado da lixiviação provocada pelo

intemperismo e comumente é pobre em nutrientes minerais apresentando acidez com pH situando na faixa entre 4,0 e 5,5, teores de P disponível muito baixo e concentrações de alumínio em níveis tóxico (SPERA *et al.*, 2006; GOEDERT, 1983).

3.2 Densidade de Esporos de FMAs no Campo

Ao avaliar morfologicamente os esporos do solo da área preservada e da área antropizada foi possível identificar apenas três gêneros de fungos micorrízicos arbusculares: o *Glomus* sp., a *Acaulospora* sp e a *Gigaspora* sp. (figura 2).

A identificação foi realizada com base nas informações da página da International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM, 2006), sendo o *Glomus* caracterizado por apresentar na maioria das vezes paredes espessas contínuas à hifa de sustentação; *Gigaspora* constitui esporos grandes, presença de bulbo e ausência de paredes internas, enquanto que a *Acaulospora* aqui foi identificada pela presença de sáculo ou presença de uma única cicatriz de hifa de sustentação.

Os fungos micorrízicos arbusculares podem ser encontrados em diversos tipos solos e vegetações, tais como, Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Caatinga e em vários outros biomas. Nos Cerrados foram observados uma variabilidade no número de esporos e propágulos de FMA das espécies nativas (MIRANDA & MIRANDA, 1997). Esporos das espécies *Glomus microaggregatum*, *Glomus etunicatum* e os gêneros *Glomus* sp., *Entrophospora* sp., *Gigaspora* sp e duas espécies de *Acaulospora* foram identificados nos solos do Cerrado (GROSS *et al.*, 2004).

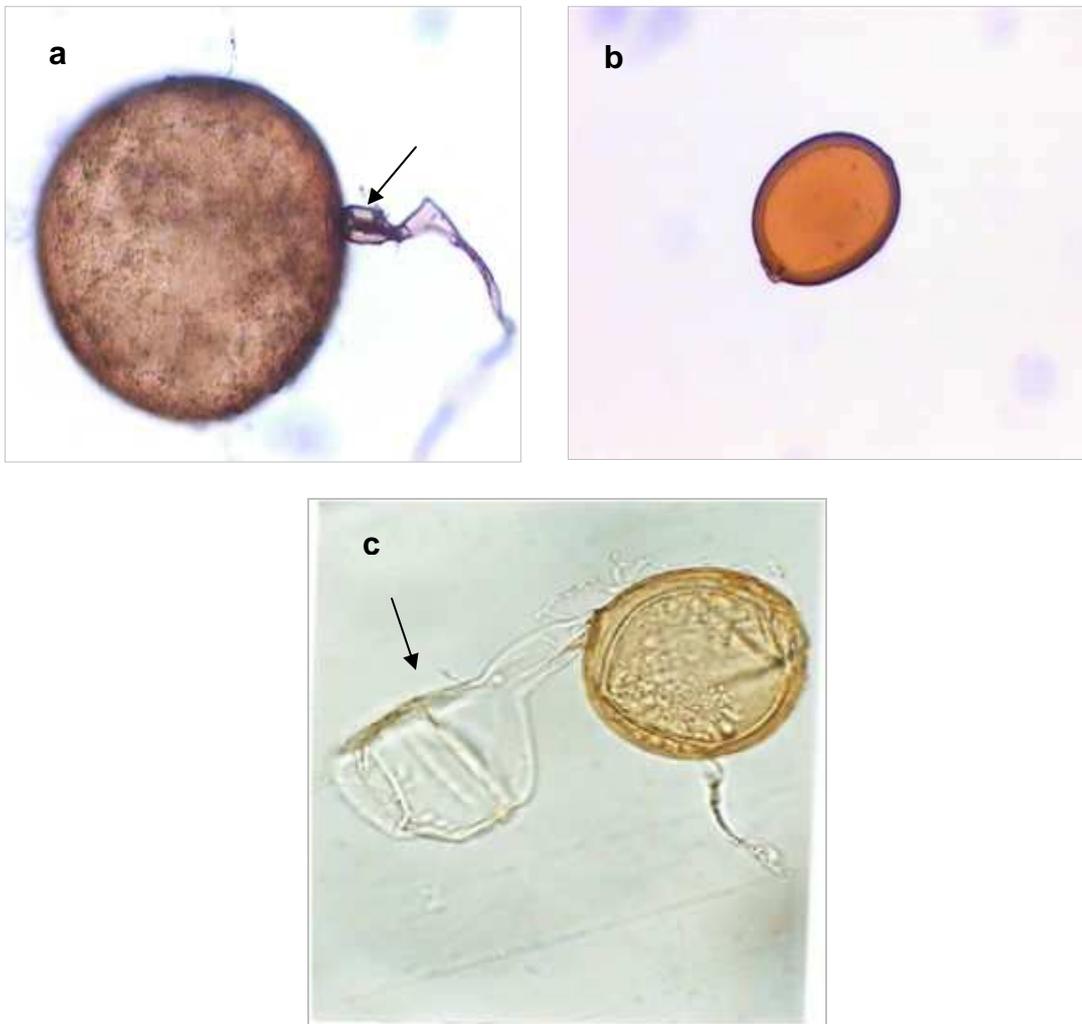


Figura 2. Esporos de fungos micorrízicos do gênero *Gigaspora* sp. (a) com presença de bulbo (flecha); *Glomus* sp. (b); *Acaulospora* sp. (c) com presença de sáculo esporífero (flecha) presentes tanto no solo preservado quanto no antropizado.

Na tabela 2 observa-se os resultados da densidade de esporos no solo preservado e antropizado.

Maior número de esporos de FMA foi encontrado no período seco das duas áreas estudadas. O gênero *Glomus* sp. foi predominante, variando de 213 a 467 esporos no solo preservado e de 520 a 564 esporos no solo antropizado nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, seguido dos gêneros *Gigaspora* sp. e *Acaulospora* sp. Alguns trabalhos têm demonstrado que a maior densidade e

freqüência de espécies identificadas pertenciam ao gênero *Glomus* (EOM *et al.*, 2000; TURNAU *et al.*, 2001; CARRENHO *et al.*, 2001; BURROWS & PFLEGER, 2002; CAPRONI *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2005), os gêneros *Gigaspora* e *Acaulospora* também têm sido reportado por esses mesmos autores. Resultados expostos por Souza (2000) demonstram que o gênero *Glomus* possui maior distribuição geográfica.

Tabela 2. Densidade de esporos por gênero de fungos micorrízicos arbusculares coletados em solo de Cerrado preservado e antropizado nos períodos chuvoso e seco no município de Gurupi.

Gêneros	Esporos (40g solo ⁻¹)*	
	Área preservada	Área antropizada
	<i>Período chuvoso</i>	
<i>Glomus</i> sp.	213,20a	520,00a
<i>Acaulospora</i> sp.	4,00c	13,20b
<i>Gigaspora</i> sp.	61,60b	13,20b
	<i>Período seco</i>	
<i>Glomus</i> sp.	467,80a	564,00a
<i>Acaulospora</i> sp.	49,20c	4,00c
<i>Gigaspora</i> sp.	105,60b	13,20b

Médias seguidas da mesma letra dentro de cada período na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

*Amostra composta de quinze pontos; média originada de três repetições subamostras para cada área estudada.

Alguns autores citados por Souza *et al.* (2003) relatam à ocorrência de várias espécies do gênero *Glomus* no semi-árido brasileiro, nas regiões áridas da África e na América do Norte. Marinho *et al.* (2004) ao estudarem espécies de leguminosas na Amazônia, identificaram em amostras de solo de áreas de mineração e floresta primária, 39 espécies de FMA, dentre esses, predominava o gênero *Glomus*, seguido de *Acaulospora* e *Gigaspora*.

O solo da área preservada apresentou maior densidade de esporos dos 3 gêneros, no período seco quando comparado ao período chuvoso (tabela 2), sendo que a densidade de esporos de *Gigaspora* sp. foi a maior verificada entre todos os

tratamentos. Estudos realizados por Gaur *et al.* (1998) *apud* Caproni *et al.* (2005) apontaram que algumas espécies do gênero *Gigaspora* são mais adaptadas a solos com maior teor de matéria orgânica (8,7%) apresentando alta esporulação. No solo antropizado, não ocorreram diferenças significativas de esporos de *Gigaspora* e *Acaulospora* nos períodos chuvoso, enquanto que no período seco o gênero *Gigaspora* foi significativamente maior que *Acaulospora* (tabela 2).

É provável que na área antropizada a maior dominância de *Glomus* seja influenciada pelo tipo de vegetação, uma vez que essa área apresentava cultura de *Brachiaria decumbens*, uma espécie de gramínea que possui grande potencial para multiplicação de fungos micorrízicos. Níveis mais elevados de propágulos infectivos de FMAs foram encontrados por Fisher *et al.* (1994) em solo com vegetação composta por gramínea. Miranda *et al.* (2005), mostraram que no período chuvoso maiores densidades de esporos ocorreram nas áreas com pastagens puras e consorciadas, decrescendo no período seco.

Trabalhos realizados por Eom *et al.* (2000) sugerem que algumas plantas hospedeiras podem favorecer a esporulação de certas espécies de FMAs dependendo das condições. Os mesmos autores sugerem que a abundância geral de esporos na comunidade de fungos micorrízicos pode ser influenciada pela variação da fenologia da espécie hospedeira, variação do microambiente do solo e na dependência micorriza. Plantas com alta eficiência fotossintética como as gramíneas C₄ podem estimular a esporulação de FMAs pela maior capacidade de fornecer carboidratos para os fungos (SAGGIN-JÚNIOR & SILVA, 2005).

O fungo micorrízico pode desencadear uma resposta estratégica para sobrevivência nos solos com recursos nutricionais escassos. Assim, o aumento na densidade de esporos pode estar relacionado ao desequilíbrio e ao estresse sofrido

pelos FMAs ou planta, ao passo que, em condição equilibrada, como na floresta, as condições são mais adequadas e as mesmas não encontraria fortes estímulos à esporulação (MARINHO *et al.*, 2004). Desta forma, geralmente florestas clímax tem menor número de esporos que agrossistemas.

A Área preservada, muitas vezes se encontra em constante produção de biomassa e isso pode melhorar as condições microambientais e nutricionais para o fungo e planta, tornando seus desenvolvimentos mais estáveis e estimulando a multiplicação pela rede de micélio. Segundo Martins *et al.* (1999), os FMAs presentes em áreas degradadas têm sua população com variação sazonal. Nesse sentido, a introdução de vegetação arbórea nos locais com perturbações antrópicas pode favorecer o equilíbrio dos FMA existentes e, até mesmo aumentar a diversidade dessas espécies. Chen *et al.* (2005) mostraram que a densidade de esporos FMA foi mais alta em solo com diversidade de espécies vegetais do que na monocultura.

4. CONCLUSÕES

- O solo da área preservada e da área antropizada é ácido e apresenta baixos teores de matéria orgânica e de nutrientes.
- Tanto o solo da área preservada quanto o solo da área antropizada apresenta baixa diversidade de gêneros de fungos micorrízicos arbusculares, sendo dominado pelo gênero *Glomus*.
- Maior densidade de esporos de FMAs é encontrado no período seco das duas áreas estudadas.
- O solo da área preservada apresenta maior densidade de esporos do gênero *Gigaspora* no período seco.

5. LITERATURA CITADA

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F. DE; BARROS, N. F. DE; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de Solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, 1999, p. 25-32.

BURROWS, R.L.; PFLEGER, F.L. Host responses to AMF from plots differing in plant diversity. **Plant and Soil**, n. 240, p. 169-179, 2002.

CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L.; GRANHA, J.R.D. de O.; MARINHO, N.F. Fungos micorrízicos arbusculares em estéril revegetado com *Acacia mangium*, após mineração de bauxita. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 373-381, 2005.

CARRENHO R.; TRUFEM S.F.B.; BONONI V.L.R. Fungos micorrízicos arbusculares em rizosferas de três espécies de fitobiontes instaladas em área de mata ciliar revegetada. **Acta Botânica Brasílica**. 15(1): p. 115-124, 2001.

CHEN, X.; TANG, J.; ZHI, G.; HU, S. Arbuscular mycorrhizal colonization and phosphorus acquisition of plants: effects of coexisting plant species. **Applied Soil Ecology**, v. 28, p. 259-269, 2005.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, É.L. Micorrizas Arbusculares. In: HUNGRIA, M. ARAUJO, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Embrapa. Brasília, 1994, p. 383-418.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**, 2^a ed. Rio de Janeiro, 1997, 212p. il (EMBRAPA-CNPS. Documento, 1.

EOM A.H.; HARTNETT D.C.; WILSON, G.W.T. Host plant species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. **Oecologia**, v. 122, p. 435-444, 2000.

FISCHER, C.R.; JANOS, D.P.; PERRY, D.A.; LINDERMAN, R.G.; SOLLINS, P. Mycorrhiza inoculum potentials in tropical secondary succession. **Biotropica**, v. 26, p. 369-377, 1994.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transaction of the British Mycological Society**, v. 46, p. 235-244, 1963.

GOEDERT, W.J. Management of the Cerrado soils of Brazil: a review. **Journal of Soil Science**, v. 34, p. 405-428, 1983.

GROSS, E.; CORDEIRO, L.; CAETANO, F.H. Nodulação e micorrização em *Anadenanthera peregrina* VAR. *falcata* em solo de cerrado autoclavado e não autoclavado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 28: p. 95-101, 2004.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Plano de Desenvolvimento Agrário do Assentamento Vale-Verde, Gurupi, TO, Brasil, sd, 75p.

INVAM. International Culture Collection of (Vesicular) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. <<http://invam.caf.wvu.edu>> Acesso em 12/2006.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, 48(9): p. 692, 1964.

MARINHO, N.F.; CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica Brasileira**, 18(1): p.141-149, 2004.

MARTINS, C.R.; MIRANDA, J.C.C. de; MIRANDA, L.N. de. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida setifolia* kunth em áreas degradadas do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 4, p. 665-674, 1999.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1997, p. 69-124.

MIRANDA, J. C. C. de; VILELA, L.; MIRANDA, L.N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 1005-1014, 2005.

MORTON, J.B.; BENNY, G.L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glominae and Gigasporinae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon**. Ithaca, v. 37, p. 471-491, 1990.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Micorriza Arbuscular: Papel, fundamento e aplicação da simbiose. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (EDS). **Processos Biológicos no Sistema Solo – Planta**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 101-149.

SILVA, G.A. da.; TRUFEM, S. F. B.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; MAIA, L.C. Arbuscular mycorrhizal fungi in a semiarid copper mining area in Brazil. **Mycorrhiza**, 15: p. 47-53, 2005.

SIQUEIRA; J.O.; LAMBAIS; M.R.; STÜRMER; S.L. Fungos Micorrízicos Arbusculares. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**; n. 25, p. 12-21, 2002.

SOUSA, D.M.G. DE; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G. DE; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa, 2ª edição, 2004, p. 147-168.

SOUZA, F. A. de. **Banco Ativo de Glomales da Embrapa Agrobiologia: Catalogação e Introdução de novos isolados desde 1995.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Embrapa *Agrobiologia*. Doc. 123, 2000. 40p.

SOUZA, R.G.; MAIA, L.C.; SALLES, M.F.; TRUFEM, S.F.B. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n.1, p. 49-60, 2003.

SPERA, S.T.; CORREIA, J.R.; REATTO, A. Solos do Bioma Cerrado: propriedades químicas e físico-hídricas sob uso e manejo de adubos verdes. In: CARVALHO, A.M. DE; AMABILE, R.F. **Cerrado: Adubação verde.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006, p. 41-70.

TURNAU, K.; RYSZKA, P.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; TUINEN, D.VAN. Identification of arbuscular mycorrhizal fungi in soils and roots of plants colonizing zinc wastes in southern Poland. **Mycorrhiza**, 10: p. 169-174, 2001.

WU, B.; ISOBE, K.; ISHII, R. Arbuscular mycorrhizal colonization of the dominant plant species in primary successional volcanic deserts on the Southeast slope of Mount Fuji. **Mycorrhiza**, v. 14: p. 391-395, 2004.

**CAPÍTULO II: EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NO CRESCIMENTO
DE MUDAS DE ANGICO EM SOLO DE CERRADO PRESERVADO E
ANTROPIZADO**

CAPÍTULO II: EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ANGICO EM SOLO DE CERRADO PRESERVADO E ANTROPORIZADO

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar o crescimento de mudas de Angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob o efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em solo preservado e antropizado. O experimento foi constituído em esquema fatorial de 2 x 4, sendo dois tipos de solo (solo preservado ou antropizado) e quatro tratamentos de inoculação (solo esterilizado inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; esterilizado inoculado com *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*; esterilizado não inoculado e natural (não esterilizado e não inoculado). O delineamento foi inteiramente casualizado com 5 repetições, totalizando 40 plantas. Avaliou-se o crescimento em altura a cada 15 dias e a área foliar, matéria seca da parte aérea e das raízes, comprimento de raízes, teores de nutrientes da parte aérea e colonização micorrízica aos 150 dias. *G. margarita* + *G. etunicatum* propiciou maior altura do angico, aumento da área foliar, matéria seca da parte aérea e das raízes, assim como maior comprimento de raízes e colonização micorrízica tanto no solo da área preservada quanto no da antropizada.

Palavras chave: *Anadenanthera macrocarpa*, micorrização, área degradada, leguminosa arbórea.

CHAPTER II: MYCORRHIZAL INOCULATION EFFECTIVENESS IN THE "ANGICO" SEEDLING DEVELOPMENT IN PRESERVED AND ANTROPIZED CERRADO SOILS.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the development of Angico seedlings (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) under the effect of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation (FMAs) in preserved and antropized soils. The experiment was compound of a factorial scheme of 2 x 4, knowing two soil types (preserved and antropized soils) and 4 treatments of inoculation (sterilized soil inoculated with *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; sterilized inoculated with *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*; sterilized not inoculated and natural (not sterilized and not inoculated). The outline was thoroughly randomly used with 5 repetitions, adding up to 40 plants. The height development was evaluated every 15 days and the leaf area, dry material of the aerial part and of the roots, root length, nutrient contents of the aerial part and root mycorrhizal colonization evaluated at 150-day old. *G. margarita* + *G. etunicatum* provided "angico" with growing taller, increase of the leaf area, dry material of the aerial part and of the roots, as well as longer length of the roots and mycorrhizal colonization both in the soil of preserved area and antropized area.

Key words: *Anadenanthera macrocarpa*, mycorrhization, antropized area, wood plants.

1 INTRODUÇÃO

Uma das alternativas para diminuir a inserção de insumos no reflorestamento de um solo degradado é propiciar melhor absorção dos nutrientes presentes pelas plantas. Nesse sentido, os microrganismos simbióticos, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), além de exercer papel fundamental na manutenção dos sistemas florestais, podem auxiliar na absorção e transferência dos nutrientes para as plantas.

Os FMAs associam-se a maioria das espécies de plantas e são capazes de absorver nutrientes do solo que são transferidos para as raízes do hospedeiro (Rodrigues *et al.*, 2003). Atuam como um complemento do sistema radicular da planta hospedeira capaz de aumentar a absorção de P e outros nutrientes (COLOZZI FILHO & CARDOSO, 2000).

A espécie nativa *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (Angico) é uma leguminosa arbórea de crescimento rápido e muito utilizado para reflorestamentos de áreas degradadas ou de preservação permanente (Lorenzi, 2000). Porém, o potencial de resposta à micorrização nas mudas dessa espécie ainda é pouco explorado. O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de angico sob efeito de diferentes tratamentos de inoculação com fungos micorrízicos arbusculares em solo preservado e antropizado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de solos e na casa de vegetação da Universidade Federal do Tocantins, Campus da Engenharia Agrônômica, Gurupi - TO, localizado a 11° 43' 45" de latitude Sul e 49° 04' 07" longitude Oeste.

2.2 Desenvolvimento das Mudas em Casa de Vegetação

Para formação das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico) foram coletadas sementes da espécie nativa no mês de setembro no município de Gurupi - TO e armazenadas em câmara fria com temperatura de 24±2 °C e umidade em torno de 57%.

O substrato utilizado foi um Latossolo Vermelho Amarelo, oriundo de uma área de preservação permanente determinada pelo IBAMA e pelo INCRA no assentamento rural Vale – Verde e de uma área antropizada de pastagem, ambos localizados a 18 km aproximadamente do município de Gurupi (TO), em 48°58'49" Latitude sul e 49°00'48" Longitude oeste.

O solo coletado no período chuvoso no Cerrado preservado e antropizado apresentaram as seguintes características químicas respectivamente: MO (Walkley-Black) 22 e 16; pH 5 e 4,7 em CaCl₂; Al⁺³ 1 e 5,1 mmol_c dm⁻³ em KCl; P 3,4 e 2; K 22,8 e 24,7 mg dm⁻³ em Mehlich I; Mg⁺² 11,3 e 16; Ca⁺² 5,5 e 10,5 mmol_c dm⁻³ e H+Al extraídos por acetato de cálcio 15 e 29 mmol_c dm⁻³.

Os solos coletados na camada de 0 - 20 cm foram trazidos para o local da pesquisa e colocado em saco de algodão e introduzido em um recipiente metálico perfurado e autoclavado em temperatura de 121 °C e pressão de 1,5 atm por uma hora, sendo o processo repetido em dois dias consecutivos (KASIAMDARI *et al.*, 2002; SOUZA *et al.*, 2003; MARINHO *et al.*, 2004). A intenção da esterilização em autoclave foi eliminar os fungos micorrízicos nativos e outros microrganismos presentes no solo para inoculação da espécie desejada.

Para aumentar o índice de germinação da semente do angico realizou-se a escarificação e embebição das sementes em água por 24 horas antes do semeio (BRASIL, 1992; SCALON *et al.*, 2005). Em seguida foram colocadas quatro sementes para germinar em sacos plásticos de polietileno com capacidade para 3 Kilograma de solo. Após germinação foi feito um desbaste, permanecendo apenas uma plântula em cada recipiente.

Após o desbaste, realizou-se a inoculação das mudas com 10 gramas de solo-inóculo contendo esporos (aproximadamente 1200 esporos) e fragmentos de raízes colonizadas pelas espécies *Glomus etunicatum*, *Paraglomus brasilianum* e *Gigaspora margarita*, provenientes de vaso de multiplicação, fornecido pela Embrapa Cerrados. O inoculante foi colocado a 3 cm aproximadamente, abaixo da superfície do solo contido no recipiente.

2.3 Delineamento e Tratamento Experimental

Utilizou-se um esquema fatorial de 2 x 4, sendo dois tipos de solo (solo preservado ou antropizado) e quatro tratamentos de inoculação (solo esterilizado inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; esterilizado inoculado

com *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*; esterilizado não inoculado e natural (não esterilizado e não inoculado). O delineamento foi inteiramente casualizado com 5 repetições, totalizando 40 plantas, distribuídas da seguintes formas:

Solo preservado: (a) Tratamento 1: esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; (b) Tratamento 2: esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*; (c) Tratamento 3: esterilizado não inoculado (Testemunha) e (d) Tratamento 4: não esterilizado e não inoculado (Natural).

Solo antropizado: (a) Tratamento 1: esterilizado e inoculado com *G. etunicatum* + *P. brasilianum*; (b) Tratamento 2: esterilizado e inoculado com *G. etunicatum* + *G. margarita* +; (c) Tratamento 3: esterilizado não inoculado (Testemunha) e (d) Tratamento 4: não esterilizado e não inoculado (Natural).

As mudas foram mantidas em condições de casa de vegetação e irrigadas periodicamente.

2.4 Análises

O crescimento em altura (cm) foi acompanhado durante 150 dias. As plantas foram medidas a partir do colo até o meristema apical da parte aérea com régua a cada 15 dias. Após cinco meses do plantio, as plantas foram colhidas inteiras para avaliação das seguintes variáveis:

- Área foliar, avaliada através do medidor de área foliar marca CI - 202 Area Meter, com distribuição uniformizada de todas as folhas na prancha, sendo os resultados expressos em cm².

- Massa seca da parte aérea e das raízes, avaliados a partir da secagem em estufa a 65 °C até peso constante e medido em balança semi-analítica (SENA *et al.*, 2004).

- Comprimento das raízes pivotante inteiras, coletadas cuidadosamente e medidas com régua graduada, da base do caule até o meristema apical da raiz.

- Análises dos teores dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea, após esta ter sido lavada em água corrente e, seca em estufa a 65 °C e triturada em moinho de facas (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

- Análises da colonização micorrízica em aproximadamente um grama de raízes finas. Para isso coletaram-se raízes frescas de três repetições de cada tratamento e armazenaram-se em FAA (Álcool etílico - Ácido acético glacial - Formaldeído). Antes do processamento as raízes foram lavadas com água corrente, diafanizadas com KOH 10% por aproximadamente 12 horas em temperatura ambiente e após foram aquecidas por 40 minutos a 90 °C. Em seguida foram lavadas com água corrente e acidificadas com HCl 2% e coradas com solução de azul de tripano a 0,05% em solução de lactoglicerol (KOSKE & GEMMA, 1989). Posteriormente, fragmentou-se as raízes em pedaços de aproximadamente 1 cm e transferiu-as para placas de Petri. A taxa de colonização foi determinada através da análise visual de 50 fragmentos por repetição. Esses fragmentos foram selecionados aleatoriamente na placa de Petri, sendo analisados por inteiro, identificando-se as estruturas fúngicas no tecido cortical, com auxílio de microscópio estereoscópico (40x) (GIOVANETTI & MOSSE, 1980). Considerou-se raízes colonizadas com FMAs todos os fragmentos nos tratamentos inoculados ou não que continham pelo menos uma estrutura micorrízica.

2.5 Análise Estatística

O crescimento vegetativo, tais como, altura, área foliar, matéria seca da parte aérea e raízes e comprimento das raízes foram analisados pelo total de repetições dentro de cada tratamento, sendo a colonização a partir de três repetições em cada tratamento. A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1998) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desenvolvimento da *Anadenanthera macrocarpa* (Angico)

Os resultados do crescimento em altura da espécie *Anadenanthera macrocarpa* (angico) cultivada em solo preservado e antropizado pode ser observado nas figuras 3 e 4, respectivamente.

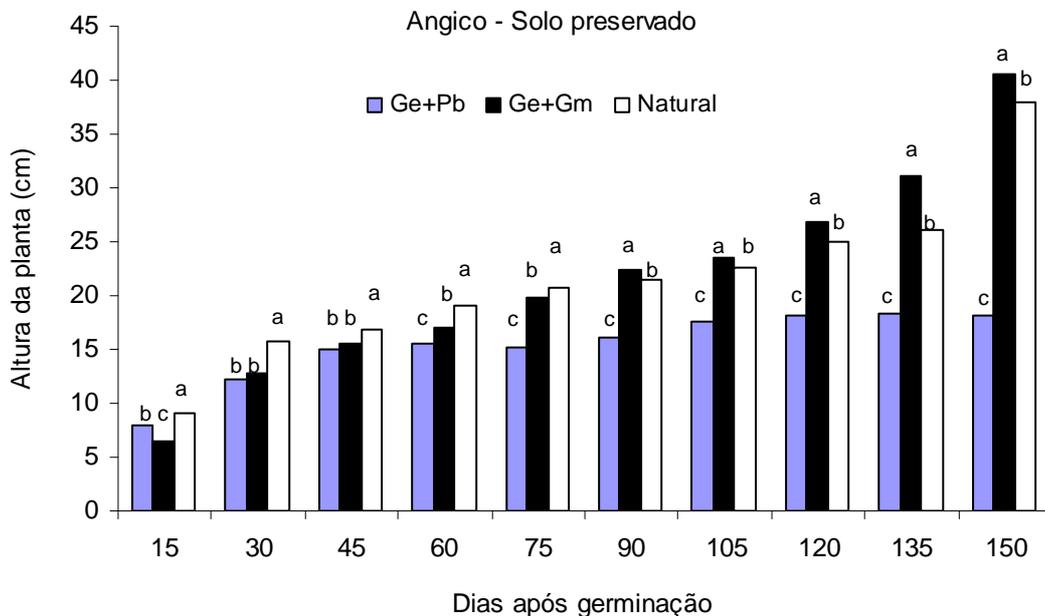


Figura 3. Altura de angico cultivado em solo preservado, esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Gb), *Gigaspora margarita* (Gm) e em solo natural (não esterilizado e não inoculado). CV (%) = 17,13.

Os dados do tratamento em solo esterilizado e não inoculado não são apresentados nas figuras 3 e 4, pois houve grande mortalidade das plantas nestas condições em ambos os solos. Esta grande mortalidade indica que a espécie arbórea estudada apresenta elevada dependência micorrízica e que não consegue

sobreviver em solos sem a simbiose da micorriza arbuscular, a não ser que seja aplicado fertilizante, possivelmente em grandes quantidades.

No solo preservado (figura 3) aos 150 dias após a germinação (DAG), o angico apresentou melhor crescimento em altura quando inoculados com a mistura de *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita* ou com os naturalmente presentes no solo do que com a mistura de *G. etunicatum* e *Paraglomus brasilianum*. Resultados semelhantes de melhor adaptação a determinado fungo foram observados por Rocha *et al.* (2006) em mudas de cedro, onde o efeito significativo dos tratamentos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* se destacou dos outros tratamentos de inoculação aos 180 dias após a germinação.

Alguns autores têm relatados benefícios com a inoculação de *Gigaspora*. O crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo tem sido beneficiado com a inoculação de *Gigaspora albida* e *G. margarita* (CAVALCANTE *et al.*, 2002). Silva *et al.* (2004) verificaram diferenças na altura de maracujazeiro doce com a inoculação de *G. albida* aos 90 dias. Resposta significativa foi obtida também com inoculação de *G. albida* no crescimento de mangabeira (COSTA *et al.*, 2005). Saggin-Júnior & Siqueira (1995) ao considerarem a área foliar do cafeeiro, observaram melhor eficiência simbiótica no tratamento com *G. margarita* seguido de *G. etunicatum* aos 150 dias. Melhor efeito no crescimento de mudas de cafeeiro também foi observado com a espécie *G. margarita* sobre o controle não inoculado (SAGGIN-JUNIOR & SIQUEIRA, 1996).

As plantas cultivadas em solo preservado natural apresentaram melhor crescimento, do que as cultivadas em solo estéril inoculado *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum* (figura 3). Gross *et al.* (2004), estudando *Anadenanthera peregrina* concluíram que plantas cultivadas em solo de Cerrado não autoclavado

apresentaram alta taxa de colonização fúngica nas raízes, influenciando positivamente nos teores P na planta. Isto indica que a comunidade nativa de FMAs possuem espécies eficientes em promover o crescimento desta arbórea.

No solo antropizado (figura 4) verifica-se aos 150 DAG que o tratamento *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita* promoveu maior altura de plantas que os demais tratamentos. Neste solo verifica-se que a comunidade nativa de FMAs (solo natural) não foi tão eficiente quanto a do solo preservado. Possivelmente alguma espécie de FMA eficiente para o angico foi eliminada com a antropização do solo ou a alteração de diversidade e dominância de espécies promovidas pela antropização, e isso tenha alterado a eficiência simbiótica da comunidade de FMAs para o angico.

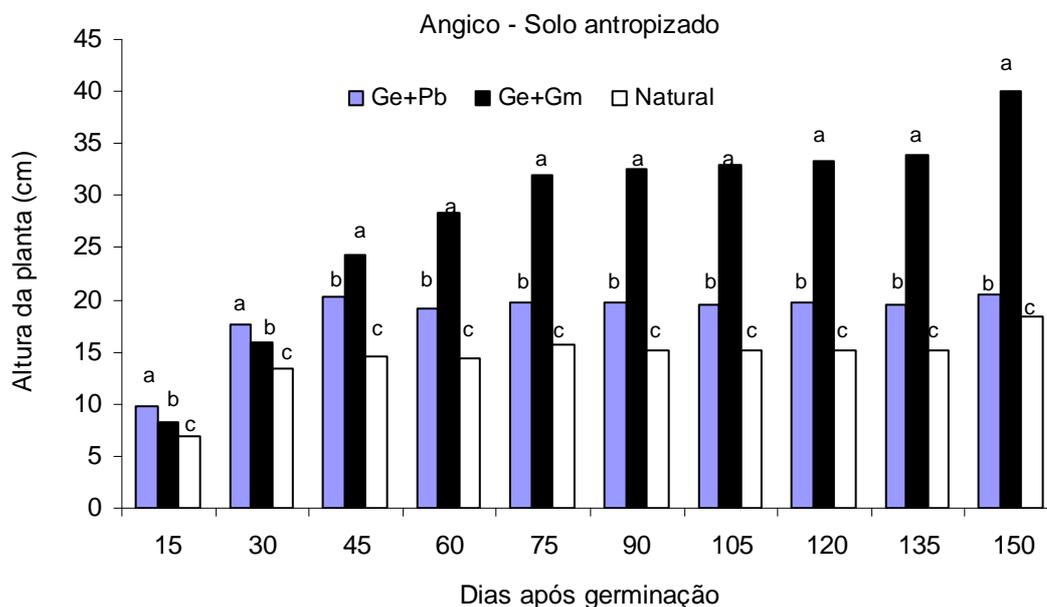


Figura 4. Altura de angico cultivado em solo antropizado, esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) e em solo natural (não esterilizado e não inoculado). CV (%) = 26,21.

Tendo em vista que o maior crescimento em altura do angico ocorreu nos tratamentos estéreis inoculados com *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*

(figura 3 e 4) em ambos os solos e no tratamento com solo preservado natural (figura 3), acredita-se que *G. margarita* faça o diferencial entre os tratamentos de inoculação e que na comunidade de FMAs exista uma espécie tão eficiente para o angico quanto *G. margarita*. Além disso, Segundo Hartnet & Wilson (2002), a estrutura de algumas comunidades de plantas pode ser regulada simplesmente pela presença e abundância do fungo micorrízico e pelas combinações mais eficientes entre espécies de plantas e FMAs co-existentes. Abbott & Gazey (1994), *apud* Miranda *et al.* (2005) sugerem que pode ser vantajoso manter altos níveis de diversidade de espécies de FMAs no solo, independente de sua contribuição individual. Isso pode proporcionar uma maior oportunidade para que existam espécies de FMAs eficientes para a planta de interesse e que esta espécie predominem quando as condições do solo forem modificadas (MIRANDA *et al.*, 2005).

Apesar de ter ocorrido uma alta colonização das raízes de *A. macrocarpa* cultivada em solo antropizado (figura 4), não foi constatado diferenças significativas no tratamento com associação de *Glomus etunicatum* e *Paraglomus brasilianum* quando comparado ao solo natural. Esse resultado, talvez tenha sido influenciado pela ausência da diversidade de espécies do FMA nesse local e conseqüentemente menor aproveitamento dos nutrientes existentes no solo.

3.2 Área Foliar, Massa da Parte Aérea e Raízes Secas e Comprimento Radicular

O angico quando cultivado em ambos os solos inoculados com *G. etunicatum* e *G. margarita* ou no solo preservado natural foi beneficiado no desenvolvimento da área foliar, massa seca da parte aérea e de raízes (tabela 3). Esses resultados comprovam a relação no crescimento da parte aérea dessa espécie aos 150 DAG

com os resultados de altura. A comunidade de FMAs nativa do solo preservado natural promoveu maior sistema radicular que ambos os tratamentos de inoculação estudados, favorecendo o comprimento das raízes. Entre os tratamentos de inoculação, Ge + Gm promoveu mais raízes do que Ge + Pb. No solo Antropizado o resultado observado no sistema radicular corrobora o observado na parte aérea, sendo que a inoculação com Ge + Gm foi mais benéfica do que os demais tratamentos (figuras 3 e 4).

Tabela 3. Área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e comprimento de raízes (CR) de mudas de angico aos 150 dias após a germinação.

Tratamentos	AF cm ²	MSPA -----g.kg ¹ -----	MSR	CR cm
Solo Preservado				
Ge + Pb	8,40b	0,01b	0,21b	26,72c
Ge + Gm	67,71a	2,20a	2,72a	40,20b
Natural	66,40a	2,28a	2,32a	43,90a
CV (%)	26,07	53,46	52,25	15,72
Solo Antropizado				
Ge + Pb	12,18c	0,04c	0,53b	39,90b
Ge + Gm	71,60a	2,20a	5,41a	38,90b
Natural	60,80b	0,89b	1,19b	47,80a
CV (%)	38,29	71,70	59,93	18,60

- Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.
 - Solo inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) e não esterilizado e não inoculado (Natural).

Caravaca *et al.* (2005) ao pesquisarem o desenvolvimento de arbustos em ecossistemas degradado na região mediterrânea, verificaram que as plantas inoculadas com *Glomus claroideum* e ou com a mistura de FMA nativos tiveram maior altura, diâmetro basal, peso seco e comprimento de raízes. *G. margarita* com *Scutellospora heterogama* foi mais eficiente no crescimento de mudas de gravioleira em solo fumigado quando comparado com *Entrophospora colombiana* e *Gigaspora* sp. (CHU *et al.*, 2001). Nesse sentido, os resultados indicam que a associação de *G.*

margarita com outras espécies de FMA pode ter favorecido o desenvolvimento das mudas de angico em solo estéril.

3.3 Teores de Nutrientes na Parte Aérea

Os teores de nutrientes na parte aérea das plantas de angico em todos os tratamentos podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4. Teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea da espécie *A. macrocarpa* (angico) após 150 dias da germinação em solo preservado ou antropizado submetidos a tratamento de esterilização e inoculação de FMAs.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
-----(g kg ⁻¹)-----						
Solo Preservado						
Ge + Pb	_(¹)	-	-	-	-	-
Ge + Gm	29,57a	0,63a	9,97a	3,73a	1,40a	1,23a
Natural	25,23a	0,73a	9,13a	3,77a	1,63a	1,50a
CV (%)	13,67	13,36	8,35	3,93	12,34	16,36
Solo Antropizado						
Ge + Pb	_(¹)	-	-	-	-	-
Ge + Gm	17,60b	0,63b	8,70b	12,03b	1,56b	1,76b
Natural	27,16a	1,53a	23,73a	16,13a	2,73a	3,20a
CV (%)	34,01	87,98	96,52	61,78	59,35	66,68

(¹) Material insuficiente para análise.

- Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade. Solo inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) e não esterilizado e não inoculado (Natural).

Devido a pouca produção de massa seca da parte aérea, não foi possível avaliar os nutrientes das plantas no tratamento com *G. etunicatum* e *P. brasilianum* no solo preservado e antropizado. Dentre os nutrientes avaliados, o nitrogênio apresentou maior quantidade na parte aérea do angico em todos os tratamentos. No solo preservado, os dois tratamentos analisados não apresentaram diferenças nos teores de nutrientes.

No solo antropizado natural houve diferenças significativas em todos os teores de nutrientes nas plantas quando comparado ao tratamento inoculado com *G. margarita* e *G. etunicatum*. Como este tratamento tendeu a apresentar menor crescimento, este efeito é provavelmente um efeito de diluição, que ocorre devido às plantas micorrizadas eficientemente acumularem mais matéria seca num solo com pouca capacidade de fornecimento de nutrientes (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

3.4 Colonização Micorrízica das Raízes de Angico

Os resultados da colonização micorrízica nas raízes do angico podem ser observados na tabela 5.

Tabela 5. Colonização micorrízica das raízes de angico em solo preservado ou antropizado inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) em solo esterilizado e em solo não esterilizado e não inoculado (Natural).

Tratamentos	Colonização %	
	Solo preservado	Solo antropizado
	Angico	
Ge + Pb	64,00b	74,66b
Ge + Gm	88,66a	87,33 ^a
Natural	60,66b	78,00b
CV (%)	15,82	

- Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

De uma forma geral, o angico apresentou alta colonização de suas raízes ficando acima de 60%. A maior porcentagem de colonização foi observada no tratamento com *G. etunicatum* e *G. margarita* nas duas áreas de estudo, sendo entre 87-89%, considerada muito alta. A alta colonização pode ter influenciado no

diferencial de crescimento desse tratamento. O aumento no crescimento da planta é atribuído à capacidade de absorção de nutrientes do solo, principalmente aqueles que se movimentam por difusão, com baixa mobilidade, como o P, Cu e Zn (COLOZZI-FILHO & BALOTA, 1994).

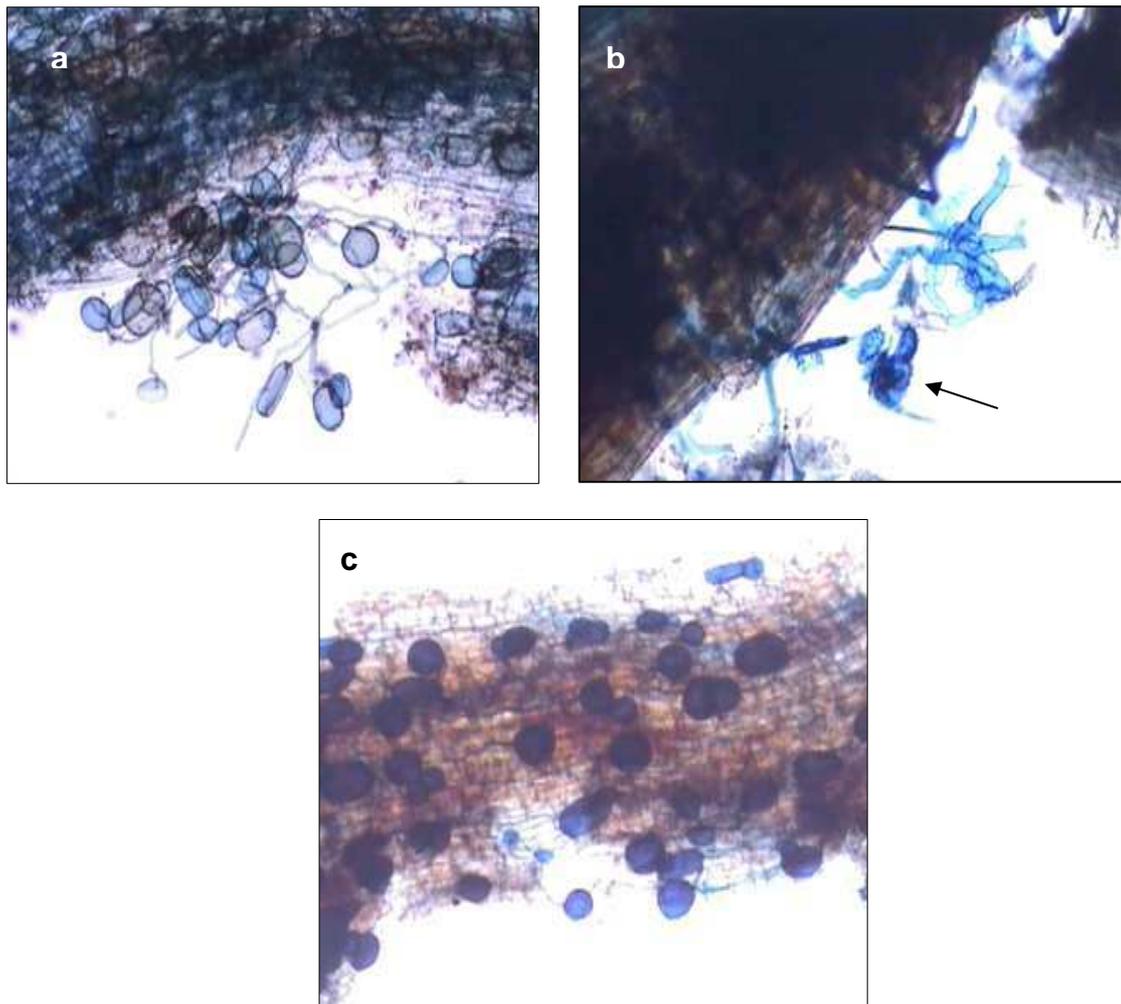


Figura 5. Aspectos da colonização micorrízica em raízes de angico inoculado com Ge + Gm com presença de vesículas, esporos, micélios e hifas intra e extra-radicular (a e c) e células auxiliares (Flecha) com hifas grossas (Clamidosporos) (b). Aumento de 200x.

A ocorrência de colonização de micorriza nas raízes das *Leguminosae-Mimosoideae* tem sido bastante relatada por vários autores (CARNEIRO *et al.*, 1996; CARNEIRO *et al.*, 1998; PATREZE & CORDEIRO, 2005). Espécies nativas

cultivadas em viveiro e casa de vegetação apresentaram colonização de média a alta, sendo que as *Leguminosae-Mimosoideae* obtiveram índice de 86% de micorrização (CARNEIRO *et al.*, 1998).

As estruturas observadas nas raízes do angico foram hifas intra-radiculares e extra-radiculares, vesículas, esporos e células auxiliares (figura 5). A alta pigmentação encontrada na camada epidérmica desta espécie arbórea dificultou a identificação de arbúsculos, mesmo tendo permanecido por 12 horas em KOH (10%) na pré-descoloração.

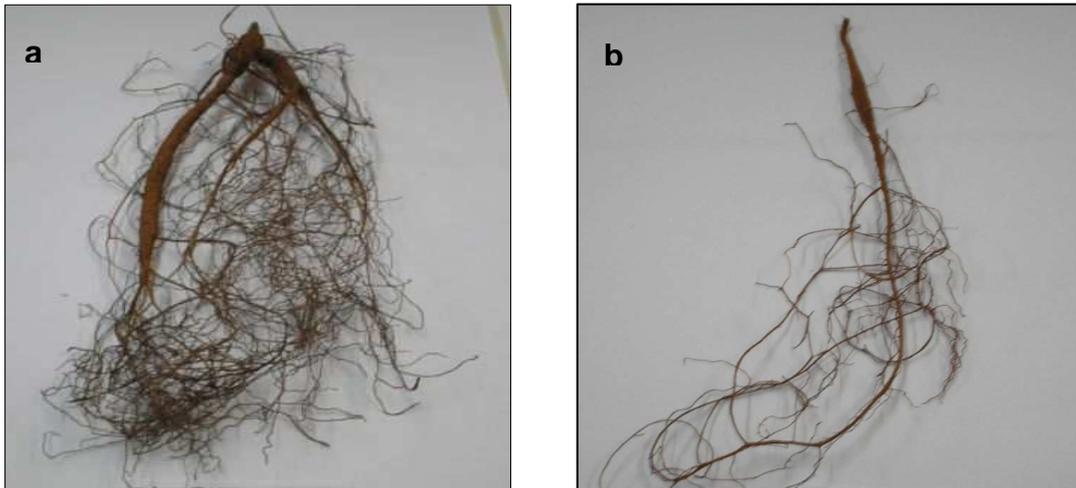


Figura 6. Aspecto do sistema radicular de mudas de *A. macrocarpa* (angico) em solo antropizado estéril inoculado com *G. etunicatum* e *G. margarita* (a) e solo antropizado natural (b).

No solo antropizado a inoculação com *G. etunicatum* e *G. margarita* propiciou aumento no sistema radicular das mudas de angico quando comparadas ao solo natural (tabela 3 e figura 6). Isso é de grande importância para mudas destinadas a reflorestamento em locais degradados ou de baixa fertilidade, pois melhora as condições na absorção de água e nutrientes podendo aumentar a sobrevivência no campo após o plantio.

O processo de absorção de P é similar na hifa micorrízica e nas raízes, sendo muito influenciado pela extensão da hifa externa, bem como pelo requerimento de P da planta hospedeira (RODRIGUES *et al.*, 2003). Além da alta capacidade e eficiência de absorção do P, as hifas dos FMAs avançam solo adentro, absorvendo nutrientes fora da zona de esgotamento que é gerada em torno das raízes e transferida para a planta hospedeira nos arbúsculos (SIQUEIRA *et al.*, 2002).

4 CONCLUSÕES

- A mistura de *Glomus etunicatum* mais *Gigaspora margarita* é eficiente em promover benefícios no crescimento e nutrição de *Anadenanthera macrocarpa* (angico) no solo preservado e antropizado.
- A mistura de *Glomus etunicatum* mais *Gigaspora margarita*, assim como os fungos nativos são eficientes em promover melhor desenvolvimento da parte aérea e das raízes desta espécie de leguminosa arbórea.
- A inoculação com a mistura de *G. etunicatum* mais *Paraglomus brasilianum* não se mostrou eficiente em promover benefícios nutricionais e crescimento ao angico, sendo apenas sua inoculação melhor do que manter as plantas com ausência de micorrizas.
- O angico apresenta alta colonização micorrízica nas raízes tanto nas plantas cultivadas em solo preservado quanto no solo antropizado.

5 LITERATURA CITADA

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992, 365 p.

CARAVACA, F.; ALGUACIL, M.M.; BAREA, J.M.; ROLDÁN, A. Survival of inocula and native AM fungi species associated with shrubs in a antropized Mediterranean ecosystem. **Soil Biology & Biochemistry**, v.37, p. 227-233, 2005.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; CARVALHO, D. de; BOTELHO, S.A.; SAGGIN JUNIOR, O.J. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 4, n. 1, p.129-145, 1998.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C.; GOMES, L.J.; CURI, N.; VALE, F.R. do. Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. **Scientia Forestalis**, n. 50, p. 21-36, 1996.

CAVALCANTE, U.M.T.; MAIA, L.C.; COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, A.T.; SANTOS, V.F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do solo no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 26: p. 1099-1106, 2002.

COLOZZI-FILHO, A.; CARDOSO, E.J.B.N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 10, p.2033-2042, 2000.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, É.L. Micorrizas Arbusculares. In: HUNGRIA, M. ARAUJO, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Embrapa. Brasília, 1994, p. 383-418.

COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, U.M. T.; GOTO, B.T.; SANTOS, V.F. dos; MAIA, L.C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 40, n. 3, p.225-232, 2005.

CHU, E.Y.; MÖLLER, M. DE R. F.; CARVALHO, J. G. de. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 4, p. 671-680, 2001.

FERREIRA, D.F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: Ufla: DEX: Sisvar, 1998. 141p.

GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489-500, 1980.

GROSS, E.; CORDEIRO, L.; CAETANO, F.H. Nodulação e micorrização em *Anadenanthera peregrina* VAR. *falcata* em solo de cerrado autoclavado e não autoclavado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 28: p. 95-101, 2004.

HARTNET, D.C.; WILSON, G.W.T. The role of mycorrhizas in plant community structure and dynamics: lessons from grasslands. **Plant and Soil**, 244: p.319-331, 2002.

KASIAMDARI, R.S.; SMITH, S.E.; SMITH, F.A.; SCOTT, E.S. Influence of the mycorrhizal fungus, *Glomus coronatum*, and soil phosphorus on infection and disease caused by binucleate *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia solani* on mung bean (*Vigna radiata*). **Plant and Soil**, 238: p. 235-244, 2002.

KOSKE, R. E; GEMMA, J. N.. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, p. 488-505, 1989.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum. 3ª edição. Nova Odessa, SP, 2000, 314p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. Princípios e Aplicações. Potafos. 2ª edição. Piracicaba, SP, 1997, 319 p.

MARINHO, N.F.; CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica Brasileira**,18(1): p. 141-149, 2004.

MIRANDA, J. C. C. de; VILELA, L.; MIRANDA, L.N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 1005-1014, 2005.

PATREZE, C.M.; CORDEIRO, L. Nodulation, arbuscular mycorrhizal colonization and growth of some legumes native from Brazil. **Acta Botanica Brasileira**. 19(3): p. 527-537, 2005.

ROCHA, F.S.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. da; LIMA, W.L. de. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2006.

RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; SALOMÃO, M. S. M. B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivoconsorciado de eucalipto e sesbânia. II - absorção e eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 27 p. 593-599, 2003.

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 e DCF, 1996, p. 203-254.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. Avaliação da eficiência simbiótica de fungos endomicorrízicos para o cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 221-228, 1995.

SCALON, S. DE P. Q.; MUSSURY, R.M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, n. 2, p. 107-112, 2005.

SENA, J. O. A.; LABATE, C.A.; CARDOSO, J. B. N. Caracterização Fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 28, p.827-832, 2004.

SILVA, M.A. da; CAVALCANTE, U.M.T.; SILVA, F. S. B. da; SOARES, S.A.G.; MAIA, L.C. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associadas a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). **Acta Botânica Brasília**, 18(4): p. 981-985, 2004.

SIQUEIRA, J.O; FRANCO, A.A. Micorrizas. In: SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A., eds. **Biotechnologia do Solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília-MEC, 1988, p.125-177.

SIQUEIRA; J.O.; LAMBAIS; M.R.; STÜRMER; S.L. Fungos Micorrízicos Arbusculares. **Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento**; n. 25, p. 12-21, 2002.

SOUZA, R.G.; MAIA, L.C.; SALLES, M.F.; TRUFEM, S.F.B. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n.1, p. 49-60, 2003.

**CAPÍTULO III: EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NO CRESCIMENTO
DE MUDAS DE TAMBORIL EM SOLO DE CERRADO PRESERVADO E
ANTROPIZADO**

CAPÍTULO III: EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE TAMBORIL EM SOLO DE CERRADO PRESERVADO E ANTROPIZADO

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência da inoculação de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong) com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em solo de Cerrado preservado e antropizado. Após esterilização ou não, do solo preservado e antropizado, germinou-se sementes de tamboril e inoculou-as com duas combinações de FMAs. Assim, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, o experimento foi constituído de quatro tratamentos: solo esterilizado inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; esterilizado inoculado com *G. etunicatum* + *Gigaspora margarita*; solo natural (não esterilizado e não inoculado) e solo esterilizado não inoculado - testemunha. Avaliou-se o crescimento em altura a cada 15 dias. Foram avaliados aos 150 dias da germinação área foliar, matéria seca da parte aérea e das raízes, comprimento de raízes, teores de nutrientes da parte aérea e colonização micorrízica das raízes. O tamboril não apresentou diferenças significativas em altura nos tratamentos inoculados com FMAs. *G. etunicatum* + *G. margarita* e fungos nativos (solo natural) propiciaram diferenças significativas no total de área foliar, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raiz, nos dois tipos de solo. Maior teor de K, Ca e Mg foram encontrados no tratamento com *G. etunicatum* + *P. brasilianum* no solo preservado. Maior índice de colonização nas raízes foi observado nos tratamentos inoculados com as espécies de *G. etunicatum* + *G. margarita* e fungos nativos, tanto no solo de Cerrado preservado quanto no antropizado.

Palavras chave: Solo antropizado, solo preservado, *Enterolobium contortisiliquum*, fungos micorrízicos.

CHAPTER III: MYCORRHIZAL INOCULATION EFFECTIVENESS IN THE TAMBORIL SEEDLING DEVELOPMENT IN PRESERVED AND ANTROPIZED CERRADO SOILS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of the “tamboril” seedling inoculation (*Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong) with arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) in preserved and antropized Cerrado soil. After the sterilization, or not, of the preserved and antropized soil, the Tamboril seeds germinated and they were inoculated with two combinations of arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs). Thus, it was used an outline thoroughly randomly. The experiment was compound of four treatments (sterilized soil inoculated with *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; sterilized inoculated with *Gigaspora margarita* + *G. etunicatum*; natural soil (not sterilized and not inoculated) and sterilized soil not inoculated - witness. The development in height was evaluated every 15 days. The leaf area, the dry material of the aerial part and the roots, root length, nutrient contents of the aerial part and the mycorrhizal root colonization were evaluated at 150-day old. The “tamboril” didn't show significant differences in height in the treatment inoculated with FMAs. The *G. etunicatum* + *G. margarita* and native fungi (natural soil) provided significant differences in the total of the leaf area, dry material of the aerial part and the dry material of the root in the two kinds of soils. Higher contents of K, Ca and Mg were found in the treatment with *G. etunicatum* + *P. brasilianum* in preserved soil. A higher number of colonization in the roots was observed in the inoculated treatment with the species of *G. etunicatum* + *G. margarita* and native fungi, both in the preserved Cerrado soil and the antropized Cerrado soil.

Key words: antropized soil, preserved soil, *Enterolobium contortisiliquum*, mycorrhizal fungi.

1 INTRODUÇÃO

Os solos do Cerrado caracterizam-se por apresentar baixos teores de nutriente e alta acidez. Devido o aumento nas atividades agropecuárias, instalações de usinas hidrelétricas e outras atividades, o bioma Cerrado tem recebido nos últimos anos, grandes modificações da sua vegetação natural. Para minimizar esses efeitos antrópicos é necessário aplicarmos técnicas de regeneração de plantas nativas de forma rápida e eficiente.

Na recuperação de áreas degradadas, a utilização de microrganismos do solo é uma das alternativas que promovem melhor auxílio no aproveitamento dos nutrientes para as plantas. Entre estes microrganismos destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares que se associam à maioria das raízes de plantas vasculares e são capazes de proporcionar um aumento na absorção dos nutrientes do solo, principalmente o P, para sua planta hospedeira.

O *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril) é uma espécie arbórea nativa da família *Leguminosae-Mimosoideae* que apresenta crescimento rápido e tem sido frequentemente utilizado no reflorestamento de áreas de degradadas. Apresenta uma considerável deposição de liteira, podendo contribuir na regeneração dos solos desprovidos de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes incipiente. Entretanto, o potencial de inoculação com FMAs na formação das mudas dessa espécie em casa de vegetação, ainda é pouco explorado. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong) com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em solo de Cerrado preservado e antropizado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de solos e na casa de vegetação da Universidade Federal do Tocantins, Campus da Engenharia Agrônômica, Gurupi - TO, localizado a 11°43'45" de Latitude Sul e 49°04'07" Longitude Oeste.

2.2 Desenvolvimento das Mudanças em Casa de Vegetação

Para formação das mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong foram coletadas sementes da espécie nativa no mês de setembro no município de Gurupi - TO e armazenadas em câmara fria com temperatura de 24 ± 2 °C e umidade em torno de 57%.

O substrato utilizado foi um Latossolo Vermelho Amarelo, oriundo de uma área de preservação permanente determinada pelo IBAMA e pelo INCRA no assentamento rural Vale - Verde e de uma área antropizada de pastagem, ambos localizados a 18 km aproximadamente do município de Gurupi (TO), em 48°58'49" Latitude sul e 49°00'48" Longitude oeste.

O solo coletado no período chuvoso no Cerrado preservado e antropizado apresentaram as seguintes características químicas respectivamente: MO (Walkley-Black) 22 e 16; pH 5 e 4,7 em CaCl_2 ; Al^{+3} 1 e 5,1 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ em KCl; P 3,4 e 2; K 22,8 e 24,7 mg dm^{-3} em Mehlich I; Mg^{+2} 11,3 e 16; Ca^{+2} 5,5 e 10,5 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ e H+Al extraídos por acetato de cálcio 15 e 29 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$.

O solo coletado na camada de 0 - 20 cm foi trazido para o local da pesquisa e colocado em saco de algodão e introduzido em um recipiente metálico perfurado e autoclavado em temperatura de 121 °C e pressão de 1,5 atm por uma hora, sendo o processo repetido em dois dias consecutivos (KASIAMDARI *et al.*, 2002; SOUZA *et al.*, 2003; MARINHO *et al.*, 2004). A intenção da esterilização em autoclave foi eliminar os fungos micorrízicos nativos e outros microrganismos presentes no solo para inoculação da espécie desejada.

Para aumentar o índice de germinação da semente do angico realizou-se a escarificação e embebição das sementes em água por 24 horas antes do semeio (BRASIL, 1992; SCALON *et al.*, 2005). Em seguida foram colocadas quatro sementes para germinar em sacos plásticos de polietileno com capacidade para 3 quilograma de solo. Após germinação foi feito um desbaste, permanecendo apenas uma plântula em cada recipiente.

Após o desbaste, realizou-se a inoculação das mudas com 10 gramas de solo-inóculo contendo esporos (aproximadamente 1200 esporos) e fragmentos de raízes colonizadas pelas espécies *Glomus etunicatum*, *Paraglomus brasilianum* e *Gigaspora margarita*, provenientes de vaso de multiplicação, fornecido pela Embrapa Cerrados. O inoculante foi colocado a 3 cm aproximadamente, abaixo da superfície do solo contido no recipiente.

2.3 Delineamento e Tratamento Experimental

Utilizou-se um esquema fatorial de 2 x 4, sendo dois tipos de solo (solo preservado ou antropizado) e quatro tratamentos de inoculação (solo esterilizado inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; esterilizado inoculado

com *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*; natural (não esterilizado e não inoculado) e esterilizado não inoculado (testemunha). O delineamento foi inteiramente casualizado com 5 repetições, totalizando 40 plantas, distribuídas da seguintes formas:

Solo preservado: (a) Tratamento 1: esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; (b) Tratamento 2: esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*; (c) Tratamento 3: Natural (não esterilizado e não inoculado) e (d) Tratamento 4: esterilizado não inoculado (Testemunha).

Solo antropizado: (a) Tratamento 1: esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* + *Paraglomus brasilianum*; (b) Tratamento 2: esterilizado e inoculado com *Glomus etunicatum* + *Gigaspora margarita*; (c) Tratamento 3: Natural (não esterilizado e não inoculado) e (d) Tratamento 4: esterilizado não inoculado (Testemunha).

As mudas foram mantidas em condições de casa de vegetação e irrigadas periodicamente.

2.4 Análises

O crescimento em altura (cm) foi acompanhado durante 150 dias. As plantas foram medidas a partir do colo até o meristema apical da parte aérea com régua a cada 15 dias. Após cinco meses do plantio, as plantas foram colhidas inteiras para avaliação das seguintes variáveis:

- Área foliar, avaliada através do medidor de área foliar marca CI - 202 Area Meter, com distribuição uniformizada de todas as folhas na prancha, sendo os resultados expressos em cm^2 .

- Massa seca da parte aérea e das raízes, avaliados a partir da secagem em estufa a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ até peso constante e medido em balança semi-analítica (SENA *et al.*, 2004).

- Comprimento das raízes pivotante inteiras, coletadas cuidadosamente e medidas com régua graduada, da base do caule até o meristema apical da raiz.

- Análises dos teores dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea, após esta ter sido lavada em água corrente e, seca em estufa a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ e triturada em moinho de facas (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

- Análises da colonização micorrízica em aproximadamente um grama de raízes finas. Para isso coletaram-se raízes frescas de três repetições de cada tratamento e armazenaram-se em FAA (Álcool etílico- Ácido acético glacial - Formaldeído). Antes do processamento as raízes foram lavadas com água corrente, diafanizadas com KOH 10% por aproximadamente 12 horas em temperatura ambiente e após foram aquecidas por 40 minutos a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Em seguida foram lavadas com água corrente e acidificadas com HCl 2% e coradas com solução de azul de tripano a 0,05% em solução de lactoglicerol (KOSKE & GEMMA, 1989). Posteriormente, fragmentou-se as raízes em pedaços de aproximadamente 1 cm e transferiu-as para placas de Petri. A taxa de colonização foi determinada através da análise visual de 50 fragmentos por repetição. Esses fragmentos foram selecionados aleatoriamente na placa de Petri, sendo analisados por inteiro, identificando-se as estruturas fúngicas no tecido cortical, com auxílio de microscópio estereoscópico (40x) (GIOVANETTI & MOSSE, 1980). Considerou-se raízes colonizadas com FMAs todos

os fragmentos nos tratamentos inoculados ou não que continham pelo menos uma estrutura micorrízica.

2.5 Análise Estatística

O crescimento vegetativo, tais como, altura, área foliar, matéria seca da parte aérea e raízes e comprimento das raízes foram analisados pelo total de repetições dentro de cada tratamento, sendo a colonização a partir de três repetições em cada tratamento. A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1998) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desenvolvimento do *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril)

Nas figuras 7 e 8 podem ser observados os resultados do crescimento em altura do tamboril em solo preservado e antropizado, respectivamente.

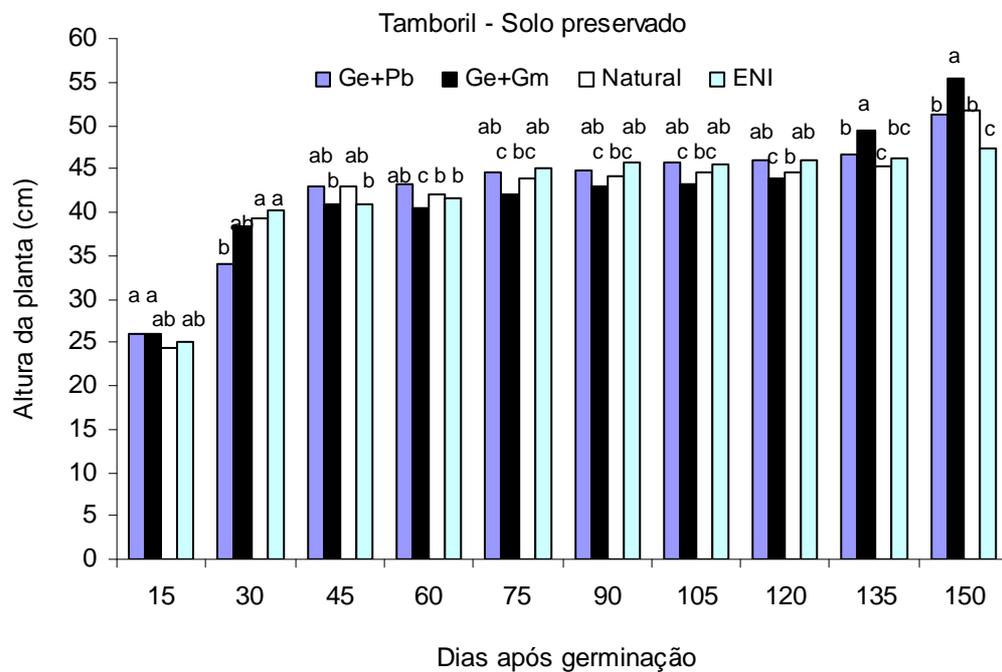


Figura 7. Altura das mudas de tamboril cultivadas em solo preservado esterilizado e inoculadas com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm), natural (não esterilizado e não inoculado) e esterilizado não inoculado (ENI). CV (%) = 11,69.

No geral, a inoculação micorrízica não apresentou diferenças significativas no crescimento em altura das mudas de tamboril entre os tratamentos, tanto no solo preservado quanto no antropizado. Porém as plantas inoculadas com *G. etunicatum* e *G. margarita* apresentaram melhor crescimento aos 150 dias da germinação quando comparado aos demais tratamentos no solo preservado (figura 7).

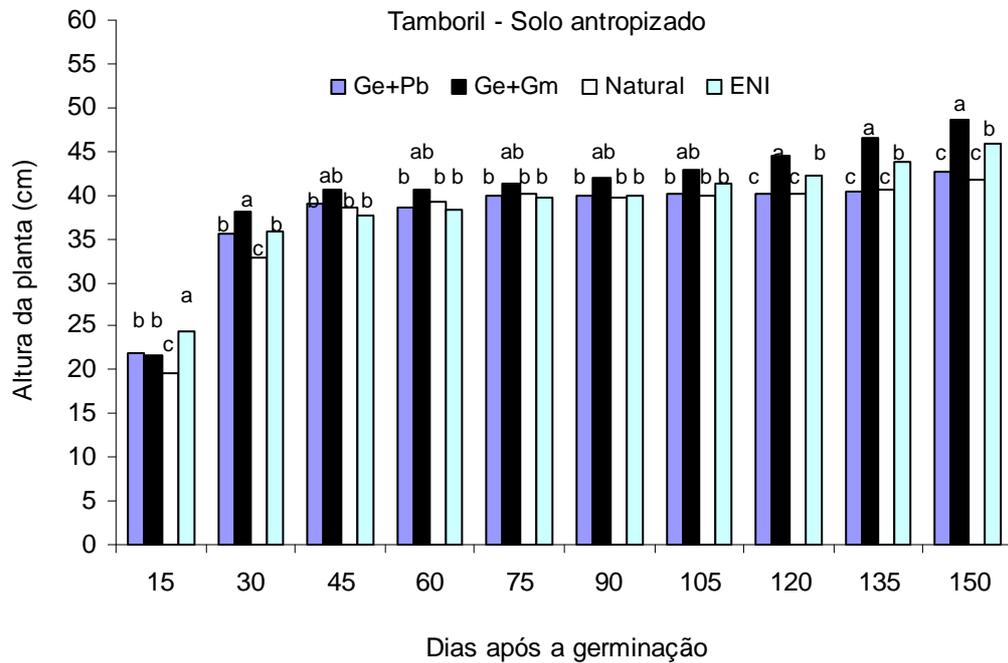


Figura 8. Altura das mudas de tamboril cultivadas em solo antropizado esterilizado e inoculadas com *Glomus etunicatum* (Ge), *Paraglomus brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm), natural (não esterilizado e não inoculado) e esterilizado não inoculado (ENI). CV (%) = 12,86.

No solo antropizado, as plantas de tamboril inoculadas com *G. etunicatum* e *G. margarita* tiveram um melhor crescimento a partir dos 120 DAG, quando comparado ao tratamento esterilizado e não inoculado (figura 8). Rocha *et al.* (2006), observaram benefícios da inoculação, particularmente de *G. margarita* aos 45 dias da emergência das sementes de cedro. Saggin-Júnior *et al.* (1994), concluíram que os isolados de *Glomus etunicatum* apresentaram respostas distintas em relação ao crescimento de cafeeiro, porém inferiores às da espécie *Gigaspora margarita*. Não houve diferenças nos tratamentos com *Glomus etunicatum* e *P. brasilianum*, assim como, no tratamento com solo natural.

Tendo em vista que o crescimento das plantas nos dois tipos de solo foi relativamente similar, acredita-se que esses resultados possam ter relação com os

baixos teores de nutrientes no solo (tabela 1), principalmente o P que é um dos elementos essenciais para o crescimento inicial das plantas. Entretanto, a eficiência dos FMAs pode variar com espécie vegetal e com os níveis de nutrientes disponíveis no solo. A inoculação com FMA promove crescimento diferenciado entre as espécies nativas com forte interação com os níveis de P no solo (SIQUEIRA & SAGGIN-JÚNIOR, 2001). Resultados obtidos por Pouyu-Rojas & Siqueira (2000), mostraram que as mudas dessa espécie nativa exibiram diferenças marcantes entre os tratamentos de inoculação a partir dos 30 dias, porém com introdução de fertilização alta.

A baixa disponibilidade de P é o fator limitante para o crescimento de mais de 60% das plantas nos solos tropicais, isso afeta particularmente as leguminosas simbióticas que usualmente possuem altas exigências de P (ANDREW & ROBINS *et al.*, 1969; ISRAEL, 1987 *apud* VALDEZ *et al.*, 1997). Ao estudar o crescimento de algumas leguminosas nativas, Patreze & Cordeiro *et al.* (2005), verificaram que a colonização na raiz de tamboril foi baixa, mas alta micorrização foi encontrada no tratamento com adição de P e inoculação com rizóbio.

Apesar da eficiente simbiose entre bactérias fixadoras de N e *Enterolobium contortisiliquum* observado por Patreze & Cordeiro (2005), não foi identificado nenhum nódulo nas raízes dessa espécie quando cultivada em solo natural, tanto da área preservada quanto da área antropizada. Isto sugere que não havia estirpes de rizóbios eficientes para esta leguminosa arbórea nos solos estudados, sendo necessário a inoculação das sementes. Nesse sentido, sugere-se que outros testes sejam realizados em casa de vegetação com a dupla associação simbiótica (fungos micorrízicos arbusculares e rizóbios) sem adição de P, visando verificar a

capacidade de aproveitamento dos nutrientes existentes no solo por essa espécie nativa.

3.2 Área Foliar, Massa Seca da Parte Aérea e Raízes e comprimento radicular

Na figura 6, observa-se que a micorrização das plântulas de tamboril com *G. etunicatum* e *G. margarita* em ambos os solos propiciaram diferenças significativas no total de área foliar, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes, sendo superior à inoculação com *G. etunicatum* e *P. brasilianum* e à testemunha com solo esterilizado e não inoculado (ENI). Este resultado sugere que *G. margarita* seja mais eficiente em promover o crescimento de tamboril do que *P. brasilianum*, já que *G. etunicatum* estava presente em ambos os tratamentos. Esta diferença de eficiência também foi verificada por Costa *et al.* (2005), em solo desinfestado, sendo que a área foliar das mangabeiras associadas à *Gigaspora albida* foi maior do que nas plantas em simbiose com *G. etunicatum*, ambos superiores ao controle não inoculado. Burrows & Pflieger (2002), ao pesquisarem a resposta dos hospedeiros à micorrização, verificaram que o peso da parte aérea e das raízes de *Lespedeza capitata* (Fabaceae) não inoculada, foi significativamente menor quando comparada às inoculadas. Entretanto, no presente experimento, o tratamento com *G. etunicatum* e *P. brasilianum* não apresentou diferenças significativas no desenvolvimento da parte aérea quando comparada com o solo esterilizado e não inoculado (ENI) em ambos os solos.

Os FMAs nativos presentes no solo natural coletado tanto na área preservada quanto na antropizada mostraram-se quase tão eficiente quanto Ge + Gm, não diferindo estatisticamente na maioria das variáveis de crescimento de parte aérea e

raízes. O solo natural obteve incremento de 130% no solo preservado e 115% no solo antropizado em relação ao solo ENI (tabela 6). A diversidade de FMAs nativos e outros microrganismos do solo podem ter favorecido o melhor desempenho da raiz, propiciando o maior comprimento e acúmulo de matéria seca. Chu *et al.* (2001), verificaram que o solo não fumigado da testemunha apresentou diferença significativa na matéria seca de raízes de gravioleira quando comparado ao solo fumigado. Maior altura e biomassa de planta crescendo em solo não desinfestado, independente da inoculação de FMAs foi verificado por Costa *et al.* (2005). Os mesmos autores sugerem que deva ser avaliada a eficiência das espécies de FMA nativos existentes no solo.

Tabela 6. Área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e comprimento de raízes (CR) de mudas de tamboril após 150 dias da germinação em solo preservado e antropizado.

Tratamentos	AF cm ²	MSPA -----g.kg ¹ -----	MSR	CR cm
Solo Preservado				
Ge + Pb	19,40b	0,60b	0,54b	31,40b
Ge + Gm	68,20a	2,20a	10,69a	32,62b
ENI	17,60b	0,57b	0,29b	27,90c
Natural	60,40a	1,80a	8,30a	36,50a
CV (%)	34.27	38.43	84.22	26.39
Solo Antropizado				
Ge + Pb	29,00c	1,88b	9,32b	32,25b
Ge + Gm	64,74a	2,84a	11,17a	33,40ab
ENI	27,14c	0,88b	2,13c	30,90b
Natural	49,90b	1,38b	11,34a	35,62a
CV (%)	41.02	40.92	63.29	17.73

- Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

- Solo inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm), esterilizado não inoculado (ENI) e não esterilizado e não inoculado (Natural).

Durante a pesquisa foi verificado que o tamboril apresentou rápido envelhecimento e perda das folhas secundárias nos tratamentos com *G. etunicatum* e *P. brasilianum*, assim como nos tratamentos esterilizado e não inoculado. Poucas

informações têm sido observadas na literatura a respeito do *P. brasilianum*, essa é uma espécie nativa do Cerrado, caracterizada taxonomicamente a cerca de 10 anos a partir de um isolado obtido neste bioma (SPAIN & MIRANDA 1996 *apud* MIRANDA & MIRANDA, 1997).

3.3 Teores de Nutrientes na Parte Aérea

O tamboril apresentou resultados diferenciados de macronutrientes entre os tratamentos (tabela 7), no solo preservado, as plantas submetidas à inoculação com *G. etunicatum* e *P. brasilianum* apresentaram tendências de maiores teores da maioria dos macronutrientes, porém não diferiu estatisticamente em relação ao tratamento esterilizado não inoculado (ENI), exceto pelo K, Ca e Mg. O teor de N e S foi inferior no tratamento com *G. etunicatum* e *G. margarita* e no solo natural, quando comparado com o tratamento (ENI) e Ge + Pb. Isto sugere que há uma combinação de efeitos de diluição e de benefício de micorrizas nos resultados. Nos nutrientes mais escassos as plantas Ge + Gm e natural que cresceram mais, apresentaram menores teores. Isto é particularmente importante para N e o S, onde as plantas menores (Ge + Pb e ENI) apresentam estatisticamente maior teor. Entretanto, houve também efeito de micorrizas, claramente perceptível nos teores de P, K, Ca e Mg onde as plantas sem micorrizas (ENI) apresentavam menores teores de destes nutrientes. Resultados semelhantes foram obtidos por Chu *et al.* (2001), com inoculação de *G. margarita* ou *E. colombiana* para o N e *G. margarita* para o S em mudas de gravioleira.

No solo antropizado o efeito da presença de FMAs foi menos marcante nos teores de nutrientes na parte aérea (tabela 7), apenas os teores de N e Mg nos

tratamentos inoculados e na presença de fungos nativos (solo natural) diferenciaram significativamente em relação ao solo esterilizado não inoculado. Isto sugere que N e Mg foram os nutrientes mais limitantes ao crescimento da planta no solo antropizado, havendo efeito de diluição e benefício micorrízico, respectivamente. Possivelmente o calcário aplicado a esse solo no processo de antropização era de fonte calcítica já que comparado com o solo preservado aumentou apenas os teores de Ca nas plantas.

Tabela 7. Teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea da espécie *E. contortisiliquum* (Tamboril) após 150 dias da germinação em solo preservado ou antropizado submetido a tratamento de esterilização e inoculação de FMAs.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
------(g kg ⁻¹)-----						
Solo Preservado						
Ge + Pb	41,06a	1,03a	26,43a	4,30a	6,70a	4,00a
Ge + Gm	33,03b	0,66a	14,43b	3,76a	5,53a	1,93b
ENI	39,50a	0,46a	10,96c	1,86b	3,50b	2,80a
Natural	31,06b	0,63a	14,93b	4,96a	5,50a	1,96b
CV (%)	11,83	72,06	80,90	58,36	51,24	67,63
Solo Antropizado						
Ge + Pb	17,60c	0,80a	9,00b	14,16b	7,36a	2,83a
Ge + Gm	17,40c	0,70a	12,63a	14,90b	8,03a	3,23a
ENI	31,73a	0,53a	12,10a	13,86b	4,73b	3,06a
Natural	20,23b	0,63a	11,40a	17,06a	6,70a	2,26a
CV (%)	20,83	23,85	44,48	26,40	28,57	17,61

- Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade;

- Solo inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm), esterilizado não inoculado (ENI) e não esterilizado e não inoculado (Natural).

O aproveitamento dos nutrientes pela planta pode ser influenciado por vários fatores, dentre esses, podemos citar o pH e a disponibilidade de nutrientes no solo. Segundo Costa *et al.* (2002), a correção do solo favoreceu o aumento das concentrações de Mg nas folhas de milho, na fonte de P pouco solúvel, de K e N, na fonte solúvel P.

Não foi observada diferença significativa nos teores de P nas plantas micorrizadas desenvolvidas em ambos os tipos de solo. Mas o fato de nos dois solos as plantas sem micorriza (ENI) apresentarem menor valor de teor de P não deve ser mero acaso, já que resultados diferentes foram encontrados por Costa *et al.* (2002), em estudo com milho, onde os tratamentos inoculados com FMAs apresentaram aumentos mais pronunciados nas concentrações de P, na fonte solúvel de P em solo corrigido ou não. Desta forma, possivelmente com mais repetições a diferença estatisticamente seria confirmada.

3.4 Colonização Micorrízica das Raízes de Tamboril

Os resultados da colonização e estruturas fúngicas nas raízes do tamboril podem ser observados na tabela 8 e na figura 9, respectivamente.

Tabela 8. Colonização micorrízica das raízes de tamboril em solo preservado ou antropizado inoculado com *Glomus etunicatum* (Ge), *P. brasilianum* (Pb), *Gigaspora margarita* (Gm) em solo esterilizado, solo esterilizado não inoculação (ENI) ou não esterilizado não inoculado (natural).

Tratamentos	Colonização %	
	Solo preservado	Solo antropizado
	Tamboril	
Ge + Pb	14,00c	30,00c
Ge + Gm	36,66a	65,35b
ENI	0	0
Natural	22,00b	74,00a
CV (%)	36,40	

- Médias seguidas da mesma letra coluna e não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade;

- Médias de três repetições de 50 fragmentos de raízes de aproximadamente um cm em cada tratamento.

Foram constatadas presenças de vesículas, arbúsculos e grande quantidade de hifas nas raízes colonizadas, principalmente nas plantas inoculadas com *G. etunicatum* e *G. margarita* e no solo natural (fungos nativos) da área antropizada.

Em geral, no solo preservado (tabela 8) o índice de colonização micorrízica nas plantas de tamboril foi considerado de baixo a médio, mas a colonização nos tratamentos com *G. etunicatum* e *G. margarita* e no solo natural (fungos nativos) foi significativamente maior com relação à associação do gênero *Paraglomus*. Pouyu-Rojas *et al.* (2006) ao estudarem espécies arbóreas do Sudeste brasileiro verificaram que o tamboril inoculado com *G. margarita* ou *G. etunicatum* apresentou baixa porcentagens de colonização nas raízes. Patreze & Cordeiro (2005), verificaram que todas as espécies nativas estudadas apresentaram colonização baixa, sendo que no *E. contortisiliquum* o índice foi de 24,72%.

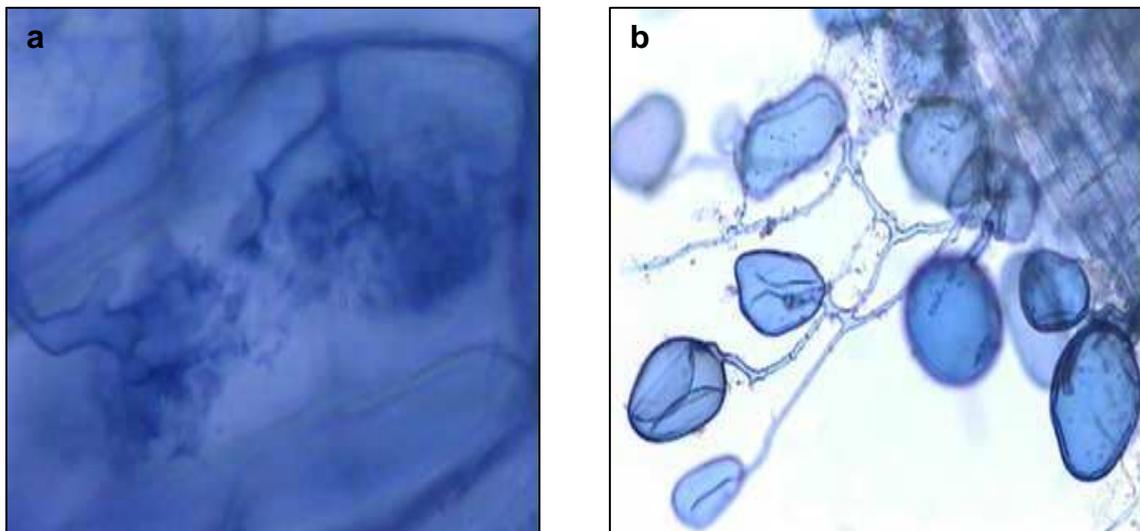


Figura 9. Aspectos da colonização micorrízica em raízes de tamboril com presença de arbúsculos e micélio (a), vesículas e hifas grossas (Clamidosporos) (b). Aumento de 200x (a) e 100x (b).

No solo antropizado (tabela 8), a colonização das plantas de tamboril que desenvolveram em solo natural ou com a inoculação de *G. etunicatum* e *G. margarita*

foi considerada alta. Isso indica que os fungos nativos e os dois gêneros introduzidos foram eficientes na colonização dessa espécie nativa em casa de vegetação. Segundo Souza Sobrinha *et al.* (2000), uma espécie pode ser mais agressiva e competitiva, colonizando precocemente e em abundância as raízes. Carneiro *et al.* (1996), concluíram que as espécies nativas diferiram muito quanto ao nível de colonização, dependência micorrízica e resposta à inoculação com a mistura de *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*.



Figura 10. Aspectos do sistema radicular de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril) em solo antropizado estéril e inoculado com *G. etunicatum* e *G. margarita* (a), solo antropizado natural (b) e em solo antropizado estéril não inoculado (c).

Não foi constatado presença de colonização micorrízica nas raízes das plantas de tamboril nos dois solos esterilizado sem inoculação. Isso pode justificar o crescimento limitado dessa espécie (figura 7) evidenciando sua dependência a micorrizas. Espécies arbóreas dependentes de micorrizas e não inoculadas tiveram seu crescimento limitado no solo que não recebeu adubação nitrogenada, mesmo com adição de fósforo (PEREIRA *et al.*, 1996).

A colonização por *G. etunicatum* e *G. margarita*, assim como por fungos nativos propiciou maior crescimento de raízes, aumento do volume e presença de muitas raízes finas no tamboril (figura 9). Segundo Bever (2002), a micorriza arbuscular pode facilitar o crescimento da planta por aumentar o acesso aos recursos do solo. O crescimento da hifa além da raiz permite um aumento da exploração do volume do solo pelas árvores (FRIONI *et al.*, 1999). O comprimento de hifas externas foi significativamente mais alto em raiz de trevo micorrizada quando comparado com as raízes não micorrizadas (WRIGHT *et al.*, 1998). Além do aumento do volume de solo explorado, a maior parte do efeito nutricional benéfico que as micorrizas promovem é devido à maior área de superfície de contato com o solo (SAGGIN-JÚNIOR & SILVA, 2005). A superfície de contato com o solo é o fator limitante na absorção de nutrientes pouco solúveis.

Mesmo não evidenciando um crescimento pronunciado, a inoculação do tamboril em casa de vegetação se mostrou necessário para formação das mudas, pois a micorrização favoreceu maior formação radicular, aumento da matéria seca da parte aérea e acúmulo de nutrientes nas folhas e caules. Esses fatores podem ser cruciais para o desenvolvimento da planta pós-transplante e sobrevivência no campo, principalmente a formação das raízes. Além disso, Segundo Burrows & Pflieger (2002), um aumento na biomassa da planta poderia manter melhor a

esporulação via aumento da capacidade de fixação de carbono por área ou diretamente através do aumento dos tecidos das raízes disponíveis para colonização.

Por ser uma espécie responsiva à inoculação micorrízica e fixadora de N₂ atmosférico, o tamboril é de grande utilidade na recuperação de áreas degradadas, pois a mesma pode acelerar a regeneração do local devido ao seu rápido crescimento e produção de matéria orgânica. Dentre as espécies pesquisadas por Montagnini *et al.* (1997) em floresta subtropical, o *Enterolobium contortisiliquum* se mostrou com grande potencial de crescimento em altura, diâmetro e sobrevivência no campo.

4. CONCLUSÕES

- A mistura de *Glomus etunicatum* mais *Gigaspora margarita* é eficiente em promover benefícios no crescimento em altura e nutrição do *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril) tanto no solo preservado quanto no solo antropizado.
- A mistura de *G. etunicatum* mais *G. margarita*, assim com os fungos nativos são eficientes em promover maior área foliar, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes do tamboril.
- A inoculação com mistura de *G. etunicatum* mais *Paraglomus brasilianum* não se mostrou eficiente em promover benefícios em crescimento e nutricionais para tamboril, sendo apenas sua inoculação melhor do que manter as plantas com ausência de micorrizas.
- *Glomus etunicatum* mais *G. margarita* e fungos nativos (solo natural) propicia maior índice de colonização micorrízica nas raízes de tamboril no solo preservado e antropizado.
- A inoculação com a mistura de *G. etunicatum* mais *G. margarita* promove maior crescimento e aumento de volume das raízes de tamboril.

5 LITERATURA CITADA

- BEVER, J.D. Host-specificity of AM fungal population growth rates can generate feedback on plant growth. **Plant and Soil**, n. 244, p. 281-290, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992, 365p.
- BURROWS, R.L.; PFLEGER, F.L. Host responses to AMF from plots differing in plant diversity. **Plant and Soil**, n. 240, p. 169-179, 2002.
- CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C.; GOMES, L.J.; CURI, N.; VALE, F.R. do. Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. **Scientia Forestalis**, n. 50, p. 21-36, 1996.
- CHU, E.Y.; MÖLLER, M. DE R. F.; CARVALHO, J. G. de. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 4, p. 671-680, 2001.
- COSTA, T.A.; PINTRO, J.C.; SILVA, E.S.; COSTA, S.M.G.da. Influência da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares, da acidez do solo e de fontes de fósforo no crescimento do milho. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, p.1583-1590, 2002.
- COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, U.M. T.; GOTO, B.T.; SANTOS, V.F. dos; MAIA, L.C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 40, n. 3, p. 225-232, 2005.
- FERREIRA, D.F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: Ufla: DEX: Sisvar, 1998, 141p.
- FLORES-AYLAS, W.W.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. DAVIDE, A.C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento de espécies arbóreas em semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 257-266, 2003.
- FRIONI, L.; MINASIAN, H.; VOLFOVICZ, R. Arbuscular mycorrhizae and ectomycorrhizae in native tree legumes in Uruguay. **Forest Ecology and Management**, n. 115, p. 41-47, 1999.
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489-500, 1980.
- KASIAMDARI, R.S.; SMITH, S.E.; SMITH, F.A.; SCOTT, E.S. Influence of the mycorrhizal fungus, *Glomus coronatum*, and soil phosphorus on infection and disease caused by binucleate *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia solani* on mung bean (*Vigna radiata*). **Plant and Soil**, 238: p. 235-244, 2002.

KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N.. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, p. 488-505, 1989.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. Princípios e Aplicações. Potafos, 2ª edição. Piracicaba, SP, 1997, 319p.

MARINHO, N.F.; CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica Brasileira**, 18(1): p. 141-149, 2004.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1997, p. 69-124.

MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; GRANCE, L.; MAIOCCO, D.; NOZZI, D. Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. **Forest Ecology and Management**, 99: p. 237-246, 1997.

PATREZE, C.M.; CORDEIRO, L. Nodulation, arbuscular mycorrhizal colonization and growth of some legumes native from Brazil. **Acta Botanica Brasilica**. 19(3): p. 527-537, 2005.

PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S.; PURCINO, A.Á.C. Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 8(1): p. 59-65, 1996.

POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J.O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p.103-114, 2000.

POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J.O.; SANTOS, J.G.D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 413-424, 2006.

ROCHA, F.S.; SAGGIN JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. da; LIMA, W.L. de. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2006.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Micorriza Arbuscular: Papel, fundamento e aplicação da simbiose. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (EDs). **Processos Biológicos no Sistema Solo – Planta**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 101-149.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Interação fungos micorrízicos *versus* superfosfato e seus efeitos no crescimento e

teores de nutrientes do cafeeiro em solo não fumigado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 18: p. 27-36, 1994.

SCALON, S. DE P. Q.; MUSSURY, R.M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, n. 2, p. 107-112, 2005.

SENA, J. O. A.; LABATE, C.A.; CARDOSO, J. B. N. Caracterização Fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 28, p. 827-832, 2004.

SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. **Mycorrhiza**, Berlin, v. 11, n. 5, p. 245-255, 2001.

SOUZA SOBRINHA, M.C.; SOUZA, F.A.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. **Levantamentos de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob pastagens de braquiária, na época seca**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Dez, 2000, 19p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica, 04).

SOUZA, R.G.; MAIA, L.C.; SALLES, M.F.; TRUFEM, S.F.B. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 49-60, 2003.

VALDEZ, V.; BECK, D.P.; LASSO, J.H.; DREVON, J.J. Utilization of the acetylene reduction assay to screen for tolerance of symbiotic N₂ fixation to limiting P nutrition in common bean. **Physiologia Plantarum**, 99: p. 227-232, 1997.

WRIGHT, D.P.; READ, D.J.; SCHOLLES, J.D. Mycorrhizal sink strength influences Whole plant carbon balance of *Trifolium repens* L. **Plant Cell and Environment**, 21: p. 881-891, 1998.

6 CONCLUSÕES FINAIS

- Tanto o solo da área preservada quanto o solo da área antropizada apresenta baixa diversidade de gêneros de fungos micorrízicos arbusculares, sendo dominado pelo gênero *Glomus*.
- A mistura de *Glomus etunicatum* mais *Gigaspora margarita* é eficiente em promover benefícios no crescimento e na nutrição de *Anadenanthera macrocarpa* (angico) e *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril).
- Fungos nativos dos solos estudados também são eficientes em promover tais benefícios a estas duas espécies de leguminosas arbóreas.
- A mistura de *G. etunicatum* mais *Paraglomus* não se mostrou eficiente em promover benefícios nutricionais e em crescimento para tamboril e angico, sendo apenas sua inoculação melhor do que manter as plantas com ausência de micorrizas.
- O angico apresenta alta colonização micorrízica nas raízes tanto em solo de Cerrado preservado quanto no antropizado.
- Maior índice de colonização micorrízica nas raízes de tamboril é observado nos tratamentos inoculados com *G. etunicatum* mais *G. margarita* e fungos nativos (solo natural) nos dois tipos de solo.
- A inoculação com a mistura de *Glomus etunicatum* mais *Gigaspora margarita* promove maior crescimento e aumento de volume nas raízes de angico e tamboril.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo, verificou-se que as duas espécies de leguminosas, *A. macrocarpa* (Angico) e o *E. contortisiliquum* (Tamboril) foram responsivas à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e esse fator contribuiu para sobrevivência e crescimento das mudas em casa de vegetação por um maior período de tempo. A inoculação das mudas de angico e tamboril com fungos micorrízicos arbusculares em solo esterilizado se mostrou necessário, sendo essencial ao angico uma vez que foi observada a sua ineficiência no crescimento e alta mortalidade das plantas não micorrizadas, evidenciando uma maior dependência micorrízica desta espécie em relação ao tamboril.

Relativamente a outras espécies arbóreas existem poucos estudos de espécies nativas do Cerrado. A maioria dos trabalhos refere-se a levantamentos realizados em campo ou com adição de nutrientes e associação de rizóbio e ou micorrizas. Nesse sentido, sugere-se que, mais estudos sejam realizados com essas e outras espécies nativas, com intuito de angariar mais informações sobre sua dependência micorrízica e sobre as espécies de FMAs eficientes em lhes promover benefícios. Sugere-se também estudos com a espécie de *Paraglomus brasilianum* associados ou não a outros FMAs para reunir mais informações à respeito dessa espécie nativa do Cerrado.

Levantamentos mais detalhados sobre ocorrência de FMAs no bioma Cerrado se fazem necessário, principalmente com a identificação das espécies e, sobretudo no Estado do Tocantins. Diante de tais informações, poderemos contribuir na manutenção, conservação e uso adequado dos solos, assim como na preparação de mudas nativas e inoculadas antes de introduzi-las no campo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado**: Espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998, 464p.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F. DE; BARROS, N. F. DE; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de Solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.,V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, 1999, p. 25-32.
- AMORIM, S.M.C. de; PAIM, A. C.B.; SILVA, M.G.; Estudos ecofisiológicos sobre endomicorrizas. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 33, p. 23-26, 2004.
- BERBARA, R. L. L.; FONSECA, H. M. A. C. Colonização Radicular e Esporulação de Fungos Micorrízicos Arbusculares *IN VITRO*. In: SIQUEIRA, J. O. **Avanços em Fundamentos e Aplicações de Micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/DCS e DCF, 1996, p. 39-66.
- BEVER, J.D. Host-specificity of AM fungal population growth rates can generate feedback on plant growth. **Plant and Soil**, n. 244, p. 281-290, 2002.
- BRASIL. Lei Federal n. 9.985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1^o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Ministério do Meio Ambiente**. Regulamentação do SNUC. Acesso em 09/2005. Disponível em <www.mma.gov.br>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992, 365p.
- BRUNDRETT, M.C. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. Tansley review no. 134. **New Phytologist**, n. 154, p. 275-304, 2002.
- BUCHER, M. Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces. **New Phytologist**, n. 173, p. 11-26, 2007.
- BURROWS, R.L.; PFLEGER, F.L. Host responses to AMF from plots differing in plant diversity. **Plant and Soil**, n. 240, p. 169-179, 2002.
- CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L.; GRANHA, J.R.D. de O.; MARINHO, N.F. Fungos micorrízicos arbusculares em estéril revegetado com *Acacia mangium*, após mineração de bauxita. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 373-381, 2005.
- CARAVACA, F. BAREA, J. M.; PALENZUELA, J.; FIGUEROA, D.; ALGUACIL, M.M.; ROLDÁN, A. Establishment of shrub species in a antropized semiarid site after

inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi. **Applied Soil Ecology**, n. 636, p. 1-9, 2003.

CARAVACA, F.; ALGUACIL, M.M.; BAREA, J.M.; ROLDÁN, A. Survival of inocula and native AM fungi species associated with shrubs in a antropized Mediterranean ecosystem. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 37, p. 227-233, 2005.

CARNEIRO, J. G. DE A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF Campos: UENF, p. 213-239, 1995.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da aplicação de fósforo no estabelecimento de forrageiras em solo degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 9, p. 1669-1677, 1999.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C.; GOMES, L.J.; CURI, N.; VALE, F.R. do. Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. **Scientia Forestalis**, n. 50, p. 21-36, 1996.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; CARVALHO, D. de; BOTELHO, S.A.; SAGGIN JUNIOR, O.J. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 4, n. 1, p. 129-145, 1998.

CARRENHO R.; TRUFEM S.F.B.; BONONI V.L.R. Fungos micorrízicos arbusculares em rizosferas de três espécies de fitobiontes instaladas em área de mata ciliar revegetada. **Acta Botânica Brasílica**. 15(1): p. 115-124, 2001.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Florestas, v. 1, 2003, 1.039p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPFF; Brasília, 1994, 640p.

CAVALCANTE, U.M.T.; MAIA, L.C.; COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, A.T.; SANTOS, V.F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do solo no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 26: p. 1099-1106, 2002.

CHEN, X.; TANG, J.; ZHI, G.; HU, S. Arbuscular mycorrhizal colonization and phosphorus acquisition of plants: effects of coexisting plant species. **Applied Soil Ecology**, v. 28, p. 259-269, 2005.

CHU, E.Y.; MÖLLER, M. DE R. F.; CARVALHO, J. G. de. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 4, p. 671-680, 2001.

COLOZZI-FILHO, A.; CARDOSO, E.J.B.N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalaria cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 10, p. 2033-2042, 2000.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, É.L. Micorrizas Arbusculares. In: HUNGRIA, M. ARAUJO, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Embrapa. Brasília, 1994, p. 383-418.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Instituto de Desenvolvimento Florestal, 1978, v. 5, 687p.

COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, U.M. T.; GOTO, B.T.; SANTOS, V.F. dos; MAIA, L.C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 40, n. 3, p. 225-232, 2005.

COSTA, T.A.; PINTRO, J.C.; SILVA, E.S.; COSTA, S.M.G.da. Influência da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares, da acidez do solo e de fontes de fósforo no crescimento do milho. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1583-1590, 2002.

DE ANGELIS NETO, G.; DE ANGELIS, B.L.D.; OLIVEIRA D.S. de. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 26, n. 1, p. 65-73, 2004.

EIBL, B.; FERNANDEZ, R.A.; KOZARIK, J.C.; LUPI, A.; MONTAGNINI, F.; NOZZI, D. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. **Agroforestry Systems**, 48: p. 1-8, 2000.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**, 2ª edição. Rio de Janeiro, 1997, 212p. il (EMBRAPA-CNPS. Documento, 1.

EOM A.H.; HARTNETT D.C.; WILSON, G.W.T. Host plant species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. **Oecologia**, v. 122, p. 435-444, 2000.

FABER; B.A.; ZASOSKI; R.J.; MUNNS; D. N. A method for measuring hyphal nutrient and water uptake in mycorrhizal plants. **Canadian Journal of Botanic**. 69: p. 87-94, 1991.

FERREIRA, D.F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: Ufla: DEX: Sisvar, 1998, 141p.

FISCHER, C.R.; JANOS, D.P.; PERRY, D.A.; LINDERMAN, R.G.; SOLLINS, P. Mycorrhiza inoculum potentials in tropical secondary succession. **Biotropica**, v. 26, p. 369-377, 1994.

FLORES-AYLAS, W.W.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. DAVIDE, A.C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento de espécies arbóreas em semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 257-266, 2003.

FRIESE, C.F.; ALLEN, M.F. The spread of VA mycorrhizal fungal hyphae in the soil: inoculum types and external hyphal architecture. **Mycologia**, n. 83, p. 409-418, 1991.

FRIONI, L.; MINASIAN, H.; VOLFOVICZ, R. Arbuscular mycorrhizae and ectomycorrhizae in native tree legumes in Uruguay. **Forest Ecology and Management**, n. 115, p. 41-47, 1999.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transaction of the British Mycological Society**, v. 46, p. 235-244, 1963.

GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489-500, 1980.

GOEDERT, W.J. Management of the Cerrado soils of Brazil: a review. **Journal of Soil Science**, v. 34, p. 405-428, 1983.

GROSS, E.; CORDEIRO, L.; CAETANO, F.H. Nodulação e micorrização em *Anadenanthera peregrina* VAR. *falcata* em solo de cerrado autoclavado e não autoclavado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 28: p. 95-101, 2004.

HARTNET, D.C.; WILSON, G.W.T. The role of mycorrhizas in plant community structure and dynamics: lessons from grasslands. **Plant and Soil**, 244: p. 319-331, 2002.

HERNÁNDEZ, G.R. Inducción del enraizamiento em *Agave salmiana* Otto com *Agrobacterium rhizogenes* y colonización de raices transformadas por *Glomus intraradices*, 2002, 114 f. Tesis de Doctor. Universidad de Colima. México.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Plano de Desenvolvimento Agrário do Assentamento Vale-Verde, Gurupi, TO, Brasil, sd, 75p.

INVAM. International Culture Collection of (Vesicular) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. <<http://invam.caf.wvu.edu>> Acesso em 12/2006.

IPEF. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. Disponível na Internet. Site: <<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes>>. Acesso em 03/2007.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, 48(9): p.692, 1964.

KASIAMDARI, R.S.; SMITH, S.E.; SMITH, F.A.; SCOTT, E.S. Influence of the mycorrhizal fungus, *Glomus coronatum*, and soil phosphorus on infection and disease caused by binucleate *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia solani* on mung bean (*Vigna radiata*). **Plant and Soil**, 238: p. 235-244, 2002.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B.A. Conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KOSKE, R. E; GEMMA, J. N.. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, p. 488-505, 1989.

KRUCKELMANN, H.W. Effects of fertilizers, soils, soil tillage and plant species on frequency of Endogene chlamydospores and mycorrhizal infection in arable soils. In: ANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. **Endomycorrhizas**. London: Academic Press, 1975, p. 511-525.

LIMA, C. P.; PAULA JUNIOR, T., J. DE; ZAMBOLIM, L. Efeito de fungos micorrízicos vesícula - arbusculares no crescimento de *Eucalyptus grandis*, em condições de campo. **Revista Árvore**, v. 18, n. 2, p. 154-168, 1994.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum. 3ª edição. Nova Odessa, SP, 2000, 314p.

MACEDO, A.C. **Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. Revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. São Paulo. Fundação Florestal, não paginado, 1993.

MACEDO, A.C. **Revegetação: Matas ciliares e de proteção ambiental**. Revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. São Paulo: Fundação Florestal, não paginado, 1993a.

MACHADO, R.B. RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perdas da área do Cerrado brasileiro**. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. Princípios e Aplicações. Potafos. 2ª edição. Piracicaba, SP, 1997, 319 p.

MARINHO, N.F.; CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica Brasílica**,18(1): p. 141-149, 2004.

MARTINS, C.R.; MIRANDA, J.C.C. de; MIRANDA, L.N. de. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida setifolia* kunth em áreas degradadas do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 4, p. 665-674, 1999.

MATOS, R.M.B.; SILVA, E.M.R. da; LIMA, E. **Fungos micorrízicos e nutrição de plantas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa-CNPAB. Documentos 98), 1999, 36p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Ministra propõe criação de grupo interministerial para cuidar do Cerrado, 2005. Acesso em 09/2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/>.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Micorriza arbuscular e uso de adubos verdes em solos do Bioma Cerrado. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina: Embrapa – Cerrados, 2006, p. 211-236.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa – Cerrados, 1997, p. 69-124.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. Produção de mudas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em viveiros. **Recomendação Técnica**, n. 24. Brasília, 2001.

MIRANDA, J. C. C. de; VILELA, L.; MIRANDA, L.N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 1005-1014, 2005.

MOLION, L.C.B. Influência da floresta no ciclo hidrológico. In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais. **Anais**. Curitiba: Embrapa-CNPf, 1985, p. 1-7.

MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; GRANCE, L.; MAIOCCO, D.; NOZZI, D. Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. **Forest Ecology and Management**, 99: p. 237-246, 1997.

MOREIRA, P. R. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, poços de caldas, MG. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo.

MORENO, M.I.C.; CARDOSO, E. Utilização do método twinspan na delimitação de formações vegetacionais do cerrado. **Caminhos de Geografia** - revista on line, 16: p. 108-116, 2005.

MORTON, J.B.; BENNY, G.L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glominae and Gigasporinae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon**. Ithaca, v. 37, p. 471-491, 1990.

NOGUEIRA, M.A.; CARDOSO, E.J.B.N. Plant growth and phosphorus uptake in mycorrhizal rangpur lime seedlings under different levels of phosphorus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 1, p.93-99, 2006.

ONGUENE, N.A.; KUYPER, T.W. Growth response of three native timber species to soils with different arbuscular mycorrhizal inoculum potentials in South Cameroon Indigenous inoculum and effect of addition of grass inoculum. **Forest Ecology and Management**, n. 210, p. 283-290, 2005.

PATREZE, C.M.; CORDEIRO, L. Nodulation, arbuscular mycorrhizal colonization and growth of some legumes native from Brazil. **Acta Botanica Brasilica**. 19(3): p. 527-537, 2005.

PAUL, E.A.; CLARCK, F.E. **Soil Microbiology and Biochemistry**. London, 1988, p. 200-223.

PEDERSEN, C.T.; SYLVIA, D.M. Mycorrhiza: Ecological implications for plant interactions. In: MUKERJI, K.G. (Ed.). **Concepts in Mycorrhizal Research**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996, p.195-222.

PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S.; PURCINO, A.Á.C. Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 8(1): p. 59-65, 1996.

POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J.O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 103-114, 2000.

POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J.O.; SANTOS, J.G.D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 413-424, 2006.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: Ambiente e Flora**. EMBRAPA-CPAC, Brasília, 1998, 556p.

RILLIG, M.C. Arbuscular mycorrhizae and terrestrial ecosystem processes. **Ecology Letters**, 7: p. 740-754, 2004.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de Dendrologia Brasileira**. 2ª edição. SP, 1990, 305p.

ROCHA, F.S.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. da; LIMA, W.L. de. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2006.

RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; SALOMÃO, M. S. M. B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivoconsorciado de eucalipto e sesbânia. II - absorção e eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 27, p. 593-599, 2003.

RODRÍGUEZ, T.S.; NIEVES, J.S.; GUTIÉRREZ, E.M.; CORTÉS, F.C. Interacción Micorrizas Arbusculares *Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) Y efectos sobre el crecimiento de *Brachiaria decumbens* (Poaceae). **Acta Biológica Colombiana**, v. 11, n. 1, p. 43-54, 2006.

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 e DCF, 1996, p. 203-254.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Micorriza Arbuscular: Papel, fundamento e aplicação da simbiose. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (EDs). **Processos Biológicos no Sistema Solo – Planta**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 101-149.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. Avaliação da eficiência simbiótica de fungos endomicorrízicos para o cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 221-228, 1995.

SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Interação fungos micorrízicos *versus* superfosfato e seus efeitos no crescimento e teores de nutrientes do cafeeiro em solo não fumigado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 18: p. 27-36, 1994.

SCALON, S. DE P. Q.; MUSSURY, R.M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, n. 2, p. 107-112, 2005.

SCOTTI, M.R.M.M.L. Fixação biológica do nitrogênio por espécies arbóreas. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., eds. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1997, p. 153-186.

SENA, J. O. A.; LABATE, C.A.; CARDOSO, J. B. N. Caracterização Fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 28, p. 827-832, 2004.

SILVA G. A. da; MAIA, L.C.; SILVA, F.S.B. da; LIMA, P.C.F. Potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares oriundos de área de caatinga nativa e degradada por mineração, no Estado da Bahia, Brasil. **Revista de Brasileira Botânica**. São Paulo, v. 24, n. 2, p. 135-143, 2001.

SILVA JÚNIOR, J. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares associados à pupunha e ao cupuaçu cultivados em sistema agroflorestal e em monocultivo na Amazônia Central. Tese de Doutorado. Piracicaba, 2004, 95p.

SILVA, G.A. da.; TRUFEM, S. F. B.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; MAIA, L.C. Arbuscular mycorrhizal fungi in a semiarid copper mining area in Brazil. **Mycorrhiza**, 15: p. 47-53, 2005.

SILVA, L.M.B. da; BARBOSA, D.C. de A. Crescimento e sobrevivência de *anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) brenan (leguminosae), em uma área de caatinga, alagoinha, PE. **Acta Botânica Brasília**, 14(3), p. 251-261, 2000.

SILVA, M.A. da; CAVALCANTE, U.M.T.; SILVA, F. S. B. da; SOARES, S.A.G.; MAIA, L.C. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associadas a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). **Acta Botânica Brasília**, 18(4): p. 981-985, 2004.

SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N. **Microbiologia do solo**. Campinas, 1992, p. 257-282.

SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. **Mycorrhiza**, Berlin, v. 11, n. 5, p. 245-255, 2001.

SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. **Microrganismos de importância Agrícola**. Embrapa. Brasília, 1994, p. 151-194. (EMBRAPA-CNPAP).

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. Micorrizas. In: SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A., eds. **Biotechnologia do Solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília-MEC, 1988, p. 125-177.

SIQUEIRA; J.O.; LAMBAIS; M.R.; STÜRMER; S.L. Fungos Micorrízicos Arbusculares. **Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento**; n. 25, p. 12-21, 2002.

SOUSA, D.M.G. DE; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G. DE; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa, 2ª edição, 2004, p. 147-168.

SOUZA SOBRINHA, M.C.; SOUZA, F.A.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. **Levantamentos de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob pastagens de braquiária, na época seca**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Dez, 2000, 19p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica, 04).

SOUZA, F. A. de. **Banco Ativo de Glomales da Embrapa Agrobiologia: Catalogação e Introdução de novos isolados desde 1995**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Embrapa *Agrobiologia*. Doc. 123, 2000, 40p.

SOUZA, F.A. de; SILVA, E.M.R. da. Micorrizas arbusculares na vegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J.O. **Avanços em fundamentos e aplicação de Micorrizas**, Lavras, MG, 1996, p. 255-290.

SOUZA, L. M. Utilização de microrganismos na agricultura. **Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 21, p. 28-31, 2001.

SOUZA, R.G.; MAIA, L.C.; SALLES, M.F.; TRUFEM, S.F.B. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 49-60, 2003.

SPERA, S.T.; CORREIA, J.R.; REATTO, A. Solos do Bioma Cerrado: propriedades químicas e físico-hídricas sob uso e manejo de adubos verdes. In: CARVALHO, A.M. DE; AMABILE, R.F. **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006, p. 41-70.

SRINATH, J.; BAGYARAJ, D.J.; SATYANARAYANA, B.N. Enhanced growth and nutrition of micropropagated *Ficus benjamina* to *Glomus mosseae* co-inoculated with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus coagulans*. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, 19: p. 69-72, 2003.

SUDING, K.N.; GROSS, K.L.; HOUSEMAN, G.R. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. **TRENDS in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 1, p. 46-53, 2004.

TRANNIN, I.C.B.; MOREIRA, F.M.S. SIQUEIRA, J.O. Crescimento e nodulação de *Acacia mangium*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Sesbania virgata* em solo contaminado com metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25: p. 43-753, 2001.

TURNAU, K.; RYSZKA, P.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; TUINEN, D.VAN. Identification of arbuscular mycorrhizal fungi in soils and roots of plants colonizing zinc wastes in southern Poland. **Mycorrhiza**, 10: p. 169-174, 2001.

VALDEZ, V.; BECK, D.P.; LASSO, J.H.; DREVON, J.J. Utilization of the acetylene reduction assay to screen for tolerance of symbiotic N₂ fixation to limiting P nutrition in common bean. **Physiologia Plantarum**, 99: p. 227-232, 1997.

VIGO, C.; NORMAN, J.R.; HOOKER, J.E. Biocontrol of the pathogen *Phytophthora parasitica* by arbuscular mycorrhizal fungi is a consequence of effects on infection loci. **Plant Pathology**, n. 49, p. 509-514, 2000.

WADT, P.G.S.; PEREIRA, J.E.S.; GONÇALVES, R.C.; SOUZA, C.B.da C.; ALVES, L.S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Embrapa. Rio Branco, AC, 2003, 29p.

WRIGHT, D.P.; READ, D.J.; SCHOLE, J.D. Mycorrhizal sink strength influences whole plant carbon balance of *Trifolium repens* L. **Plant Cell and Environment**, 21: p. 881-891, 1998.

WU, B.; ISOBE, K.; ISHII, R. Arbuscular mycorrhizal colonization of the dominant plant species in primary successional volcanic deserts on the Southeast slope of Mount Fuji. **Mycorrhiza**, v. 14: p. 391-395, 2004.

YAMATO, M. Morphological types of arbuscular mycorrhizal fungi in roots of weeds on vacant land. **Mycorrhiza**, 14: p. 127-131, 2004.

ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J. O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura**. EPAMIG, 1985, 36 p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)