

MARA ROJANE BARROS DE MATOS

**Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em
mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez,
Apocynaceae)**

Feira de Santana – Bahia

2007



Universidade Estadual de Feira de Santana
Departamento de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Botânica

Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez, Apocynaceae)

MARA ROJANE BARROS DE MATOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de *Doutor em Botânica*.

Orientador: Prof. Dr. Juan Tomas Ayala Osuna (UEFS)

Co-orientador: Dr. Aldo Vilar Trindade (Embrapa/CNPMPF)

Feira de Santana
Bahia - Brasil
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

M433f Matos, Mara Rojane Barros.
Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em mangabeira
(*Hancornia speciosa* Gomez, Apocynaceae) / Mara Rojane
Barros de Matos. Feira de Santana: UEFS/Departamento de
Ciências Biológicas, 2007.
f. : Il. ; 29cm
Orientador: Profº Dr. Juan Tomas Ayala Osuna
Co-orientador: Dr. Aldo Vilar Trindade
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Feira de Santana.
Departamento de Ciências Biológicas. 2007.

1. Fungos micorrízicos arbusculares 2. *Hancornia speciosa*
3. Biodiversidade I. Osuna, Juan Tomas Ayala II. Trindade, Aldo
Vilar III. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento
de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDD: 589.25

Banca Examinadora

Prof. Dr. Juan Tomas Ayala Osuna
Prof. Titular UEFS / Orientador e Presidente da Banca

Profa. Dra. Lígia Silveira Funch (UEFS)

Prof. Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão (UEFS)

Profa. Dra. Myrna Friederichs Landim de Souza (UFS)

Prof. Dr. Osvaldo Manoel dos Santos (UFBA)

Feira de Santana – BA
2007

Aos meus filhos Rodrigo e Filipe,
A meu pai Ivo Matos.

CONTEÚDO

Página

Agradecimentos	7
Lista de Figuras	9
Lista de Tabelas	11
Resumo geral	13
General abstract	17
Capítulo I. Introdução Geral	
1.1. Introdução	19
1.2. Referencial teórico	22
1.3. Associação micorrízica e sua importância	27
1.4. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs)	31
1.5. Ecologia dos FMAs	33
1.6. Efeitos da simbiose micorrízica sobre o fitness da planta	35
1.7. Linhas gerais deste trabalho	38
1.8. Referências Bibliográficas	39
Capítulo II Diversidade e abundância de fungos micorrízicos na rizosfera de mangabeiras nativas (<i>Hancornia speciosa</i> Gómez)	
Resumo	49
Abstract	51
2.1. Introdução	53
2.1.1. Objetivos do estudo	57
2.2. Material e Métodos	58
2.2.1. Áreas de estudo	58
2.2.2. Delineamento experimental	68
2.2.3. Dados climáticos	68
2.2.4. Amostragem do dolo	68
2.2.5. Extração dos esporos e montagem das lâminas	68
2.2.6. Identificação das espécies de FMA	69
2.2.7. Avaliação da biodiversidade de FMAs usando plantas armadilhas	69
2.2.8. Avaliação do potencial de infectividade através do NMP (Número Mais Provável)	70
2.2.9. Avaliação da colonização micorrízica em <i>H. speciosa</i> Gomez	71
2.2.10. Análises estatísticas	72
2.3. Resultados e Discussão	74
2.3.1. Densidade de esporos de FMAs	74
2.3.2. Taxa de colonização micorrízica em <i>H. speciosa</i> Gomez	83
2.3.3. Ocorrência das espécies	92
2.3.4. Estudo comparativo das populações de FMAs	99
2.3.5. Avaliação da biodiversidade de FMAs usando diferentes plantas iscas	108
2.3.6. Número de propágulos infectivos	114
2.3.7. Conclusões	116
2.3.8. Referências Bibliográficas	118

Capítulo III. Eficiência micorrízica de fungos micorrízicos arbusculares nativos em mangabeira (<i>Hancornia speciosa</i> Gómez)	
Resumo	128
Abstract	130
3.1. Introdução	132
3.2. Material e Métodos	135
3.3. Resultados e Discussão	138
3.3.1. Efeito da inoculação sobre o crescimento e produção de biomassa	138
3.3.2. Avaliação nutricional	147
3.4. Conclusões	149
3.5. Referências Bibliográficas	150
4. Considerações Finais	155

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB, Campus II) e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGBOT) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), pela oportunidade oferecida para realização deste curso,

A FAPESB, pela Bolsa de Estudo e financiamento do projeto de Doutorado,

Ao Prof. Dr. Juan Ayala Osuna, pela orientação e apoio,

Ao Pesquisador Dr. Aldo Vilar Trindade, pela orientação e apoio, e por ter viabilizado e acreditado no meu trabalho,

Ao Centro Nacional de Pesquisa da Mandioca e Fruticultura (CNPMPF/EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia) pela disponibilização do espaço e materiais para realização dos experimentos,

A COPENER Florestal Ltda., pela disponibilização dos dados climáticos da região de Alagoinhas.

Ao Prof. Dr. José Marcos Nunes, pela amizade e apoio, e pela disponibilização dos equipamentos do Laboratório de Algas Marinhas (IB - UFBA),

À Profª. Dra. Myrna Landim, pela amizade, conselhos, apoio, correções e bibliografia,

À Profª. Dra. Luciene Lima, seu esposo e filha, Gilberto e Luciana Lima, pela acolhida, amizade, apoio e incentivo,

À Lícia Diu, Larissa Diu e Maysa Vieira, pela grande ajuda em todos os momentos e, principalmente, na montagem das lâminas,

Aos funcionários do laboratório de Microbiologia do Solo/CNPMPF/Embrapa, pelo apoio, em especial Luís Carlos Barbosa, João Souza e Isabel Maia,

À Mariana Baraúna, Carine Oliveira e Alessandra, pelo apoio,

Ao Prof. Dr. Osvaldo Manoel dos Santos (*in memoriam*), pela bibliografia e sábios e valiosos conselhos,

Ao Prof. Dr. Cid José Bastos e Msc. Silvana Bastos, pelo apoio,

À Msc. Francimira Rocha, pelo carinho, apoio e bibliografia,

A Natalício Cruz, Valdelino Bispo, Jadson da Anunciação Santos e Ivanildo Pereira de Souza, pelo grande apoio nos trabalhos de campo,

Aos estagiários Denis Benjamin, Alex Anjos, Jorge Santos, pela grande ajuda na montagem e manutenção dos experimentos,

Ao estagiário José Augusto Sacramento e Alide Watanabe, pelo apoio em etapas importantes do experimento de inoculação,

À Msc. Iraíldes da Silva Santos, pela identificação e confirmação das espécies,

Ao Msc. Lander Alves, pela bibliografia,

Aos Professores Dra. Ana Lúcia Torres e Dr. Geraldo Aquino, pela disponibilização do Laboratório de Citogenética (UFBA) para realização das microfotografias,

Ao João Paulo I e João Paulo II, pelas dicas e ajuda na realização das microfotografias,

À família Barros Ferreira (Alzamira, Antônio Carlos, Juliana e Zâmia), pelo grande apoio e por “adotarem” a minha família na minha ausência,

A Cassimiro e Ezerlane, pelo incentivo,

À Cassandra B. de Matos, pelo apoio,

À Lea, pela acolhida e amizade.

À Ery Mendes e Ana Lúcia Teixeira, pela ajuda na confecção dos mapas.

À Prof. Dra. Marlene Peso, pelas sugestões e análises estatísticas,

À Msc. Jacqueline Rosa, pelos programas estatísticos,

À Profa. Dra. Lia D’Afonseca, pela bibliografia e disponibilização dos dados climáticos de Lençóis,

À minha família, pelo apoio durante a realização desta jornada, e em especial Ivo Matos, pelo incentivo e pela valiosa ajuda nos trabalhos de campo,

A todos os amigos que se fizeram presentes em tantos momentos, pelo incentivo e apoio sempre.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Mapa do Estado da Bahia, Brasil, mostrando as duas regiões estudadas em laranja. Fonte CEIA. 2007.	59
Figura 2.2. Mapa do Município de Lençóis, Bahia, evidenciando a área de estudo (Capitinga), indicada com um círculo. Fonte: Folha Topográfica. Escala 1:100.000. SUDENE. 1976. Recorte ampliado com escala aproximada de 1:80.000.	60
Figura 2.3 Mapa do Município de Alagoinhas, Bahia, evidenciando a área de estudo (Calú) indicada com um círculo. Fonte: Folha Topográfica. Escala 1:100.000. IBGE. 1967. Recorte ampliado com escala aproximada de 1:80.000.	61
Figura 2.4. Lençóis, Balanço hídrico. Fonte: INMET. 2007.	64
Figura 2.5. Alagoinhas, Balanço hídrico. Fonte: INMET. 2007.	65
Figura 2.6. Aspecto geral da Capitinga mostrando a fisionomia semelhante às restingas arbustivas (A, B, C, D, E). Em detalhe árvores de mangabeiras (C,D,E)	66
Figura 2.7. Aspecto geral da área de estudo mostrando sua fisionomia de savânica (A, B), moitas mais densas de indivíduos de mangabeiras (D), e arvoretas de mangaba (D, E).	67
Figura 2.9. Número de esporos por 100 g e taxa de colonização radicular em mangabeiras nativas, árvores, em diferentes períodos. (A) Lençóis. (B) Alagoinhas.	75
Figura 2.10. Detalhe do solo rizosférico arenoso e raízes finas de indivíduos de mangabeiras que foram coletadas para estudo da taxa de colonização radicular por FMA. (A-B) Vista geral da área de estudo em Lençóis, mostrando solo arenoso; (c) Raízes mais grossas de <i>H. speciosa</i> ; (D-E) Raízes mais finas.	86
Figura 2.11. Pelos radiculares (papilas) em <i>Hancornia speciosa</i> Gomez.	87
Figura 2.12. (A-D). Detalhes da colonização micorrízica em <i>Hancornia speciosa</i> Gomez. V= vesícula, HI= hifa interna, E= hifa externa, AR= ápice radicular, DSE= Dark Septate Endophyte.	89
Figura 2.13. Detalhes da colonização micorrízica em <i>H. speciosa</i> Gómez. V= vesícula, HI= hifa interna, E= hifa externa, A= arbúsculo.	90
Figura 2.14. Valores médios de Insolação mensal (em horas), temperatura média mensal (°C), Umidade relativa (%), Precipitação (mm) e Evaporação de Piche	

mensal (mm) de Alagoinhas e Lençóis, Bahia, referente ao período de estudo (julho de 2003 a julho de 2005). Fonte: INMET e COPENER Florestal Ltda.	91
Figura 2.15. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) entre diferentes períodos de amostragem em Alagoinhas, Bahia	103
Figura 2.16. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) da presença e ausência de diferentes espécies de FMA na rizosfera de <i>H. speciosa</i> em Alagoinhas, Bahia.	104
Figura 2.17. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) entre diferentes períodos de amostragem em Lençóis, Bahia.	106
Figura 2.18. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) da presença e ausência de diferentes espécies de FMA na rizosfera de <i>H. speciosa</i> em Alagoinhas, Bahia.	107
Figura 2.19. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) Dendrograma (a) entre as populações nativas do solo de campo de Alagoinhas e Lençóis, Bahia, e as multiplicações com mangaba e sorgo.	114
Figura 3.1. Incremento em altura de mudas de mangabeira em função do tempo (em meses) para os diferentes fungos micorrízicos inoculados. (NA= solo não autoclavado; A= solo autoclavado; NC= pH não corrigido; C= pH corrigido).	143

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 2.1. Características químicas do solo nas rizosferas de mangabeiras nativas nos dois locais estudados, Lençóis e Alagoinhas, Bahia. Os dados são médias de dez unidades amostrais de coleta para cada período.	79
Tabela 2.2. Comparação dos valores médios das variáveis abióticas do solo nas duas áreas estudadas entre períodos e entre as duas áreas estudadas. Valores com a mesma letra (na coluna) não diferem significativamente pelo Teste de comparação múltipla de Dunn. $\alpha=0,05$.	80
Tabela 2.3. Dados de correlação entre o número de esporos (NE) e as variáveis do solo, nos dois locais estudados. r_s (Coeficiente de Spearman. Valores em negrito são significativos.	82
Tabela 2.4. Variação sazonal da taxa de colonização radicular por MA em <i>Hancornia speciosa</i> Gómez, em dois locais, usando o método da lâmina (20-50 segmentos/lâmina). Áreas em vermelho representam o período seco, em verde o chuvoso, e em azul um período chuvoso secundário, e em cinza um veranico.	84
Tabela 2.5. Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman (r_s) mostrando a relação entre colonização por micorriza arbuscular (MA) (em %) e variáveis climáticas e eventos fenológicos. Coeficientes foram determinados de médias de todos os períodos combinados (n=7). Valores em negrito são significativos a 5%.	88
Tabela 2.6. Número de esporos por 100 g de solo rizosférico de <i>H. speciosa</i> Gómez, em Alagoinhas e Lençóis, Bahia, em diferentes períodos de amostragem.	94
Tabela 2.7. Frequência relativa de ocorrência e Abundância relativa (AR) de FMA em solo rizosférico (100 g) de <i>Hancornia speciosa</i> Gómez, em Alagoinhas, Bahia, em diferentes períodos de amostragem.	96
Tabela 2.8. Frequência relativa de ocorrência e Abundância relativa (AR) de FMA em solo rizosférico (100 g) de <i>Hancornia speciosa</i> Gómez, em Lençóis, Bahia, em diferentes períodos de amostragem.	97
Tabela 2.9. Índice de constância (IC) nos 4 períodos das espécies de FMA nos dois locais estudados.	98
Tabela 2.10. Número de espécies e Índice de diversidade obtidos em vários períodos de estudo na rizosfera de mangabeiras nativas, em Alagoinhas e Lençóis, Bahia.	99
Tabela 2.11. Similaridade, a partir do Coeficiente de Sorensen, entre as populações de FMAs, entre os períodos e áreas estudadas.	101

Tabela 2.12. Ocorrência das espécies de FMA nos locais de estudo e nas multiplicações com mangaba e com o consórcio sorgo mais leguminosa.	109
Tabela 2.13. Número específico de esporos (NE), Frequência relativa de ocorrência e Abundância relativa (AR) de FMAs em solo rizosférico (100 g) de <i>Hancornia speciosa</i> Gómez, cultivado com diferentes culturas-armadilha.	110
Tabela 2.14. Matriz de similaridade, a partir do Coeficiente de Sorensen, entre as multiplicações e as populações nativas de FMAs.	111
Tabela 2.15. Número de espécies e Índice de diversidade obtidos nas populações de campo e na multiplicação com mangaba e sorgo e leguminosa, em Alagoinhas e lençóis, Bahia.	112
Tabela 2.16. Número médio de esporos e Número Mais Provável (NMP) de propágulos infectivos em 100g de solo na rizosfera de mangabeiras adultas, em Alagoinhas e Lençóis.	113
Tabela 3.1. Matéria seca da parte aérea e raiz, colonização radicular e área foliar de plantas de mangabeira em função da inoculação de diferentes fungos MA.	142
Tabela 3.2. Valor percentual das faixas de diâmetro em relação ao comprimento total da da raiz nos diferentes tratamentos. N=4.	144
Tabela 3.3. Eficiência micorrízica de fungos micorrízicos arbusculares em mangabeira em solo com pH corrigido e não corrigido.	145
Tabela 3.4. Teor de macronutrientes (em g. kg ⁻¹) e micronutrientes nas folhas de <i>h. speciosa</i> em função da inoculação de diferentes fungos micorrízicos. Valores médios seguidos de desvio entre parênteses.	148

RESUMO GERAL

Este trabalho apresenta resultados de observações ecológicas de duas populações de *H. speciosa* Gomez em duas áreas de ocorrência nativa da espécie. A primeira área de estudo localiza-se a 4,7 Km da sede do município de Alagoinhas, Bahia, 12°08' - 12°15' S e 38°23' - 38°30' W, a 150 m de altitude. A outra área situa-se dentro da APA Marimbú-Iraquara, Serra do Sincorá, borda leste da Chapada Diamantina, 12°30' - 12°32' S e 41°23' - 41°27' W, a 450m de altitude, a 5 Km da sede do município de Lençóis. As duas áreas distam mais de 500 km uma da outra, e apresentam tipos de vegetação diferentes. A vegetação presente em Alagoinhas possui fisionomia semelhante à savana arbórea aberta. A vegetação em Lençóis possui fisionomia semelhante às restingas arbustivas. As duas apresentam semelhanças quanto ao fato de serem áreas de vegetação aberta, sendo *H. speciosa* uma planta heliófita, justifica a sua ocorrência nestas áreas. *H. speciosa* apresenta nestas áreas alta densidade de indivíduos. Outra semelhança é a ocorrência nestas áreas de solos de textura arenosa, considerada ótima para o estabelecimento de Micorrizas Arbusculares (MAs) e para a atividade metabólica de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs). Estes solos são pobres em nutrientes, com baixa disponibilidade de fósforo e de bases trocáveis, e com pH ácido. Em cada local foram coletadas 10 amostras de solo em quatro períodos ao longo dos anos de 2004 e 2005, abrangendo períodos de maior precipitação, março de 2004 (249,4 mm) e janeiro de 2005 (145,8mm) e mais secos, julho (27,6 mm) e setembro de 2004 (3,2 mm), em Lençóis. Em Alagoinhas, as coletas em períodos de maior precipitação foram realizadas em julho de 2004 (86,8 mm) e janeiro de 2005 (156,8 mm), e em períodos mais secos, março (32,6 mm) e setembro (48,0 mm) de 2004. As amostras de solo, após secagem em temperatura ambiente, foram guardadas em câmara refrigerada, a 7°C de temperatura, até avaliação da fertilidade do solo e extração e contagem do número de esporos. Vários autores ressaltam a importância de FMAs para plantas em ambientes com solos de baixa fertilidade, exercendo papel importante na aquisição de nutrientes minerais pela planta hospedeira, principalmente fósforo, o zinco e o cobre. As espécies de FMAs nativos coletados na rizosfera de *H. speciosa* foram

investigados, supondo haver uma estreita relação com a planta hospedeira. Neste trabalho buscou-se conhecer a dinâmica sazonal das populações nativas de FMAs na rizosfera de mangabeiras, comparando a diversidade de espécies, nos períodos seco e chuvoso, e investigando a influência das variáveis ambientais sobre a abundância das espécies de FMAs nos dois locais de estudo. Também a taxa de colonização radicular da mangabeira foi avaliada. A eficiência simbiótica de espécies de FMAs nativos foi avaliada visando a obtenção de informações que viabilizem o desenvolvimento de tecnologias para inoculação com FMAs na fase de formação de mudas. Comparando os dois locais, os teores de P, K, H +Al, matéria orgânica e pH diferiram significativamente em pelos menos um período do ano. Em Lençóis, o teor de matéria orgânica, Al e fósforo no solo foram maiores que em Alagoinhas. A colonização micorrízica das raízes de mangabeiras nativas nos dois locais sempre foi alta, em todos os períodos estudados. Os altos níveis de colonização micorrízica podem ser correlacionados com o teor extremamente baixo de P no solo e a alta dependência micorrízica da mangabeira. Não foi encontrada correlação entre número de esporos no solo e taxa de colonização radicular. A colonização micorrízica abundante tem sido correlacionada com a presença de raízes grossas sustentando poucos pelos radiculares, mas estas informações são conhecidas para poucas espécies. A mangabeira possui um sistema radicular com poucas raízes finas e poucas ordens de ramificação. Neste estudo, arbúsculos foram visualizados somente em raízes novas. Quanto a ocorrência de espécies, foram identificadas um total de 23 morfoespécies de FMAs. A família com maior número de morfoespécies foi Glomeraceae (60,87 %), seguida de Gigasporaceae (21,74 %) e Acaulosporaceae (17,39 %). O número de espécies encontradas nas duas áreas estudadas variou segundo o período de coleta. Em Alagoinhas o maior número de espécies foi encontrado em março de 2004 (n=21), e em Lençóis no mês de setembro de 2004 (n=23), períodos com menor índice pluviométrico. A espécie *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann foi a mais numerosa em Lençóis, variando de 30,6 a 60,8% do número total de esporos no solo, em Lençóis, e também a mais freqüente (100% em todos os períodos nas duas áreas). Em Alagoinhas a espécie *G. macrocarpum* Tulasne & Tulasne variou de 21,17% a 30,18% e *Glomus etunicatum* de 17,8 a 25,13 % do número total de esporos. Espécies com elevado número de esporos, e estes sendo encontrados em diferentes períodos ou etapas de desenvolvimento da planta, confirmam a condição micotrófica e podem estar

participando mais efetivamente da colonização radicular, o que deve ser o caso no presente estudo. Em relação ao Índice de Constância, 33,3% das espécies de FMAs em Alagoinhas (n=21) e 13,6% das espécies em Lençóis (n=22) foram consideradas raras por ocorrerem em menos de 30% das amostras de solo rizosférico de mangabeiras nativas em diferentes períodos. Analisando-se os dados de frequência das espécies de FMAs verifica-se apenas uma morfoespécie com ocorrência exclusiva (apenas em uma área): *Glomus* sp 9. Os valores do índice de similaridade entre os períodos de amostragem, com base nos Coeficientes de Sorensen, foram sempre altos, variando de 76% a 83% nos diferentes períodos, o que sugere que as espécies presentes apresentam adaptabilidade e persistência nas condições ambientais das regiões estudadas, implicando também, alta capacidade competitiva e infectividade. As mudanças na composição de espécies de FMAs antes e após o cultivo armadilha foi pequena, havendo modificações apenas na representatividade das populações em termos de número de esporos. A espécie *Gl. etunicatum* foi a espécie dominante, sendo que outras morfoespécies, inicialmente presentes com poucos esporos, passaram a ter uma maior representatividade nas populações após o cultivo, como por exemplo, *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe. O número de esporos foi superior ao Número de Propágulos Infectivos (NPI) apenas em Lençóis. A eficiência micorrízica das espécies nativas mais representativas também foi investigada. As espécies utilizadas foram: *Glomus etunicatum* Becker & gerdemann, *Glomus* sp.2, *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, *Scutellospora* sp. e *Entrophospora* aff. *colombiana* Spain & Schenck. O estudo revela a existência de populações de esporos nativos eficientes na rizosfera da mangabeira, e que estas possuem um potencial elevado de inoculação no solo. Alguns isolados diferiram na eficiência micorrízica e também na capacidade infectiva, e estas modificaram-se nos diferentes pH testados. A elevação do pH em substratos para plantas nativas deve ser melhor estudada, não só quanto ao efeito no crescimento da planta, mas também seu efeito sobre a associação micorrízica e as diferentes espécies de FMAs. A inoculação por FMAs nativos resultou em plantas com maior crescimento em altura, comprimento radicular e biomassa seca. A máxima eficiência micorrízica foi obtida pela inoculação com populações nativas em solo com pH corrigido, atingindo valores de 80,81% de incremento em altura. Os fungos *Scutellospora* sp. e *Gigaspora gigantea* foram os mais eficientes em solo com pH não

corrigido. Plantas micorrizadas absorveram mais P, Cu e Mg. Devido aos resultados promissores, estudos posteriores são necessários para testar a eficiência micorrízica de outras espécies de FMAs, nativas e exóticas, em diferentes concentrações de P no solo, bem como experimentos em condições, onde competição não seja excluída.

GENERAL ABSTRACT

This work presents results from ecological observations on two wild populations of *H. speciosa* Gomez in two different areas. The first one is located at 4.7 Km from the city of Alagoinhas, Bahia (12°08' - 12°15' S and 38°23' - 38°30' W), 150 m high. The other study site is situated in the Environmental Protection Area (APA) Marimbús-Iraquara, in the Sincorá Range, east border of the Diamantina Plateau, 12°30' - 12°32' S and 41°23' - 41°27' W, 450m high, 5 Km far from the Lençóis city. The two areas are more than 500 km far from each other, presenting different vegetation types. In Alagoinhas, vegetation is similar to an open tree savanna. Vegetation in Lençóis like a shrubby restinga. Both sites present open vegetation and wild populations of *H. speciosa* plants, a heliophyte. In these areas *H. speciosa* presents high density. Another aspect in which both sites are similar are the sandy soils, feature considered optimal to the establishment of arbuscular mycorrhizas (AM) and the metabolically activity of the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). These acid soils are nutrient poor, with low P and exchangeable bases availability. In each site ten soil samples were collected in four periods within 2004 and 2005, including rainy periods, March 2004 (249.4 mm) and January 2005 (145.8mm), and dry periods, July (27.6mm) and September 2004 (3.2 mm), in Lençóis. In Alagoinhas, sampling in the rainy season were carried out in July 2004 (86.8 mm) and January 2005 (156.8 mm), and in the dry season, in March (32.6 mm) and September 2004 (48,0 mm). The soil samples, after dried at room temperature, were stored in refrigerated chamber, at 7°C, until soil fertility was evaluated and extraction and counting of spore numbers were carried out. Several authors emphasize the importance of AMF to plants in low fertility environments, presenting an important role in nutrient acquisition by the host plant, especially phosphor, zinc and copper. The AMF native species collected in *H. speciosa* plants rhizosphere were investigated, as a close relationship between them and the host plant was assumed. In this work the seasonal dynamic of AMF wild populations in *H. speciosa* plants rhizosphere was studied, including the comparison of the species diversity, in the dry and rainy periods and the investigation of the influence of environmental variables on the AMF species abundance in both study sites. The root colonization rate was also assessed. The symbiotic efficiency of native AMF

species was evaluated, aiming the acquisition of information that allows the development of inoculation technologies of AMF in the seedling stage. Levels of soil P, K, H+Al, organic matter and pH differed significantly in at least one period of the year. In Lençóis, soil organic matter content, Al and P were higher than in Alagoinhas. Mycorrhizal root colonization of *H. speciosa* native plants in both sites was always high, in all periods. The high levels of mycorrhizal colonization can be correlated with the extremely low soil P levels and the high mycorrhizal dependency of *H. speciosa*. No correlation between spore numbers and root colonization rate was found. High mycorrhizal colonization has been correlated with thick roots with few root hairs, but these information are known for few species. *H. speciosa* possess a root system with few thin roots and little ramification. In the present study, arbuscules were found only in young roots. A total of 23 AMF morphospecies was found. The family with greater morphospecies number was Glomeraceae (60.87%), followed by Gigasporaceae (21.74%) and Acaulosporaceae (17.39%). The species numbers found in both study sites varied with the sampling period. In Alagoinhas the higher species number was found in March 2004 (n=21), and in Lençóis, in September 2004 (n=23), both periods with lower pluviometric index. *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann was the most abundant species in Lençóis, varying from 30.6 to 60.8% of the total soil spore number, and also the most frequent (100% in all sampling in both sites). In Alagoinhas *G. macrocarpum* Tulasne & Tulasne varied from 21.17% to 30.18% and *Glomus etunicatum*, from 17.8 to 25.13% of the total spore numbers. Species with high spore numbers, these being found in different periods or plant development stages, confirm the mycotrophic condition and may have a more important role on the root colonization, what seems to happen in the present study. Regarding the Constancy Index, 33.3% of the AMFs species in Alagoinhas (n=21) and 13.6% of the species in Lençóis (n=22) were considered rare, occurring in less than 30% of the soil *H. speciosa* rhizosphere samples in different periods. Only one morphospecies presented exclusive occurrence (occurred only in one site): *Glomus* sp 9. The Similarity Index values between the sampling periods (Sorensen's coefficient), were always high, varying from 76% to 83% in the different periods, what suggests that the species found present adaptability and persistence in the environmental conditions of the studied areas, implying, also, high competitive capacity and infectivity. Changes in the AMF species composition before and after trap

cultures were low, differences being restricted to the abundance of the populations. *Gl. aff. etunicatum* was the dominant species, but other morphospecies, initially present only with few spores, presented a higher abundance after culturing, as *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe. The spore numbers was higher than the Most probable Number (MPN) only in Lençóis. The mycorrhizal efficiency of the most representative native species was also investigated. The species used were: *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, *Glomus* sp.2, *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, *Scutellospora* sp. and *Entrophospora aff. colombiana* Spain & Schenck. The study reveals the existence of efficient spore wild populations in the rhizosphere of *H. speciosa* plants, and that those possess a high inoculation potential in the soil. Some isolates differed in the mycorrhizal efficiency and also in the infective capacity, these being modified in the different soil pH tested. Increasing soil pH in the substrate with native plants must be better studied, not only regarding its effects on plant growth, but also in relation to its effect on the mycorrhizal association and the different AMF species. The inoculation with native AMF species resulted in plants with higher shoot growth, root length and dry biomass. The maximal mycorrhizal efficiency was obtained with the inoculation with native populations in pH adjusted soil, achieving 80,81% in shoot length growth. *Scutellospora* sp., *Entrophospora aff. colombiana*, and *Gigaspora gigantea* were the most efficient species in pH not adjusted soil. Mycorrhizal plants absorbed more P, Cu, and Mg. Due to the positive results, further studies are needed in order to test the mycorrhizal efficiency of other AMF species, native and exotic, under different soil P concentrations, as well experiments under natural conditions, where competition is not excluded.

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO GERAL

1.1.INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) é uma planta decídua, latescente, nativa de clima tropical, ocorrendo sobretudo em áreas de vegetação aberta (Lorenzi, 1992; Silva Júnior, 2003).

Os solos nos quais *H. speciosa* se desenvolve são de textura arenosa, ácidos, com baixa disponibilidade de fósforo e de bases trocáveis (Espíndola e Ferreira, 2003), caracterizados também por baixo teor de matéria orgânica (Jacomine et al., 1975), sendo predominantes na região de Cerrados, Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea, em neossolos quartzarênicos (areias quartzosas), argissolos e latossolos (Wisniewski e Melo, 1982; Lederman et al., 2000; Jacomine et al., 1975). Os latossolos que ocorrem nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste além de apresentarem baixa disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes essenciais, apresentam excesso de alumínio, ferro e manganês, que são limitantes ao crescimento e à produção da maioria das culturas (Jacomine e Ribeiro, 1997).

Segundo Espíndola e Ferreira (2003) plantas adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo apresentam teores normais e elevados de todos os nutrientes, apesar da escassez dos mesmos no substrato. Esse fenômeno pode ser causado pelo eficiente uso dos elementos dentro da planta (Espíndola e Ferreira, 2003).

Epstein (1975) cita os seguintes mecanismos e processos que contribuem para o uso eficiente de um nutriente pela planta: geometria radicular, solubilização do nutriente na rizosfera, capacidade de absorção em baixas concentrações na solução do solo, alocação interna na planta e a concentração mínima de um nutriente capaz de manter as funções metabólicas da planta.

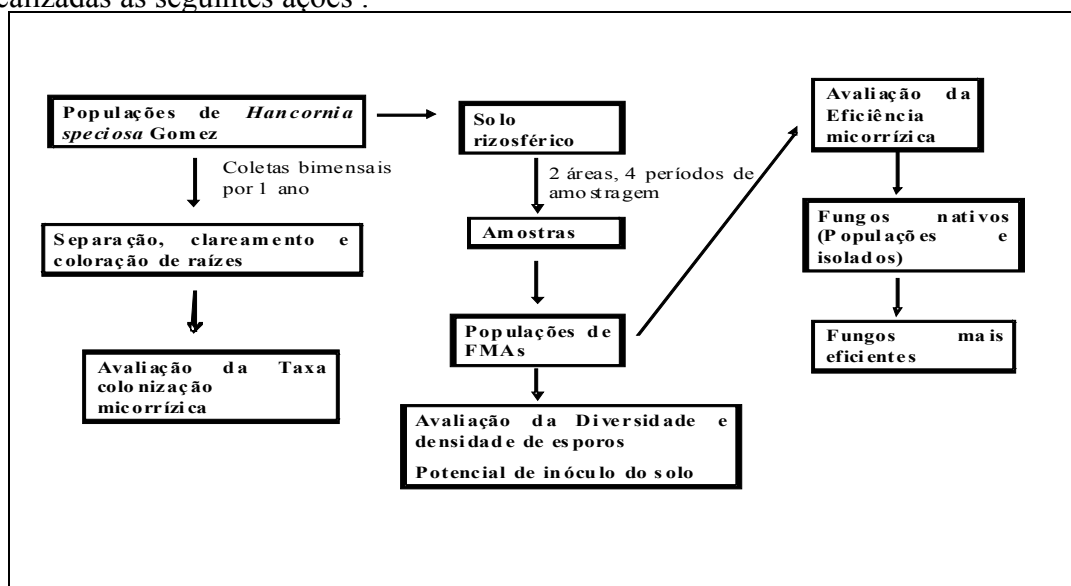
Partindo-se da hipótese de que a mangabeira não é muito exigente em fertilidade, já que vegeta em solos pobres e ácidos, alguns pesquisadores, entre eles Espíndola (1999) e Almeida (2000), recomendam quantidades menores de elementos nutritivos nas adubações dessa espécie.

Vários autores ressaltam a importância dos Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) para as plantas em solos de baixa fertilidade e escassa precipitação (Saggin Júnior e Silva, 2005).

A simbiose micorrízica é um sistema complexo, formado pelo solo, planta e fungo, onde cada componente afeta o outro de diversas formas, sendo que os fatores que mais influenciam o funcionamento da simbiose são: a dependência micorrízica da planta, a eficiência simbiótica do fungo e a disponibilidade de fósforo do solo (Saggin Júnior e Silva, 2005). A dependência micorrízica foi definida pela primeira vez por Gerdemann (1975), e redefinida por Saggin Júnior e Silva (2005) como sendo o grau de necessidade da simbiose micorrízica que a planta apresenta para sobreviver e crescer, independente do nível de fertilidade do solo, enquanto resposta à micorriza é o quanto que uma planta micorrizada cresce ou produz mais que uma não micorrizada, em virtude de seu estado simbiótico, em determinado nível de fertilidade. A dependência pode ser estimada pelo nível de P na solução do solo necessário para “substituir” a micorriza, conforme proposto por Janos (1988), sendo que quanto maior este nível mais dependente de micorrizas é a planta (Saggin Júnior e Silva, 2005).

As diferentes espécies de FMAs apresentam diferentes capacidades de promover o crescimento de uma mesma espécie de planta (Smith e Gianinazzi-Pearson, 1988), ou seja diferentes eficiências simbióticas ou micorrízicas. As características que levam um FMA a ser eficiente, segundo Saggin Júnior e Silva (2005), incluem: capacidade de colonizar rápida e extensivamente as raízes e competir com outros FMAs e microorganismos pelos sítios de infecção e absorção de nutrientes; capacidade de formar rapidamente extenso e ramificado micélio extra-radicular; capacidade de absorver nutrientes mais rápido e mais eficientemente que as plantas; capacidade de transferir eficientemente os nutrientes absorvidos para a planta; capacidade de promover benefícios não nutricionais à planta, como agregação e estabilização do solo, modificações fisiológicas, resistência a estresses, entre outras.

Visando investigar a associação micorrízica em mangabeiras nativas, foram realizadas as seguintes ações :



Partindo-se da hipótese de que a mangabeira beneficia-se da associação micorrízica, devendo esta associação contribuir para sua nutrição direta em solos arenosos, com baixa disponibilidade de fósforo e bases trocáveis, o presente estudo tem por objetivos:

1. Avaliar e comparar a abundância e frequência de fungos micorrízicos arbusculares, em diferentes épocas do ano, na rizosfera de *H. speciosa*, em duas populações nativas.
2. Investigar a influência das variáveis ambientais sobre a abundância das espécies de FMAs e taxa de colonização radicular nos períodos seco e chuvoso.
3. Avaliar o crescimento e resposta nutricional de mudas de *H. speciosa* inoculadas com fungos micorrízicos nativos e
4. Identificar os fungos mais benéficos para promover o crescimento das mudas de *H. speciosa*.

Dessa forma, espera-se que os resultados possam ampliar o conhecimento da importância da associação micorrízica para a mangabeira, *Hancornia speciosa*, visando a obtenção de informações que viabilizem o desenvolvimento de tecnologias para inoculação com FMAs na fase de formação de mudas.

1.2. REFERENCIAL TEÓRICO

O gênero *Hancornia* é considerado monotípico e sua única espécie, *Hancornia speciosa* foi identificada pelo botânico português Bernardino Antônio Gomes.

As descrições botânicas das partes da planta a seguir foram baseadas no trabalho de Monachino (1945).

A mangabeira é uma árvore de porte médio (4 a 7 m de altura), podendo chegar até 15 metros, de crescimento lento, copa ampla, às vezes mais espalhada que alta. O tronco é geralmente único, tortuoso ou reto. Toda a planta exsuda látex de cor branca ou róseo-pálida. As folhas são geralmente decíduas, opostas, simples, coriáceas, elípticas, oblongo ou elíptico-lanceoladas nas duas extremidades, às vezes obtuso-subacuminadas no ápice, glabras ou pubescentes. A inflorescência em dicásio terminal em ramos novos do ano, com 2 a 4 ou até 5 flores hermafroditas em forma de campânula ou ocasionalmente apresenta flores isoladas; corola hipocrateriforme, de pré-floração contorcida, branca e posteriormente rósea ou amarela, tubulosa, perfumada. O androceu possui 5 estames, epipétalos; as anteras são lanceoladas, de filetes curtos e deiscência rimosa. O gineceu possui ovário pequeno (aproximadamente 2 mm de comprimento), unilocular, pluriovular e glabro; o estilete é longo (2,5 cm de comprimento) com estigma típico da família (em carretel). O fruto do tipo baga é elipsoidal ou arredondado de 2,5 a 6,0 cm, com exocarpo amarelo com manchas ou estrias avermelhadas, polpa de sabor bastante suave, doce, carnososo-viscosa, ácida, contendo geralmente 2 a 15 ou até 30 sementes discóides (chatas) de 7 a 8 mm de diâmetro, castanho-claras, delgadas, rugosas, com o hilo no centro.

Segundo Lorenzi (1992) *Hancornia speciosa* produz anualmente, as vezes duas vezes por ano, grande quantidade de sementes, disseminadas por animais; floresce durante os meses de setembro-novembro, ainda com os frutos da florada anterior na planta; os frutos amadurecem em novembro-janeiro.

De acordo com Monachino (1945), em sua revisão do gênero, são aceitas seis variedades botânica: *H. speciosa* var. *speciosa*, *H. speciosa* var. *maximiliani* A. DC., *H. speciosa* var. *cuyabensis* Malme, *H. speciosa* var. *lundii* A. DC., *H. speciosa* var. *gardneri* (A. DC.) Muell. Arg., *H. speciosa* var. *pubescens* (Nees. et Martius) Muell. Arg.. As variedades botânicas se diferenciam por algumas características morfológicas, principalmente da folha e da flor.

H. speciosa possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo em várias regiões do Brasil, desde o Estado do Amapá até São Paulo. Sendo uma planta típica das áreas de

Cerrados, Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea, ocorre em todos os Estados do Nordeste onde esses ecossistemas se apresentam (Silva Júnior, 2003). Ocorre em São Paulo e Mato Grosso do Sul no Cerrado, sendo também encontrada na região litorânea e em algumas regiões do Pará e no vale do Rio Tapajós na região Amazônica (Lorenzi, 1992).

Na América do Sul, *H. speciosa* é praticamente desconhecida e sua presença é registrada apenas no Paraguai, Bolívia e, possivelmente, no Chaco da Argentina (Monachino, 1945). Lederman et al. (2000) cita também sua ocorrência no Peru e Venezuela.

No Brasil, Silva Júnior (2003) localizou populações nativas de *H. speciosa* desde o Maranhão até a divisa com o Espírito Santo. Espíndola et al. (2003) também realizaram estudos visando identificar populações remanescentes de mangabeiras no Estado de Alagoas, principalmente no Litoral Sul. Entretanto, a ocorrência e distribuição das diferentes variedades de *H. speciosa* nos Tabuleiros e Restingas do Nordeste ainda necessitam ser estudadas.

H. speciosa var. *speciosa* ocorre do Rio de Janeiro até o Norte do País; a var. *maximiliani* em Minas Gerais; a var. *cuyabensis* na Chapada dos Guimarães, Mato Grosso; a var. *lundii* em Minas Gerais [segundo Pio-Corrêa (1969), também conhecida popularmente como mangabeira-de-minas], Pernambuco, Bahia e Goiás; a var. *gardneri* em Goiás e Brasil Central e; a var. *pubescens* em Goiás e Minas Gerais (Monachino, 1945).

César (1956), em seu levantamento sobre a ocorrência da mangabeira, cita que a variedade *lundii* aparece também no Espírito Santo e que nas caatingas da Bahia e Pernambuco ocorre a variedade *pubescens*, conhecida como mangabinha-das-caatingas ou mangabeira-braba, cujos frutos não são saborosos para o homem, mas sim para os animais.

Rizzo e Ferreira (1985) realizaram um estudo de ocorrência de variedades de mangabeira no estado de Goiás, incluindo o atual estado do Tocantins. Com base em caracteres morfológicos, os autores relatam a ocorrência de três variedades botânicas, quais sejam, *H. speciosa* var. *speciosa*, *H. speciosa* var. *pubescens* e *H. speciosa* var. *gardnerii*. No Cerrado do Centro-Oeste, Rizzo e Ferreira (1985) registraram a ocorrência da variedade *speciosa* nas regiões de Goiás e Tocantins próximas a Bahia, Piauí e Maranhão e podendo atingir a margem direita do rio Tocantins até a divisa com o Maranhão e, ao sul até o paralelo 13°. Entre os rios Tocantins e Araguaia essa variedade não foi encontrada. As variedades *pubescens* e *gardnerii* têm distribuição em quase todo o

Estado de Goiás, ocorrendo nos mesmos locais e muito próximas uma da outra. A variedade *lundii* não foi encontrada em Goiás, por aqueles autores, ao contrário do que relatou Monachino (1945).

Há uma tendência de ocorrência em agregados, formando populações descontínuas no espaço. Essa descontinuidade tem se acentuado com a fragmentação das reservas pela ocupação agrícola, o que pode se refletir na viabilidade dessas populações a longo prazo (Chaves e Moura, 2003).

Rieder et al. (2003) estudando a ocorrência natural de *H. speciosa* em Mato Grosso, constataram a ausência de mangabeiras novas (apenas foram encontradas plantas com perímetro maior que 15 cm, na altura de 1,2 m do tronco), o que pode estar indicar um alto risco de extinção desta espécie, em função da não renovação populacional.

Rezende et al. (2003) estudando 12 locais de alta densidade de ocorrência natural de mangabeira na região do cerrado na Bahia, Minas Gerais e Goiás, visando caracterizar sua exigência edafoclimática e características fitotécnicas, encontraram grande variabilidade para os caracteres altura de plantas, diâmetro e número de frutos entre as regiões e entre populações dentro de regiões.

Quanto à importância econômica, essa espécie tem uma importância econômica muito grande, principalmente pelos frutos comestíveis, que os indígenas chamavam de “coisa boa de comer”. O fruto possui polpa branca, fibrosa e sementes circulares e achatadas; os frutos maduros têm casca amarelada com manchas vermelhas e são comercializados em feiras livres; sua polpa amarela adocicada pode ser consumida “in natura”, ou utilizada na fabricação de doces, sorvetes, compotas, licores, vinagres, geléias e sucos (Heringer, 1958; Ferreira, 1973; Parente et al., 1985), e polpa congelada.

Os frutos da mangabeira são consumidos em diferentes formas pelas populações locais e constituem, ainda, uma importante fonte de alimento para animais silvestres (pássaros, roedores, tatus, canídeos, etc.) e, mesmo para o gado. Os animais silvestres funcionam como dispersores naturais de suas sementes, podendo-se admitir que o caráter atrativo e alimentício dos frutos resulta de um processo de co-evolução entre plantas e animais, por um longo período de tempo (Chaves e Naves, 1998). O fruto verde é venenoso e impróprio para o consumo, causando intoxicações que podem levar à morte (Silva Junior, 2003; Braga, 1960; Bahia, 1979).

Todas as partes da planta, inclusive raízes, produzem um látex branco. O látex extraído do tronco da mangabeira é utilizado para a produção de borracha. Pinheiro (2003) faz uma revisão dos estudos da produção de látex na Família Apocynaceae e relata que

quase nenhum estudo foi feito sobre as características do látex e sua produção na mangabeira. Uma grande parte do que se conhece resulta de inferência dos estudos realizados sobre a *Funtunia elastica* Stapp, também uma Apocynaceae, plantada de forma racional nas colônias alemães no continente africano no fim do século XIX. A mangabeira possui o sistema laticífero de vasos inarticulados (Pinheiro, 2003). Cada incisão no tronco, em termos médios, é capaz de esgotar uma área bem limitada de apenas 13 cm acima e 5 cm abaixo da superfície do corte. Como o sistema de vasos é restrito, exige tempo para recompor o látex e permitir outra sangria (Pinheiro, 2003).

Quanto ao rendimento da mangabeira, Bekkedal e Saffioti (1948) afirmam que mangabeiras adultas, corretamente sangradas, em uma ou duas horas de escoamento, produzem um litro de látex por sangria, produção equivalente a da seringueira. Mas enquanto a mangabeira é sangrada no máximo três vezes no ano, a seringueira é sangrada em média 60 vezes no ano.

A madeira também é utilizada como lenha de boa qualidade (Silva Junior, 2003).

Algumas partes da planta têm aplicação na medicina popular, como a casca, que possui propriedades adstringentes e o látex, que é empregado contra doenças pulmonares, tuberculose, úlceras e herpes (Silva Junior, 2003; Braga, 1960). Guarim Neto (1987) afirma que o látex pode ser usado no combate de câimbras. Relatos coletados numa comunidade de catadores de mangaba, no Povoado de Pontal, Indiaroba, Sergipe, afirmam que a mistura do látex com água pode ser usada também para pancadas e inflamações (Silva Júnior, 2003).

Os principais centros de diversidade genética associados à mangabeira, segundo Giacometti (1993), são: Costa Atlântica e Baixo Amazonas, principalmente Pará e Amapá; Nordeste, na Caatinga, sobretudo as áreas de Tabuleiros de Savana e zonas de transição Caatinga-Cerrado; Brasil Central no Cerrado; Mata Atlântica, nas áreas de Savanas Litorâneas e Restingas, da costa do Rio Grande do Norte a Alagoas e Bahia ao Espírito Santo.

Segundo Silva Júnior (2003) em muitas áreas de ocorrência natural da mangabeira tem sido observada sensível erosão genética na espécie, devido à intensa atividade antrópica.

O valor dos recursos genéticos de uma espécie, em dada região, está diretamente correlacionado com a magnitude da variabilidade genética disponível. Neste aspecto, informações sobre a estrutura da variabilidade genética de populações constituem uma base essencial para aproveitamento e conservação destes recursos.

A variabilidade genética de uma população pode ser estimada de várias formas: por meio de dados moleculares, bioquímicos e, também, por dados morfológicos. Em características com baixa herdabilidade, onde muitos genes estão influenciando a expressão do caráter, os dados morfológicos são menos eficientes, comparado aos dados moleculares e bioquímicos (Almeida, 2003). Entretanto, estimativas com dados morfológicos são utilizados para se detectar variabilidade em estudos iniciais de melhoramento (Almeida, 2003). A caracterização biométrica de frutos e sementes também pode fornecer subsídios importantes para a diferenciação de variações fenotípicas.

Cruz et al. (2003) desenvolveram um estudo no município de Iramaia, Bahia, para verificar a variabilidade genética disponível mediante o agrupamento de genótipos de mangaba, para identificação dos mais divergentes, a fim de subsidiar o programa de melhoramento genético da espécie. Esses autores verificaram que os genótipos avaliados possuem ampla variabilidade genética, o que permitiu a formação de oito grupos distintos. Os genótipos que se mantiveram distantes, não fazendo parte de um mesmo grupo, podem ser considerados como promissores nas hibridações artificiais, com a finalidade de incrementar a variabilidade genética entre os caracteres estudados, desde que possuam características desejáveis (Cruz et al., 2003).

Silva Junior et al. (2003) estudaram 97 plantas adultas de uma população nativa de mangabeira situada em uma área de preservação no Campo Experimental de Itaporanga, pertencente à Embrapa Tabuleiros Costeiros e localizada no Complexo Estuarino do Rio Vaza-Barris, Município de Itaporanga d'Ajuda, Sergipe. Esses autores concluíram que existe variabilidade genética entre os genótipos avaliados, podendo os mesmos serem utilizados em futuros trabalhos de melhoramento genético. A variabilidade genética detectada na população também permite considerar o Campo Experimental de Itaporanga como importante área para preservação e conservação *in situ* de mangabeira.

Em outro estudo, envolvendo 12 populações de quatro regiões, Rezende et al. (2003) verificaram uma variação significativa entre regiões e entre populações para os caracteres diâmetro do tronco, altura da planta e número de frutos por planta. A diferenciação entre populações não se correlacionou com as distâncias entre elas, mostrando um padrão espacial aleatório.

A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – Emepa-PB, possui o maior banco de germoplasma de *H. speciosa* do país, instalado em João Pessoa, com 324 acessos, coletados na Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (Aguiar Filho et al.,

1999). A Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) também possuem bancos de germoplasma desta espécie.

A formação de mais Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) visando ampliar a variabilidade genética através da coleta de amostras de frutos ou sementes de mangabas nas áreas de diversidade; a multiplicação; a caracterização morfológica, a avaliação quanto à resistência aos principais estresses bióticos e abióticos e a identificação de caracteres de interesse para melhoramento são etapas imprescindíveis para que *H. speciosa* mude sua condição silvestre para o estado domesticado, objetivando a sua exploração do ponto de vista comercial.

1.3.ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA E SUA IMPORTÂNCIA

As plantas têm vários tipos de simbiose micotrófica que surgiram em tempos e eras diferentes, entre diferentes grupos de plantas e fungos. Alguns tipos de micorrizas são similares e compartilham linhagens de plantas, enquanto outras têm características anatômicas altamente distintas e histórias evolutivas separadas (Brundrett, 2002).

Micorrizas, portanto, compreende diversas categorias morfológicas, funcionais e evolutivas (Smith e Read, 1997; Brundrett, 2002). Associações micorrízicas têm grandes diferenças nos processos de transferência de nutrientes, especificidade hospedeiro-fungo, etc. Conseqüentemente, o conhecimento obtido de uma categoria de fungo ou planta não pode ser indiscriminadamente aplicado a outros (Brundrett, 2002).

O fato que a maioria das plantas hospedeiras beneficia-se substancialmente de associações micorrízicas é um paradigma científico bem estabelecido (Smith e Read, 1997). Processos de troca evoluíram porque ambos os parceiros permitiram liberar a troca por recursos limitantes. As plantas primitivas tinham abundância de compostos de carbono disponíveis. Contudo elas provavelmente foram limitadas pelos nutrientes minerais, devido a seus rizomas grosseiros serem ineficientes na absorção destes. O micobionte (fungo micorrízico) tem uma importante função de órgão absorvente ou sua extensão e, é possível que sua função e sua localização tenham sido influenciadas pelo curso da evolução da planta (fitobionte) (Raina et al., 2000).

Provavelmente as primeiras plantas terrestres cresceram em solos que não são mais férteis que os usualmente encontrados hoje, devido à lixiviação e decomposição eficiente de matéria orgânica (Pirozynski e Malloch, 1975; Stubblefield e Taylor, 1988; Taylor e Osborn, 1996). A disponibilidade de nutrientes deve também ter sido muito menor nos

solos oxidados da terra seca, comparado aos ambientes aquáticos, onde as primeiras plantas surgiram (Gryndler, 1992).

Os primeiros processos de troca entre a planta e o fungo micorrízico provavelmente começaram em uma zona de interface difusa dentro da planta onde certas células do fungo endofítico evoluíram para tornarem-se mais permeáveis (Brundrett, 2002). Provavelmente as associações micorrízicas iniciais foram baseadas na digestão do fungo ou colapso da hifa, antes que os processos de troca mútua evoluíssem.

Digestão da hifa ou colapso da hifa não é considerada importante para a transferência de nutrientes em associações balanceadas (Smith e Smith, 1990), mas pode ser importante em plantas heterotróficas (exploitative) que exploram o fungo para obter energia. Nas plantas atuais, isso somente ocorre em algumas orquídeas e associações heterotróficas dentro de órgãos altamente reduzidos, mas esse mecanismo pode ter permitido às primeiras plantas terrestres um uso mais efetivo de seus rizomas grosseiros (Brundrett, 2002).

Classificações morfológicas iniciais separaram as micorrizas em associações endomicorrízicas, ectomicorrízicas e ectoendomicorrízicas baseadas na localização relativa do fungo nas raízes (Peyronel et al., 1969). Atualmente reconhece-se que micorrizas arbusculares, ericóides e orquidóides são tipos pouco relacionados de associações “endomicorrízicas” com características anatômicas contrastantes e linhagens de hospedeiros e fungos separadas (Lewis, 1973; Brundrett, 2004). O termo “endomicorriza” é portanto, inválido porque engloba vários tipos de associações filogeneticamente e funcionalmente distantes. Brundrett (2002) reconhece sete tipos de micorrizas, mas vários deles são similares. Brundrett (2004) propõe os seguintes tipos de associações micorrízicas e subcategorias:

1. Micorrizas Arbusculares (MA): Linear e enovelado (“Coiling”), com as seguintes sub-categorias: em contas (“beaded”), córtex interno (“Inner cortex”) e heterotróficas (“Exploitative”).
2. Ectomicorriza: Cortical e Epidérmica (célula de transferência, Monotropóide, Arbutóide).
3. Orquidóide (radicular, caulinar, heterotrófica).
4. Ericóide.
5. Subepidermal.

Outros trabalhos que tratam sobre classificação de micorrizas são os de Bhandari e Mukerji (1993); Harley e Smith (1983); Lewis (1975, 1976); Read (1982).

Nos trópicos, ectomicorrizas são características de condições marginais, em altas elevações e sobre solos muito pobres (Janzen, 1974). Em regiões temperadas, elas têm sido notadas como eficientes colonizadores sobre resíduos de mineração de antracita onde endótrofos não sobrevivem. Claramente, associações ectomicorrízicas têm valor seletivo em ambientes extremos, talvez por sua função direta em decompor o lítér e reciclagem mais especializada e controlada de nutrientes para as plantas. Os micobiontes podem ter a habilidade que falta nos fitobiontes para absorver e utilizar N orgânico (tais como amônia) tomado diretamente de matéria orgânica em decomposição (Raina et al., 2000).

Em associações ectomicorrízicas, o ectomicobionte é freqüentemente específico a um ou poucos tipos de fitobiontes. Estes selecionam os micobiontes de acordo com a fase de desenvolvimento, sendo que as plântulas, freqüentemente, têm micobiontes diferentes das plantas estabelecidas, sendo esses micobiontes substituídos quando as plantas tornam-se adultas (Bowen e Theodorou, 1973). O fitobionte também seleciona os micobiontes de acordo com as condições ecológicas e possivelmente com as flutuações climáticas, a topografia e o tipo de solo (Meyer, 1973) e tem a capacidade de formar consórcio com uma larga faixa de micobiontes, geralmente simultaneamente (Trappe, 1979; Trappe e Fogel, 1977), evitando a competição direta com outras plantas, o que permite que elas cresçam muito próximas.

Há evidência que a simbiose com um micobionte específico pode afetar a fisiologia da planta, por exemplo, aumentando sua tolerância a altas temperaturas do solo (Marx e Brian, 1975) ou sua resistência a patógenos (Marx, 1972).

As linhagens de fungos envolvidos em micorrizas endotróficas não possuem, em geral, especificidade de hospedeiro, nem são geograficamente limitadas (Baylis, 1975; Janos, 1975; Tinker, 1975; Malloch et al., 1980), embora elas possam ser correlacionadas com características do solo (Kruckelmann, 1975) e microbiota (Mosse, 1975). Se a associação de um tipo particular de planta com um tipo particular de fungo é relativamente constante, indivíduos diferentes dessa planta podem provavelmente competir entre si (Whittaker e Levin, 1977). Isso pode levar a um espaçamento relativamente grande entre indivíduos em comunidades endotróficas e a uma alta diversidade de plantas. O agrupamento de árvores endomicorrízicas, onde isto ocorre, pode estar ligado com circunstâncias ecológicas excepcionais, tais como solos encharcados (Janzen, 1978).

Atualmente, 95% das espécies de plantas são classificadas em famílias que são caracteristicamente micorrízicas, embora o status micorrízico tenha sido examinado somente em cerca de 3% do total de espécies (Smith e Read, 1997).

A ampla distribuição geográfica e biológica de FMAs sugere a antiguidade da simbiose micorrízica (Trappe, 1987).

Há uma forte relação entre a idade da associação planta-fungo e o grau de dependência dos fungos micorrízicos sobre seus hospedeiros, sendo que todos os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e alguns fungos ectomicorrízicos (ECM) são incapazes de crescer independentemente (na natureza ou em cultura axênica), enquanto outras categorias de fungos podem crescer sem as plantas hospedeiras (Brundrett, 2002).

Brundrett (2002) define quatro categorias de fungos pelas diferenças em evolução ou pelo conhecimento sobre a fisiologia e ecologia destes organismos: (1) de idade similar a plantas terrestres; (2) de idade similar às angiospermas; (3) recrutados recentemente; ou (4) não coevoluiram com as plantas.

Fungos micorrízicos com um alto grau de especificidade de hospedeiro provavelmente seguem a evolução de seus hospedeiros intimamente, enquanto outros evoluem provavelmente muito mais independentemente e em particular, fungos ECM (categoria 2) parecem evoluir mais rapidamente que seus hospedeiros, resultando em uma grande diversidade de taxa de fungos e estruturas radiculares ECM (Brundrett, 2002).

A grande incerteza refere-se a fungos formando associação ericóide e orquídoide (categorias 3 e 4) capazes de crescer sem plantas, que provavelmente incluem linhagens de fungos do solo recrutadas recentemente.

Algumas espécies de plantas podem continuar a adquirir novas linhagens de fungos (Brundrett, 2002). Muitas linhagens de fungos micorrízicos surgiram de saprófitas com enzimas que podiam penetrar as paredes das células vegetais, tornando-se endófitas.

Novos tipos de micorrizas nem sempre resultam da adoção de novas linhagens de fungos, como algumas plantas mico-heterótrofas que exploram fungos ECM ou fungos saprófitas. Fungos micorrízicos de orquídeas podem não se beneficiar da associação com orquídeas e não devem ter coevoluido com as plantas ou formar linhagens separadas de seus parentes saprófitas ou parasitas. A natureza do fungo ericóide é também incerta (Brundrett, 2002).

Modelos teóricos de evolução simbiótica são baseados em sistemas animais com transmissão vertical (co-dispersão) que evoluiu de interações parasíticas (Genkai-Kato e Yamamura, 1999). Contudo, estudos filogenéticos mostram que maioria dos fungos micorrízicos não tem ancestrais parasíticos (Brundrett, 2002).

1.4. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMAs)

Evidências fósseis suportam a existência de micorrizas nas primeiras plantas vasculares que viveram a mais de 400 milhões de anos atrás no Período Devoniano inferior (Simon et al., 1993; Remy et al., 1994). Há registros esporádicos de ocorrência de fungos aparentemente similares em órgãos subterrâneos de plantas do Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico (Raina et al., 2000).

Associações MAs (ou algo muito similar) parecem ter mudado muito pouco em centenas de milhões de anos desde que as raízes evoluíram (Brundrett, 2002).

Hoje a grande maioria das plantas abriga fungos intracelulares idênticos em suas raízes ou rizomas e parece óbvio que dependência mutualística confere existência independente de cada parceiro improvável ou impossível, especialmente em plantas ancestrais ou primitivas (Raina et al., 2000).

Os fungos que formam associações micorrízicas arbusculares (FMAs) (Filo Glomeromycota, ordem Glomales) são considerados primitivos devido a: (1) seus esporos relativamente simples, (2) sua falta de reprodução sexual, (3) número relativamente baixo de espécies, associadas a grande diversidade de plantas (Morton, 1990). Os Glomales consistem de um número de linhagens antigas que podem ter divergido antes ou depois desses primeiros fungos tornarem-se micorrízicos (Redecker et al., 2000 a,b; Schüßler et al., 2001). Contudo eles formam uma linhagem coerente, única, onde diferenças dentro desta são contrastadas com a extensão de separação de outros fungos vivos (Brundrett, 2002).

Os Glomales (Glomeromycota) são ainda pouco conhecidos. Falta conhecimento sobre sua genética, ciclo de vida, interações com outros organismos, capacidades para se ajustar a mudanças do solo ou climas, e ainda sobre questões como a definição de indivíduos e espécies (Brundrett, 2002).

O padrão de distribuição ubíquo e pangeano (Raina et al., 2000) é explicado pela sua longa história evolutiva. A antiguidade de membros micorrízicos de Glomales é fortemente apoiada pela análise filogenética usando dados de seqüência de DNA de taxa viventes (Brundrett, 2002). Provavelmente o ancestral dos fungos endomicorrízicos foi provavelmente parecido com *Glomus* (Família Glomaceae) e surgiu na era Paleozóica, possivelmente no tempo do aparecimento das primeiras plantas terrestres (415 m.a. atrás) (Simon et al., 1993).

As famílias Acaulosporaceae e Gigasporaceae apareceram mais tarde e divergem das outras no Paleozóico superior, 250 m.a. atrás. A divisão entre *Entrophosphora* e *Acaulospora* ocorreu durante o Cretáceo (Simon et al., 1993).

Fungos Glomales (Filo Glomeromycota) podem coevoluir lentamente com seus solos mais que com seus hospedeiros, tendo mostrado ajustes à mudança no clima quando da deriva dos continentes, idade do gelo e mudança de pólos (Brundrett, 2002). Talvez devêssemos considerar MA uma estratégia de longo prazo que incorpora uma flexibilidade para enfrentar as condições ambientais presentes e futuras (Brundrett, 2002).

Em teoria, micorrizas podem ser definidas por características estruturais e fisiológicas. Contudo na prática, somente observações anatômicas podem realmente ser usadas para designar categorias dessas associações. Arbúsculos são normalmente usados para definir associações MA. Eles podem ser quantificados por observação em microscópio e sua abundância é usualmente correlacionada com o grau de colonização de raízes jovens por fungos MA (McGonigle et al., 1990; Toth et al., 1990). Contudo, arbúsculos são estruturas efêmeras que são frequentemente ausentes ou difíceis de observar (devido à idade da raiz e ao acúmulo de pigmentos) em raízes coletadas em campo (Brundrett et al., 1996). Associações MAs mais velhas podem ser consistentemente identificadas por padrões de ramificação das hifas em plantas hospedeiras.

As categorias morfológicas e funcionais de associações formadas por fungos Glomeromycota em órgãos de plantas, encontradas em levantamento de campo, são as seguintes (Brundrett, 2004). **(a)** MA tipicamente balanceada em órgãos vegetais jovens, colonização de raízes por hifas com distinto padrão de crescimento e arbúsculo (comum). **(b)** MA balanceadas mais velhas em raízes com padrão de colonização hífica (como em **a**), mas sem arbúsculos intactos (muito comum). **(c)** associações endofíticas em raízes e outros órgãos de plantas não hospedeiras, com crescimento difuso de hifas, resultando em colonização esparsa, inconsistente, sem arbúsculos (muito espalhado, esporádico). **(d)** MA heterotrófica (exploitative) em plantas parcialmente ou totalmente mico-heterotróficas, com colonização intensa de raízes ou caules por hifas especializadas formando padrões distintos, faltando os arbúsculos em alguns casos (incomum e restrito a certas famílias). Vesículas podem estar presentes ou ausentes em todas estas categorias.

Gallaud (1905) observou que associações MA em diferentes espécies de plantas apresentam dois tipos morfológicos distintos nomeando-os séries **Arum** e **Paris**. Em raízes com MA linear (Série **Arum**), hifas crescem longitudinalmente ao longo de canais de ar entre as células do córtex, enquanto na Série **Paris** hifas crescem como “novelos” dentro

das células (Brundrett et al., 1996). Esses autores propõem que as categorias **Arum** and **Paris** de MA sejam designadas como MAs “linear” e “coiling”, respectivamente. Categorias de associações micorrízicas não são sempre consistentes com os gêneros de plantas e pode haver diferenças fisiológicas entre MAs “linear” e “coiling” (Smith e Smith, 1997).

1.5. ECOLOGIA DOS FMAs

Fatores climáticos, especialmente luminosidade e temperatura (Hayman, 1974) podem influenciar a associação micorrízica. A umidade, temperatura, luminosidade e aeração afetam diretamente o fungo micorrízico ou indiretamente a associação, pela interferência no desenvolvimento do hospedeiro (Silveira, 1992).

As propriedades edáficas, como acidez, teor de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, umidade, textura, compactação e aeração influenciam na associação micorrízica (Mosse, 1973; Hayman, 1970; Hayman e Tavares, 1985; Paula e Siqueira, 1987; Siqueira e Franco, 1988; Allen, 1991; Silveira, 1992, 1998). Os nutrientes do solo, especialmente nitrogênio e fósforo, influenciam no estabelecimento da simbiose (Silveira, 1992), sendo que a maior taxa de colonização radicular ocorre em solos com baixa disponibilidade de fósforo, diminuindo com o aumento do fósforo (Cardoso et al., 1986; Silveira e Cardoso, 1987).

Os fatores bióticos também são elementos moduladores da biologia dos FMA e da associação propriamente dita (Moore et al., 1985). Johnson et al. (2003) mostraram que comunidades microbianas do solo diferem significativamente entre diferentes comunidades de plantas e abundância de FMAs. Igualmente, a captura de recursos pelo hospedeiro pode ser influenciada pelas comunidades microbianas do solo (por exemplo, bactérias fixadoras de nitrogênio) (Rillig, 2004).

Distúrbios naturais ou antrópicos podem causar mudanças estruturais importantes no ecossistema. Abbott e Gazey (1994) verificaram que determinadas alterações nas propriedades do solo modificam os padrões de abundância de determinado fungo, em detrimento de outros, durante o processo de formação de micorriza.

A presença e diversidade de FMAs podem influenciar a composição da comunidade vegetal (Grime et al., 1987; Gange et al., 1993; van der Heijden et al., 1998, 2002; Hartnett e Wilson, 2002; Klironomos et al., 2000; O’Connor et al., 2002; Stampe e Daehler, 2003; Johnson et al., 2003).

A direção e a magnitude do efeito estão relacionadas com a dependência micorrízica das espécies de plantas dominantes e subordinadas de uma comunidade (Urcelay e Díaz, 2003). Por exemplo, se as espécies dominantes competitivamente em uma comunidade são altamente dependentes de micorrizas, então a eliminação da simbiose micorrízica pode aumentar a diversidade (igualdade), porque libera a competição sobre as subordinadas (Rillig, 2004).

Propriedades das espécies vegetais com o potencial de influenciar os processos do ecossistema incluem peculiaridades que afetam o uso de recursos (por exemplo, associação com bactérias fixadoras de N, qualidade do lúter, rizodeposição, acesso a certas fontes de nutrientes, por exemplo, via micorrizas; Cornelissen et al., 2001).

FMA's podem influenciar diretamente ou indiretamente as comunidades microbianas do solo. Há dois principais caminhos pelos quais os FMA's podem provocar mudanças na composição da comunidade microbiana do solo: pelos efeitos diretos do micélio e seus produtos (Andrade et al., 1997; Fillion et al., 1999; Marschner e Baumann, 2003) ou pela rizodeposição (Linderman, 1998), desse modo afetando indiretamente a microbiota do solo (Marschner e Baumann, 2003).

O micélio intraradical provavelmente tem somente efeitos indiretos sobre os processos do ecossistema (por exemplo, pela modificação da fisiologia do hospedeiro). O micélio extraradical de FMA's pode também influenciar a comunidade do solo e absorção de nutrientes (Rillig, 2004), e contribui para a formação e manutenção da estrutura do solo (Tisdall e Oades, 1982; Miller e Jastrow, 1994, 2000), sendo que essa estrutura influencia virtualmente todos os processos de ciclagem de nutrientes e biota do solo (Diaz-Zorita et al., 2002).

Os mecanismos pelos quais as hifas extraradiciais de FMA ajudam a estabilizar os agregados do solo ainda não são claramente conhecidos. Supõe-se que tenha uma importante contribuição para a estabilização de macroagregados (>250 μm), onde devem ajudar a estabilizar agregados devido ao entrelaçamento da rede de hifas (mecanismo "string-bag": Miller e Jastrow, 2000) e pela deposição de material orgânico. Um importante componente do material orgânico contido em ou liberado pelas hifas é a glomalina, uma proteína produzida pelos FMA's (Wright e Upadhyaya, 1996), de natureza bioquímica ainda desconhecida (Rillig, 2004).

Mudanças mediadas por FMA's na fisiologia do hospedeiro (individual) e na captura de recursos podem levar a mudanças no ecossistema. Revisões disponíveis a respeito desse tema incluem as de Allen (1991, 1992); Koide (1991); Marschner (1995);

Smith e Read (1997); Varma e Hock (1999); Kalpunik e Douds (2000) e van der Heijden e Sanders (2002).

A maioria das pesquisas tem se dedicado a função dos FMAs na aquisição de nutrientes minerais pelo hospedeiro (geralmente P).

Além da sua função na nutrição da planta, FMAs estão também envolvidos na proteção contra patógenos da raiz (Newsham et al., 1995), melhoria das relações hídricas do hospedeiro incluindo tolerância a seca (Auge, 2001), mediação de efeitos de poluentes (Meharg e Cairney, 2000), resultando freqüentemente, mas nem sempre, em melhoria do crescimento da planta hospedeira e fitness (Johnson et al., 1997; Klironomos, 2003).

É tentador assumir que os FMAs não têm especificidade ao hospedeiro (dado o número de hospedeiros potenciais e o número comparativamente pequeno de espécies de FMA descritas, e talvez funcionalmente equivalentes (Rillig, 2004).

Recentemente, usando o enfoque molecular da ecologia microbiana, foram encontradas evidências de que a co-ocorrência de hospedeiros associam-se a um subconjunto não randômico da comunidade de FMA do solo (Bever et al., 1996; Vandenkoornhuyse et al., 2003), que espécies isoladas de FMA diferem em um número de características ecofisiológicas (Hart e Reader, 2002), e também diferem em seus efeitos sobre a fisiologia do hospedeiro e crescimento (Klironomos, 2003).

Além disso, mudanças temporais podem ocorrer na comunidade de FMAs (Pringle e Bever, 2002).

1.6.EFEITOS DA SIMBIOSE MICORRÍZICA SOBRE O FITNESS DA PLANTA

Pesquisas ecológicas sobre micorrizas arbusculares têm historicamente focado ao nível do organismo, onde a função da colonização micorrízica para a fisiologia da planta, crescimento e reprodução tem sido o principal interesse (Rillig, 2004).

Os benefícios nutricionais das MAs resultam de interações dinâmicas e complexas entre as raízes e o micélio fúngico moduladas pelo ambiente (Saggin Júnior e Silva, 2005). Esses autores ressaltam o aumento da absorção de vários nutrientes, alterações fisiológicas nas raízes e alterações rizósfericas como alguns dos mecanismos básicos que melhoram a nutrição das plantas.

O maior suprimento de nutrientes para a planta deve-se ao aumento da superfície de absorção em contato com o solo e aumento do volume e extensão do solo acessível à planta

micorrizada, que normalmente não estão disponíveis para a planta (Rillig, 2004; Saggin Júnior e Silva, 2005).

A Colonização da raiz por fungos MA pode protegê-la de fungos parasíticos e nematódeos (Duchesne et al., 1989; Grandmaison et al., 1993; Newsham et al., 1995). O controle de doenças pelos FMAs não ocorre pela indução de resistência (Saggin Júnior e Silva, 2005). Os efeitos mais comuns são o aumento da tolerância das plantas e amenização dos danos provocados por patógenos radiculares (Azcon-Aguilar e Barea, 1996).

Ocorre ainda benefícios não-nutricionais devido a mudanças nas relações hídricas, níveis de fitohormônios, assimilação de C, dentre outros (Brundrett, 1991; Smith e Read, 1997).

Devido à sua natureza ubíqua, à ausência de especificidade hospedeira e à susceptibilidade generalizada das plantas à micorrização, os FMAs apresentam enorme potencial biotecnológico (Siqueira et al., 2003). De fato, o manejo do potencial de fungos micorrízicos indígenas ou a introdução de novas espécies pode fazer parte de uma abordagem no sentido de proporcionar um sistema de cultivo com ênfase na redução de custos, no manejo integrado de doenças e em variedades adaptadas aos diferentes ecossistemas (Trindade, 1998). Nos trópicos os FMAs são componentes importantes na recuperação de áreas degradadas, especialmente quando se emprega a fitorremediação (Siqueira et al., 2003). Em fruteira, o uso de FMA tem um grande potencial biotecnológico.

Segundo Siqueira et al. (2003) o aumento da taxa de micorrização das plantas pode ser conseguido: pela inoculação com isolados fúngicos selecionados; por práticas de manejo seletivo da população fúngica indígena dos solos agrícolas e, mais recentemente, pela aplicação de compostos estimulantes da micorrização. Segundo Trindade (1998) a inoculação na fase de muda é o mais adequado, visto que é possível a produção de inóculo em quantidade suficiente, além de que mudas são normalmente produzidas em substrato isento de fungos MA. Ainda segundo este autor, as fruteiras, de modo geral, apresentam grande potencial de colonização radicular, principalmente aquelas que possuem sistema radicular pouco ramificado e elevada taxa de crescimento.

As respostas da inoculação variam de 10% a 800% em aumento da biomassa vegetal (Siqueira e Franco, 1988).

No entanto, a aplicação desses fungos em larga escala é ainda muito limitada, principalmente pela falta de inoculante aceito comercialmente. Segundo Siqueira et al.

(2003), o estabelecimento de padrões de qualidade de inoculantes, considerando-se aspectos de pureza e sanidade, é essencial para o desenvolvimento comercial desses fungos. Pacotes tecnológicos para aplicações diversas já foram desenvolvidos, como é o caso da inoculação do cafeeiro (Saggin Júnior e Siqueira, 1996), cuja viabilidade técnica já foi demonstrada no Brasil e sua aplicação é concretizada na Colômbia, onde existem várias empresas produtoras de inoculantes.

Faz-se necessário ampliar a experimentação, em casa de vegetação e em campo, para obter resultados experimentais conclusivos, para diferentes espécies de interesse agrícola, além da realização de análise da consistência, longevidade e custo/benefício da inoculação.

A aplicação dos FMAs como insumo biológico dependerá da produção de inoculantes, manipulação das populações indígenas através de manejo específico e/ou do emprego de produtos estimulantes da micorrização (Siqueira et al., 2003).

Saggin Júnior e Silva (2005) ressaltam a grande importância de conhecer quanto a planta de interesse depende desta associação micorrízica para o seu crescimento normal. A dependência micorrízica de algumas espécies já é bem conhecida, como os citros (Menge et al., 1978), o cafeeiro (Saggin Júnior e Siqueira, 1996), algumas variedades de mamão (Trindade, 1998), entretanto a maioria das plantas, principalmente, nativas e com grande potencial econômico, não se conhece o quanto dependem das micorrizas arbusculares (MAs).

Este estudo busca ampliar o conhecimento da importância da associação micorrízica para a mangabeira, *Hancornia speciosa*.

1.7.LINHAS GERAIS DESTE TRABALHO

O trabalho constou de levantamento de campo e experimentos em condições de casa de vegetação e viveiro, realizados na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, e em Laboratório na Universidade do Estado da Bahia, UNEB, e na Universidade Federal da Bahia, UFBA.

Uma curta descrição da estrutura geral deste trabalho é apresentada a seguir:

Capítulo I. Referencial Teórico. Revisão bibliográfica sobre *Hancornia speciosa* Gomez e sobre associação micorrízica arbuscular.

Capítulo II. **Diversidade e abundância de Fungos Micorrízicos Arbusculares na rizosfera de *Hancornia speciosa* Gomez (mangabeira) em duas populações nativas, Bahia, Brasil.**

Amostras de solo rizosférico e raízes de mangabeiras nativas foram coletadas para análise da diversidade de morfoespécies de esporos de fungos micorrízicos na rizosfera de plantas de duas populações, e sua variação temporal, em quatro períodos do ano, e avaliação da taxa de colonização radicular, bimensalmente, durante um ano. As amostras de solo foram caracterizadas química e fisicamente.

Capítulo III.

Eficiência micorrízica de fungos micorrízicos arbusculares nativos em *Hancornia speciosa* Gómez, Apocynaceae.

Experimento para testar a eficiência micorrízica de alguns isolados de fungos micorrízicos arbusculares nativos, e avaliação do crescimento e resposta nutricional de mudas de *H. speciosa* inoculadas com estes fungos.

A avaliação da eficiência micorrízica em solo autoclavado testou esporos nativos multiplicados por cultivo armadilha com *H. speciosa* e um consórcio de *Sorghum bicolor* L.Moench e *Crotalaria juncea* L..

Considerações finais

Análise geral dos resultados encontrados nos diferentes capítulos e as conclusões deste estudo.

1.8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, L. K.; Gazey, C. An ecological view of the formation of VA mycorrhizas. **Plant and Soil**, v.159, p. 69-78. 1994.

Aguiar Filho, S. P. de; Bosco, J.; Araújo, I. A. de. Banco ativo de germoplasma de mangaba no estado da Paraíba. In: Workshop para Curadores de Banco de Germoplasma de Espécies Frutíferas, 1997, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 156-159. 1999.

Allen, M. F. **The ecology of mycorrhizae**. Cambridge University Press: Cambridge, U.K., 1991.

Allen, M.F. **Mycorrhizal Functioning: An Integrative Plant-Fungal Process**. New York: Chapman & Hall. 1992.

Almeida, C.C.S. **Análise citogenética e molecular em milho (*Zea mays* subsp *mays*), teosinto (*Zea mays* subsp *mexicana*) e em seus híbridos**. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 47p. 2003.

Almeida, D. S. de. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. EDITUS. 2000.

Andrade, G.; Mihara, K.L.; Linderman, R.G.; Bethlenfalvay, G.J. Bacteria from rhizosphere and hyphosphere of different arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant Soil**, v.192, p.71-79. 1997.

Auge', R.M. Water relations, drought and vesicular arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhiza**, 11, 3-42. 2001.

Azcon-Aguilar, C.; Barea, J.M.. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved. **Mycorrhiza**, v.6, p. 457-464. 1996.

Bahia. Secretaria de Agricultura. **Inventário de plantas medicinais do Estado da Bahia**. Salvador, p. 679-680. 1979.

Baylis, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: Sanders, F.E.; Mosse, B.; Tinker, P.B. (eds.). **Endomycorrhizas**. London: Academic Press. p.409-417. 1975.

Bekkedahl, N.; Saffioti, W. **Latex e borracha de mangabeira**. Belém: Instituto Agrônômico do Norte, 42p..1948.

Bever, J. D.; Morton, J. B.; Antonovics, J.; Schultz, P. A. Host-dependent sporulation and species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a mown grassland. **Journal of Ecology**, v.84, p.71-82. 1996.

Bhandari, N.N.; Mukerji, K.G. **"The haustorium"**. England: Research Studies Press Ltd. 308 p. 1993.

Bowen, G.D.; Theodorou, C. In: Marks, G.C.; Kozlowski, T.T. (eds.) **Ectomycorrhizae, their ecology and physiology**. New York: Academic. p.107-150. 1973.

Braga, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 4 ed. Natal, RN: Universitária UFRN, 540 p. 1960.

Brundrett, M. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants, *Tansley review*, 134, **New Phytologist**, v,154, p, 275-304. 2002.

Brundrett, M. Diversity and classification of mycorrhizal associations, **Biol. Rev.**, 79, p. 473-495. 2004.

Brundrett, M. Mycorrhizas in natural ecosystems. **Advances in Ecological Research**, New York, v.21, p.171-313. 1991.

Brundrett, M.; Bougher, N.; Dell, B.; Grove, T.; Malajzuk, N. **Working with mycorrhizas in forestry and agriculture** – ACIAR, Monograph 32, Canberra: Pirie Printers, 374 p. 1996.

Cardoso, E.J.B.N.; Antunes, V.; Silveira, A.P.D.; Oliveira, M.H.A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 10, p.25-30. 1986.

César, G. **Curiosidades de nossa flora**. Recife: Instituto Agrônomo do Nordeste, 374 p. 1956.

Chaves, L. J. e Moura, N. F. Recursos genéticos da mangabeira no bioma Cerrado. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Chaves, L.J.; Naves, R.V. O cerrado do Brasil: uma fonte potencial de recursos genéticos. In: **Encontro sobre temas de genética e melhoramento**, 15. Piracicaba: ESALQ _ USP, v.15, p.74-86. 1998.

Cornelissen, J.H.C.; Aerts, R.; Cerabolini, B.; Werger, M.J.A.; van der Heijden, M.G.A. Carbon cycling traits of plant species are linked with mycorrhizal strategy. **Oecologia**, v. 129, p.611-619. 2001.

Cruz, E. M. de O.; Rocha, M. A. C.; Passos, A. R.; Saldanha, R. B.; Medrado, E. A.; Silva, S. A.; Costa, M. A. P. de C. Divergência genética entre genótipos de mangaba no município de Iramaia – BA. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Diaz-Zorita, M.; Perfect, E.; Grove, J.H. Disruptive methods for assessing soil structure. **Soil Tillages Res.**, v.64, p.3-22. 2002.

Duchesne, L. C.; Peterson, R. L.; Ellis, B. E. The future of ectomycorrhizal fungi as biological control agents. **Phytoprotection**, v.70, p.51-57. 1989.

Epstein, E. **Nutrição mineral das plantas: Princípios e perspectivas**. Tradução e notas de E. Malavolta. RJ: Livros técnicos e científicos; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo. 344p. 1975.

Espíndola, A. C. de M. **Aspectos da nutrição mineral da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. (Tese de Doutorado em Botânica). Recife: UFRPE, 89 p. 1999.

Espíndola, A. C. de M. e Ferreira, E. G. Aspectos nutricionais e adubação da mangabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Espíndola, A. C. de M.; Carvalho, N. S. G. de; Almeida, C. C. de S. Prospecção, coleta e manutenção de germoplasma de mangabeira em Alagoas. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Ferreira, M. B. Frutos comestíveis do Distrito Federal. III. Pequi, mangaba, marolo e mamãozinho. **Cerrado**, Brasília, v. 20, n. 5, p. 22-25, 1973.

Filion, M.; St. Arnaud, M.; Fortin, J.A. Direct interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and different rhizosphere micro-organisms. **New Phytol.**, v.141, p.525-533. 1999.

Gallaud, I. Études sur lês mycorrhizes endophytes. **Revue General de Botanique**, v. 17, p. 5-500. 1905.

Gange, A.C.; Brown, V.K.; Sinclair, G.S. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: a determinant of plant community structure in early succession. **Functional Ecology**, v.7, p. 616-622. 1993.

Genkai-kato, M.; Yamura, N. Evolution of mutualistic simbiosis without vertical transmission. **Theoretical Population Biology**, v. 55, p. 309-323. 1999.

Gerdemann, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal. In: Torrez, J.G.; Clarkson, D.T. (Eds.). **The development and function of roots**. London Academic. P. 575-591. 1975.

Giacometti, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: Simpósio Nacional de recursos genéticos de fruteiras nativas, Cruz das Almas, BA. **Anais...** Cruz das Almas, BA:EMBRAPA-CNPMF. P.13-27. 1993.

Grandmaison, J.; Olah, G. M.; Van Calsteren, M. R.; Furlan, V. Characterisation and localisation of plant phenolics likely involved in the pathogen resistance expressed by endomycorrhizal roots. **Mycorrhiza**, v.3, p.155-164. 1993.

Grime, J. P.; Mackey, J.M.; Miller, S.H.; Read, D.J. 1987. Floristic diversity in a model system using experimental microcosm. **Nature**, v.328, p.420-422. 1987.

Gryndler, M. The ecological role of mycorrhizal symbiosis and the origin of the land plants. **Ceska Mykologie**, v. 46, p.93-98. 1992.

Guarim Neto, G. **Plantas utilizadas na medicina popular do estado de Mato Grosso**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia/CNPq. 58p. 1987.

Harley, J.L.; Smith, S.E. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic press. 1983.

Hart, M. M.; Reader, R. J. Taxonomic basis for variation in the colonization strategy of arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytol.**, v.153, p.335-344. 2002.

Hartnett, D.C.; Wilson, G.W.T. The role of mycorrhiza in plant community structure and dynamics: lessons from grasslands. **Plant soil**, v.244, p.319-331. 2002.

Hayman, D.S. *Endogone* spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. **Transactions of British Mycological Society**, v.54, n.1, p.53-63. 1970.

Hayman, D.S. Plant growth response to vesicular-arbuscular mycorrhiza. VI. Effect of light and temperature. **New Phytol.**, v.73, p.71-80. 1974.

Hayman, D.S.; Tavares, M. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XV. Influence of soil pH on the symbiotic efficiency of different endophytes. **New Phytol.**, v.100, p.367-377. 1985.

Heringer, E. P. Três árvores úteis do Cerrado Mineiro. **Boletim de Agricultura do Departamento de Produção Vegetal**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1-2, p. 59-62, jan-fev. 1958.

Jacomine, P.K.T.; Cavalvanti, A.C.; Pessoa, D.C.C.; Silveira, C.O.. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado de Alagoas. Recife, **EMBRAPA**, Centro de Pesquisas Pedológicas. 1975. 522p. (Boletim Técnico, 35).

Jacomine, P.K.T.; Ribeiro, M.R.. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: características, distribuição geográfica, gênese e manejo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 26, Rio de Janeiro, 1997. **Anais...**Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1997. Disponível em CD-ROM. 1997.

Janos, D.P. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on lowland tropical rainforest trees. In: Sanders, F.E.; Mosse, B.; Tinker, P.T. (eds.). **Endomycorrhizas**. Academic London, p.437-446. 1975.

Janos, D.P. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches appropriate? In: Ng, F.S.P. (ed.). **Trees and mycorrhiza**. Kuala Lumpur: Forest Research Institute. P. 133-188. 1988.

Janzen, D.H. **Biotropica**. v.6, p.60-103. 1974.

Janzen, D.H. **Brenesia**, v.v.14-15, p.305-309. 1978.

Johnson, D.; Booth, R. E.; Whiteley, A. S.; Bailey, M. J.; Read, D. J.; Grime, J. P. Plant community composition affects the biomass, activity and diversity of microorganisms in limestone grassland soil. **Europ. J. Soil. Sc.**, v.54, p.671-677. 2003.

Johnson, N. C.; Graham, J. H.; Smith, F. A. Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism-parasitism continuum. **New Phytol**, v.135, p.575-585. 1997.

Kapulnik, Y.; Douds, D.D. (eds.) **Arbuscular Mycorrhizas Physiology and Function**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 2000.

Klironomos, J. N. Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi. **Ecology**, v.84, p.2292-2301. 2003.

Klironomos, J.N; McCune, J.; Hart, M.; Neville, J. the influence of arbuscular mycorrhizae on the relationship between plant diversity and productivity. **Ecology Letters**, v.3, p. 137-141. 2000.

Koide, R.T. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. **New Phytol.**, v.117, p.365-386. 1991.

Kruckelmann H.W. Effects of fertilizers, soils, soil tillage, and plant species on the frequency of Endogone chlamydospores and mycorrhiza infection in arable soils. In: Sanders FE, Mosse B, Tinker PB (eds) **Endomycorrhizas, Proceedings of a Symposium held at the University of Leeds**, 22–25 July 1974, Academic Press, London. 1975.

Lederman, I. E.; Silva Júnior, J. F. da; Bezerra, J. E. F.; Espíndola, A. C. de M. **Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Jaboticabal, SP: Funep, 35p. (Série Frutas Nativas, 2). 2000.

Lewis, D.H. Comparative aspects of the carbon nutrition of mycorrhizas. In: Sanders, F.E.; Mosse, B.; Tinker, P.B. **Endomycorrhizas**. Academic Press, London. New York. P. 109-148.1975.

Lewis, D.H. Interchange of metabolites in biotrophic symbiosis between angiosperms and fungi. In: Sutherland, E. (ed.).**Perspectives in Experimental Biology**, v.2; Pergamon Press, Oxford, p.207-219. 1976.

Lewis,D.H. Concepts in fungal nutrition and the origin of biotrophy. **Biological Reviews**. v.48, p.261-278. 1973.

Linderman, R.G. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora: the mycorrhizosphere effect. **Phytopathol.**, v.78, p.366-371. 1998.

Lorenzi, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Platarum, 368 p. 1992.

Malloch, D. W.; Pirozynski, K. A.; Raven, P. H. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (A Review), **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 77, n.4, p.2113-2118. 1980.

- Marschner, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, UK: Academic Press. 1995.
- Marschner, P.; Baumann, K. Changes in bacterial community structure induced by mycorrhizal colonization in split-root maize. **Plant Soil**, v. 251, p.279-289. 2003.
- Marx, D.H. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v.10, p.429-454. 1972.
- Marx, D.H.; Brian W.C. **For. Sci.**, v.21, p.245-254. 1975.
- McGonigle, T.P.; Miller, M.H.; Evans, D.G.; Fairchild, G.L.; Swan, J.A. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytol.**, v.115, p.495-501. 1990.
- Meharg, A. A.; Cairney, J. W. G. Co-evolution of mycorrhizal symbionts and their hosts to metal-contaminated environments. **Adv. Ecol. Res.**, v.30, p.70-102. 2000.
- Menge, J.A.; Johnson, E.L.V.; Platt, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. **New Phytol.**, v.81, p. 553-559. 1978.
- Meyer, F.H. In: Marks, G.C.; Koslowski, T.T. (eds.) **Ectomycorrhizae, their ecology and physiology**. Academic, New York. P.79-105. 1973.
- Miller, R.M.; Jastrow, J.D. Mycorrhizal fungi influence soil structure. In: Kapulnik, Y.; Douds, D.D. (eds.). **Arbuscular Mycorrhizas: Molecular Biology and Physiology**. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands, p.3-18. 2000.
- Miller, R.M.; Jastrow, J.D. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and biogeochemical cycling. In: Pflieger, F.L.; Linderman, R.G. (eds.) **Mycorrhizae and Plant Health**. APS Press, St. Paul, p. 189-212. 1994.
- Monachino, J. A. A revision of *Hancornia* (Apocynaceae). **Lilloa**, Tucumán, v.11, p. 19-48. 1945.
- Moore, J.C.; St. John, T.V.; Coleman, D.C. Ingestion of vesicular arbuscular mycorrhizal hyphae and spores by soil microarthropods. **Ecology**, v.66, n.6, p.1979-1981. 1985
- Morton, J. B. Evolutionary relationships among arbuscular fungi in the Endogonaceae. **Mycologia**, v. 82, p. 192-207. 1990.
- Mosse, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. IV. In soil given additional phosphorus. **New Phytologist**, v. 72, p. 127-136. 1973.
- Mosse, B. Specificity in vesicular arbuscular mycorrhiza. In: Sanders, E.; Tinker, P.B.; Mosse, B. (eds.) **Endomycorrhizas**. Academic Press, London. P.468-484. 1975.
- Newsham, K. K.; Fitter, A. H.; Watkinson, A. R. Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. **Journal of Ecology**, v.83, p.991-1000. 1995.

O'connor, P. J.; Smith, S.E.; Smith, F.A. Arbuscular mycorrhizas influence plant diversity and community structure in a semiarid herbland. **New Phytol.**, v.154, p.209-218. 2002.

Parente, T.V.; Borgo, L.A ; Machado, J.W.B. Características físico-químicas de frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* G.) do cerrado da região geoeconômica do Distrito federal. **Ciência e Cultura**, v. 37, n. 1, p. 95-98. 1985.

Paula, M. A. ; Siqueira, J. O. Efeitos da umidade do solo sobre a simbiose endomicorrízica em soja.II. Crescimento, nutrição e relação água-plantas. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.11, p. 182-293. 1987.

Peyronell, B.; Fossil, B.; Fontana, A.; Trappe, J.M.. Terminology of mycorrhizae. **Mycologia**, v.61, p.410-411. 1969.

Pinheiro, E. O látex e a borracha da mangabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Pio-Corrêa, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, v.5, p. 82-83. 1969.

Pirozynski, K. A; Malloch, D. W. The origin of land plants: a matter of micotropism, **Biosystems**, v. 6, p. 153-164. 1975.

Pringle, A.; Bever, J. D. Divergent phenologies may facilitate the coexistence of arbuscular mycorrhizal fungi in a North Carolina grassland. **Am. J. Bot.**, v. 89, p.1439-1446. 2002.

Raina, S.; Chamola, B. P.; Mukerji, K. G. Evolution of mycorrhiza, In: Mukerji, K. G.; Chamola, B. P.; Singh, J. (eds.) **Mycorrhizal Biology**, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 2000.

Read, D.J. The biology of mycorrhiza in the Ericales. **Proc. 5th NACOM**. 1982.

Redecker, D.; Kodner, R.; Graham, L.E. Glomalean fungi from the Ordovician. **Science**, v. 289, p.1920-1921. 2000a.

Redecker, D.; Morton, J. B.; Burns, T.D. Ancestral lineages of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.14, p.276-284. 2000b.

Remy, W.; Taylor, T. N.; Hass, H.; Kerp, H. Four hundred-million-year-old vesicular arbuscular mycorrhizae. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v.91, p. 11841-11843. 1994.

Rezende, C. F. A.; Naves, R. V.; Chaves, L. J.; Moura, N. F.; Aguiar, A. V. Caracterização de ambientes com alta densidade e ocorrência natural de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no Cerrado. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Rieder, A.; Santos, J. L.; Rocha, N. M.; Silva, P. L.; Modro, A. F. H. Aspectos do ambiente de ocorrência natural da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) na Serra do Mangaval em Cáceres, Mato Grosso, Brasil. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

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

Rizzo, J. A.; Ferreira, H. D. *Hancornia G.* no estado de Goiás. In: Congresso Nacional de Botânica, 36, 1985, Curitiba, PR. **Anais...** Brasília: Sociedade Botânica do Brasil/ IBAMA, v.1, p. 363-368. 1985.

Saggin-Júnior, O. J.; Silva, E.M.R. da. Micorriza arbuscular – Papel, funcionamento e aplicação da simbiose. In: Aquino, A.M.; Assis, R.L. (Eds.). **Processos biológicos no sistema solo planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Embrapa Agrobiologia – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. p.101-149. 2005.

Saggin-Júnior, O. J.; Siqueira, J. O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: Siqueira, J. O. (ed). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/DCS e DCF. p.203-254. 1996.

Schüßler, A.; Schwarzott, D.; Walker, C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycological Research**, v. 105, p. 1413-1421. 2001.

Silva Júnior, J. F. Recursos genéticos da mangabeira nos tabuleiros costeiros e baixada litorânea do nordeste do Brasil. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Silva Júnior, J. F.; Ledo, A.S.; Ledo, C.A.S.; Tupinambá, E.A. Caracterização morfológica de mangabeira na restinga do complexo estuarino do Rio Vaza-Barris, Sergipe. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Silveira, A. P. D. Micorrizas. In: Cardoso, E. J. B. N. et al. **Microbiologia do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas – SP, p.257-296. 1992.

Silveira, A.P.D. da; Cardoso, E.J.B.N. Influência do tipo de solo e do fungo micorrízico vesículo-arbuscular no desenvolvimento de trevos cultivares de feijão. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 11, p.36-44. 1987.

Silveira, A.P.D. Ecologia de fungos micorrízicos arbusculares. In: Melo, J.L. (ed.) **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA. P.61-83. 1998.

Simon, L.; Bousquet, J.; Lévesque, R. C. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants, **Nature**, v.363, n.6, p.67-69. 1993.

Siqueira, J. O.; Franco, A. A **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. MEC/ ABEAS/FAEPE, Brasília. 236p. 1998.

Siqueira, J. O.; Lambais, M. R.; Stümer, S. L. Fungos micorrízicos arbusculares: características, associação simbiótica e aplicação na agricultura.. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**. V.23, n.3, p. 2003.

Smith, F. A.; Smith, S. E. Structural diversity in (vesicular) – arbuscular mycorrhizal symbioses. **New Phytol.**, v. 137, p. 373-388. 1997.

Smith, S. E.; Read, P. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. New York: Academic Press. 605p. 1997.

Smith, S.E.; Gianinazzi-Pearson, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.39, p.221-244, 1988.

Smith, S.E.; Smith, F.A.. Structure and function of the interfaces in biotrophic as they relate to nutrient transfer. **New Phytol.**, v.114, p.1-38. 1990.

Stampe, E.D.; Daehler, C.C. Mycorrhizal species identity affects plant community structure and invasion: a microcosm study. **Oikos**, v.100, p.362-372. 2003.

Stubblefield, S.P.; Taylor, T.N. Recent advances in paleomycology. **New Phytologist**, v. 108, p.3-25. 1988.

Taylor, T.N.; Osborn, J.M. The importance of fungi in shaping the paleoecosystem. **Review of Paleobotany and Palynology**, v.90, p.249-262. 1996.

Tinker, P.B.H. In: Jenkins, D.H.; Lee, D.L. (eds.). **Symbioses**. Cambridge Univ. Press, England. p.325-349. 1975.

Tisdall, J.M.; Oades, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **J. Soil Sc.**, v.33, p.141-163. 1982.

Toth, R.; Doane, C.; Bennett, E.; Alexander, T. Correlation between host-fungal surface areas and percent colonization in VA mycorrhizae. **Mycologia**, v.82, p.519-522. 1990.

Trappe, J. M. Phylogenetic and ecologic aspects of mycotrophy in the angiosperms from an evolutionary standpoint. In: Safir, G. R, ed. **Ecophysiology of VA mycorrhizal plants**. Boca Raton, FL, USA: CRC p. 5-25. 1987.

Trappe, J. M.; Fogel, R.C. **Range Science Department Science Series**. Colorado State Univ., Fort Collins, CO, v.26, p.205-214. 1977.

Trappe, J.M. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. **Ann. Review Phytopathol.**, v.15, p.203-222. 1979.

Trindade, A. V. **Fungos micorrízicos arbusculares em mamoeiro**. Tese Doutorado. Univ. Federal de Lavras, Lavras, MG. 189 p. 1998.

Urcelay, C.; Dí'az, S. The mycorrhizal dependence of subordinates determines the effect of arbuscular mycorrhizal fungi on plant diversity. **Ecol. Lett.**, 6, 388–391. 2003.

van der Heijden, M.G.A. Arbuscular mycorrhizal fungi as a determinant of plant diversity: in search of underlying mechanisms and general principles. In: van der Heijden, M.G.A.; Sanders, I. (eds.). **Mycorrhizal Ecology**. Ecological Studies, v.157. Springer-Verlag, Berlin, p.243-265. 2002.

van der Heijden, M.G.A.; Klironomos, J.N.; Ursic, M.; Moutoglis, P.; Streitwolf-Engel, R.; Boller, T. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. **Nature**, v.396, p.69-72. 1998.

van der Heijden, M.G.A.; Sanders, I.R. **Mycorrhizal Ecology**. Ecological Studies, v.157. Springer-Verlag, Berlin. 2002.

Vandenkoornhuyse, P., Ridgway, K.P., Watson, I.J., Fitter, A.H. & Young, J.P.. Co-existing grass species have distinctive arbuscular mycorrhizal communities. **Mol. Ecol.**, 12, 3085–3095. 2003.

Varma, A.; Hock, B. (eds.) **Mycorrhiza: structure, function, molecular biology and biotechnology**. Springer Verlag, Berlin. 1999.

Whittaker, R.H.; Levin, S.A.. **Theor. Popul. Biol.** v.12, p.117-139. 1977.

Wisniewski, A.; Melo, C. F. M. de. **Borrachas naturais brasileiras. III. Borracha de mangabeira**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1982. 59p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 8).

Wright, S. F.; Upadhyaya, A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, v.198, p.97-107. 1998.

Capítulo II: **DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE FUNGOS MICORÍZICOS ARBUSCULARES NA RIZOSFERA DE MANGABEIRAS NATIVAS (*Hancornia speciosa* GOMEZ)**

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar e comparar a diversidade, abundância e frequência de espécies de FMAs na rizosfera de mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomez) em duas populações nativas, investigar a influência das variáveis ambientais sobre a abundância dos FMAs. Para tanto, foram coletados solos rizosféricos em uma área de tabuleiro, vegetação com fisionomia semelhante à savana arbórea aberta, próximo ao município de Alagoinhas, Bahia (12°08' S e 38°26' W), a 150 m, relevo plano a suavemente ondulado, clima úmido a subúmido, solos predominantemente ácidos, classificados como podzólico vermelho-amarelo álico, de baixa fertilidade, e uma área com vegetação de fisionomia semelhante às restingas arbustivas, 12°30' e 12°32' S e entre 41°23 e 41°27' W, a 5 km do Município de Lençóis, a 450 m de altitude, clima tropical semi-úmido, solos de areias quartzozas, pouco desenvolvidos, profundos, excessivamente drenados. Foram coletados solos rizosféricos nos períodos seco e chuvoso nos dois locais de estudo. Os esporos de FMAs foram extraídos por peneiramento úmido e centrifugação em sacarose, sendo posteriormente montados em lâminas, para caracterização das morfoespécies. A contagem do número de esporos foi realizada em placa canaletada. A diversidade de espécies foi avaliada nos diferentes períodos de amostragem, e também antes e após cultivo com a própria mangabeira e com um consórcio de *Sorghum bicolor* L. Moench e *Crotalaria juncea* L.. O número de esporos foi sempre maior no solo de Lençóis do que em Alagoinhas. Em Lençóis houve uma variação significativa no número de esporos entre os períodos estudados. Em Alagoinhas não foi encontrada nenhuma variação significativa. Não foi encontrada correlação significativa entre o número de esporos e pluviosidade no período estudado ($r_s=0,1957$, $p=0,6423$). Neste estudo não foi encontrada correlação entre o número de esporos e pH do solo. A correlação entre número de esporos e teor de fósforo foi positiva somente em janeiro de 2005 em Alagoinhas ($r_s= 0,6335$, $p=0,0492$). Os teores de alumínio no solo correlacionaram-se negativamente com o número de esporos em Lençóis. Não foi encontrada correlação significativa entre número de esporos e taxa de colonização radicular em *H.*

speciosa Gomez. A taxa de colonização radicular foi sempre alta (maior que 60%) em todos os períodos estudados, nos dois locais de estudo. Houve uma correlação significativa (negativa) entre Temperatura Média e Temperatura Mínima e taxa de colonização radicular. As espécies de FMA de maior frequência e abundância foram *Gl. etunicatum* Becker & Gerdemann em Lençóis, e *Gl. etunicatum*, *Gl. macrocarpum* Tulasne & Tulasne e *Gl. aff. deserticola* Trappe, Bloss & Menge em Alagoinhas, com Índice de Constância de 90 a 100% nos dois locais, e Abundância Relativa acima de 10% do número de esporos. Essas espécies confirmam a condição micotrófica e podem estar participando mais efetivamente da colonização radicular. A riqueza de espécies e valores de equitatividade foram maiores em Alagoinhas do que em Lençóis, representando comunidades mais uniformes. A similaridade entre as duas áreas variou de 76 a 83% nos diferentes períodos. A mudança na composição de espécies de FMAs após cultivo não foi significativa. Houve mudanças apenas na representatividade das espécies em termos de número de esporos. A composição de espécies de FMAs nos solos de campo foram muito similares aquela após cultivo com as diferentes plantas-multiplicadoras. A espécie *Glomus etunicatum* apresentou uma boa esporulação usando a mangaba como planta multiplicadora. O número de esporos foi superior ao Número de Propágulos Infectivos (NPI) apenas em Lençóis.

Palavras chave: fungos micorrízicos arbusculares, diversidade, abundância, *Hancornia speciosa* Gomez, Apocynaceae, cultivo armadilha.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate and compare the diversity, abundance and frequency of AMF species in the rhizosphere of *Hancornia speciosa* Gomez trees in two wild populations, and to investigate the influence of the environmental variables on the AMF species abundance in both study sites. Sampling was performed in two sites. The first one, a “tabuleiro” area, presented a vegetation physiognomic similar to an open tree savanna, near to Alagoinhas, Bahia (12°08' - 12°15' S and 38°23' - 38°30' W). This site is 150 m high, with a plain to slightly plain relief, and wet to sub-humid climate, soils mostly acid, red-yellow alic podzols, of low fertility. The other study site was an area with a vegetation alike the shrubby “restingas” (12°30' - 12°32' S and 41°23' - 41°27' W), 5 km far from Lençóis, 450 m high, with a tropical semi-wet climate and quartz sand soils, little developed, deep and excessively drained. Rhizosphere soil was sampled in the dry and rainy season in both study sites. AMF spores were extracted by wet sieving and centrifugation in sucrose, and prepared in microscopic slides to morphospecies characterization. Spore numbers counting were performed with the aid of a plate. Species diversity was assessed in the different sampling periods as well as before and after culturing with *H. speciosa* seedlings and with a mixture of *Sorghum bicolor* L. Moench e *Crotalaria juncea* L. Spore numbers were always higher in soils from Lençóis than from Alagoinhas. In Lençóis a significantly variation in spore numbers between the sampling periods was found, but not in Alagoinhas. No significantly correlation between spore numbers and rainfall within the sampling period was found ($r_s = 0.1957$, $p = 0.6423$). In the present study no correlation between spore numbers and soil pH was found. Correlation between spore numbers and soil phosphor content was positive only in January 2005, in Alagoinhas ($r_s = 0.6335$, $p = 0.0492$). Aluminum soil levels were negatively correlated with spore numbers in Lençóis. No significantly correlation was found between spore numbers and root colonization rate in *H. speciosa* trees. Root colonization rate was always high (higher than 60%) in all periods, in both sites. A significantly negative correlation between mean temperature and minimum temperature and the root colonization rate was also found. Most frequent and abundant AMF species were *Gl. etunicatum* Becker & Gerdemann in Lençóis, and *Gl. etunicatum*, *Gl. macrocarpum* Tulasne & Tulasne e *Gl. aff deserticola* Trappe, Bloss & Menge in Alagoinhas, with a Constancy Index of 90 to 100% in both sites, and Relative Abundance above 10% of spore numbers. These species confirm the mycotrophic condition and may have a more important role on the root colonization. Species

richness and equitativity were higher in Alagoinhas than in Lençóis, representing more uniform communities. Similarity between both sites varied from 76 to 83% in the different sampling periods. AMF species composition changes after culturing were not significantly. Only changes in the species spore numbers were observed. AMF species composition in field soils was very similar to the results obtained after culturing with the different trap plants used. *Glomus etunicatum* presented high sporulation when using *H. speciosa* as trap plant. Spore numbers was higher than the Most Probable Number (MPN) only in Lençóis.

Keywords: arbuscular mycorrhízal fungi, diversity, abundance, *Hancornia speciosa* Gomez, Apocynaceae, trap culture.

2.1. INTRODUÇÃO

Há menos de 200 espécies descritas de fungos que formam Micorrizas Arbusculares (MAs) (Blaszkowski, 2007), sendo que este número deve aumentar, pois a cada levantamento realizado, novos tipos morfológicos de esporos são encontrados. Em 2001, Schüßler et al. propuseram novo arranjo filogenético para os FMAs, inserindo-os em um novo Filo (Glomeromycota), e criaram uma nova família (Diversisporaceae). No entanto, a classificação a nível específico ainda não está consolidada, como mostram os trabalhos de Oehl e Sieverding (2004), Walker et al., (2004) e Walker e Schüßler (2004), que propõem novas alterações para a classificação filogenética dos FMAs.

A classificação mais recente, apresentada abaixo, é a de Schüßler et al., (2001) com emendas de Oehl e Sieverding (2004), Sieverding e Oehl (2006), Spain et al., (2006), e Walker e Schüßler (2004). De acordo com estas proposições, há um **Filo - Glomeromycota** C. Walker & Schüßler e uma classe – Glomeromycetes Cavalier Smith (Schüßler et al., 2001). Neste sistema de classificação contém quatro ordens: Archaeosporales C. Walker & Schüßler, Diversisporales C. Walker & Schüßler, Glomerales Morton & Benny, e Paraglomerales C. Walker & Schüßler. A ordem Archaeosporales contém duas famílias, Archaeosporaceae com os gêneros *Appendicispora*, *Archaeospora* e *Intraspora*, e Geosiphonaceae com o gênero *Geosiphon*. A ordem Diversisporales é representada por cinco famílias, Diversisporaceae com o gênero *Diversispora*, Acaulosporaceae com os gêneros *Acaulospora* e *Kuklospora*, Entrophosporaceae com o gênero *Entrophospora*, Gigasporaceae com os gêneros *Gigaspora* e *Scutellospora*, e a família Pacisporaceae com o gênero *Pacispora*. A ordem Glomerales inclui uma família – Glomeraceae e um gênero – *Glomus*. A ordem Paraglomerales é representada por uma família – Paraglomeraceae, contendo um gênero – *Paraglomus*.

No presente trabalho, adotou-se a classificação proposta por Morton e Redecker (2001), onde a Ordem Glomerales possui sete gêneros: *Archaeospora* (Archaeosporaceae), *Paraglomus* (Paraglomeraceae), *Acaulospora* e *Entrophospora* (Acaulosporaceae), *Gigaspora* e *Scutellospora* (Gigasporaceae), *Glomus* (Glomaceae).

As chaves de classificação para as espécies de FMAs de Morton (1988) e Schenck e Pérez (1988), usadas mais comumente, evidenciam características como a ontogenia, tamanho, coloração e constituição das paredes dos esporos, tipo de hifa esporógena, tamanho

e forma das células auxiliares, baseando-se exclusivamente em caracteres morfológicos. Número e tipo de camadas das paredes dos esporos, espessura, pigmentação, ornamentação e reações histoquímicas são outras características usadas para a identificação dos FMAs. Estes aspectos são discutidos nos trabalhos de Walker (1983), Bentivenga e Morton (1994), e Morton et al. (1996), dentre outros.

Barbosa (2004) traz uma revisão dos estudos realizados onde espécies novas de FMAs foram descritas a partir de coletas realizadas no Brasil, como *Glomus brasilianum* (Spain e Miranda, 1996a), a espécie-tipo do gênero *Paraglomus* (*P. brasilianum*) (Spain & Miranda) Morton & Redecker (Morton e Redecker, 2001), *Gigaspora ramisporophora* Spain, Sieverd & Schenck (Spain et al., 1989), *Scutellospora cerradensis* Spain & Miranda (Spain e Miranda, 1996b), *Scutellospora scutata* Walker & Dieder (Walker e Diederichs, 1989) e *Scutellospora rubra* Stürmer & Morton (Stürmer e Morton, 1999).

No Nordeste, Yano Melo et al., (1998) realizaram um levantamento de FMAs na rizosfera de Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), Aroeira (*Myracrodum urundeuva*) e Jurema (*Mimosa hostilis*) em áreas de caatinga, em Pernambuco. Santos et al., (2000) estudaram micorrizas em monocotiledôneas, das subclasses Alismatidae, Arecidae e Zingiberidae, em Pernambuco. Silva et al., (2001) estudaram a ocorrência de espécies de FMAs em Commelinidae (Liliopsida), em Pernambuco. Silva et al., (2006) avaliaram a diversidade de FMAs em áreas cultivadas com Leucena e Sabiá no Estado de Pernambuco. Landim (2003) avaliou a colonização micorrízica em plântulas e árvores e a distribuição espacial de inóculo micorrízico, em remanescentes de Mata Atlântica, Sergipe, e concluiu que a riqueza de espécies de esporos de FMA e níveis de colonização de raízes foram mais altos nas camadas superiores do solo, chamando atenção para o fato de que a retirada da camada superficial do solo removerá também o inóculo de FMA nativo, sendo este importante para o crescimento e a sobrevivência vegetal.

Na Bahia, Weber e Oliveira (1994) avaliaram a ocorrência de FMAs em citros nos estados da Bahia e Sergipe. Santos et al. (2002) avaliaram a ocorrência de micorrizas em plântulas de Eucaliptos no litoral norte da Bahia, e Trindade et al. (2006) trabalharam com plantas comerciais de mamoeiro no oeste e sul do estado.

Santos et al., (1995) determinaram a colonização radicular e a densidade de esporos em 26 espécies de plantas da APA das Lagoas e Dunas do Abaeté.

Santos (2001) avaliou a colonização micorrízica e a diversidade de espécies de FMAs em solos de mata de eucaliptos e em remanescentes de Mata Atlântica do Litoral Norte do

Estado, concluindo que estes ambientes apresentaram muitas espécies de FMAs em comum, com similaridade elevada, sendo que o número de espécies variou de 10 a 21. Araújo et al., (2003), estudando a ocorrência de FMAs e a densidade de esporos na rizosfera de espécies da família Melastomaceae (*Miconia albicans* (Sw.) Triana, *Miconia ciliata* (L. C. Rich.) DC. e *Clidemia hirta* (L.) D. Don)) que apresentavam alta frequência no Parque Metropolitano de Pituvaçu, encontraram um número de esporos, variando de 52 a 132 esporos/ 100 grama de solo e uma taxa de colonização radicular de 28% a 68%.

Araújo et al., (2004), investigando MAs em plantações de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell em seis municípios do litoral norte, Bahia, encontraram que a taxa de colonização variava de 10 a 96,6% e a densidade média de esporos foi de 110 esporos / 50 cm³ de solo.

Barbosa (2004) avaliou e comparou a diversidade de espécies de FMAs em plantações de eucaliptos e em Mata Atlântica e verificou a existência de correlação entre o número total de esporos e a temperatura e umidade do ar, pH, matéria orgânica, bem como teores de fósforo, potássio e magnésio. A espécie mais abundante (54,43%) e frequente (100%) foi *G. macrocarpum* Tulasne & Tulasne.

A ocorrência natural de FMAs em fruteiras e os benefícios promovidos por esses fungos em mudas pré-inoculadas têm sido mencionados para aceroleiras (Costa et al., 2001), maracujazeiros amarelos (Cavalcante et al., 2002a; Cavalcante et al., 2002b), macieiras (Locatelli et al., 2002), bananeiras (Declerck et al., 1995, 2002; Yano-Melo et al., 1999, 2003; Trindade et al., 2003), mamoeiros (Auler, 1995; Trindade, 1998; Trindade et al., 2001), Citros (Weber e Oliveira, 1994; Graham, 1986, Oliveira et al., 1995; Rego et al., 2004); cafeeiros (Colozzi-Filho e Siqueira, 1986; Colozzi-Filho et al., 1994; Saggin-Júnior et al., 1994, 1995; Saggin Júnior e Siqueira, 1996), videiras (Paron e Morgado, 1996). De forma geral, estes trabalhos mostram resultados promissores, dependendo da combinação FMA x planta.

A espécie escolhida para estudo, a mangabeira, *Hancornia speciosa* Gomez, Apocynaceae, é uma planta decídua, heliófita, xerófila, nativa de regiões de clima tropical, ocorrendo, sobretudo, em áreas de vegetação aberta (cerrados, cerradões, tabuleiros e restingas), com temperatura média ideal entre 24° e 26°C, embora se encontre em zonas com temperaturas mínimas e máximas de 15° e 43°C, respectivamente (Silva Júnior et al., 2003). É encontrada em várias altitudes, desde o nível do mar até em áreas com 1.500 m. A pluviosidade ideal pode estar entre 750 e 1.600 mm anuais, sendo esta espécie tolerante a períodos de déficit hídrico (Silva Júnior et al., 2003).

Nos locais de ocorrência natural da mangabeira, nota-se a predominância de solos ácidos, com baixa disponibilidade de fósforo e de bases trocáveis (Espíndola e Ferreira, 2003), de textura arenosa, predominantes da região de Cerrados, Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea, indo desde os neossolos quartzarênicos (areias quartzosas) até os argissolos e latossolos (Wisniewski e Melo, 1982; Lederman et al., 2000).

Em relação à ocorrência de FMAs na rizosfera de mangabeiras pouco se conhece. Um dos trabalhos pioneiros foi realizado por Maia et al., (2003) citando as espécies *Acaulospora foveata* Trappe e Janos, *A. longula* Spain e Schenck, *A. mellea* Spain e Schenck, *A. scrobiculata* Trappe, *A. tuberculata* Janos e Trappe, *Archaeospora leptoticha* (Schenck e Smith) Morton e Redecker, *Entrophospora colombiana* Spain e Schenck, *Gigaspora gigantea* (Nicolson e Gerdemann) Gerdemann e Trappe, *Glomus etunicatum* Becker e Gerdemann, *G. fuegianum* (Spegazzini) Trappe e Gerdemann (primeira referência para o Brasil), *G. glomerulatum* Sieverding, *G. macrocarpum* Tulasne e Tulasne, *Glomus* sp, como possivelmente associadas à mangabeira.

Algumas das espécies encontradas por Maia et al., (2003), como *Acaulospora mellea*, *A. scrobiculata*, *A. tuberculata*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora gigantea* e *Glomus etunicatum*, haviam sido anteriormente citadas por Miranda e Miranda (1997) em levantamento de FMAs em área de cerrado, tipo de vegetação à qual a mangabeira está, também, associada.

Ainda investigando a associação micorrízica em mangabeiras, destacam-se os trabalhos de Costa et al., (2002), Andrade et al., (1999) e Lemos et al., (1997). A associação micorrízica beneficiou a planta, com maior incremento na biomassa seca da parte aérea e na área foliar (Costa et al., 2002).

Pelos estudos realizados até o momento, conclui-se que as mangabeiras podem ser encontradas naturalmente em simbiose com FMAs. Experimentos realizados em casa de vegetação com essa fruteira demonstraram que a associação com FMAs proporciona benefícios no seu desenvolvimento, reduzindo o tempo de produção de mudas, principalmente quando o solo é previamente desinfestado.

2.1.1. OBJETIVOS

O presente estudo teve por objetivos avaliar e comparar a diversidade, abundância e frequência de espécies de FMAs na rizosfera de mangabeiras de duas populações nativas, nos períodos seco e chuvoso, e investigar a influência das variáveis ambientais sobre a abundância das espécies de FMAs nos dois locais de estudo.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. ÁREAS DE ESTUDO

Os estudos foram realizados em duas áreas de ocorrência natural da mangabeira (Figura 2.1): (Área 1) situada dentro da APA Marimbús-Iraquara, Serra do Sincorá, borda leste da Chapada Diamantina, localizada entre as coordenadas geográficas 12°30' - 12°32' S e 41°23' - 41°27' W, a 450m de altitude, a 5 Km da sede do município de Lençóis (Figura 2.2). (Área 2) área de tabuleiro, a 4,7 Km da sede do município de Alagoinhas, Bahia, Brasil, localizado entre as coordenadas 12°08' - 12°15' S e 38°23' - 38°30' W, a 150 m de altitude (Figura 2.3). Geologicamente, a área situa-se na Bacia do Recôncavo com sedimentos da Formação Marizal do Cretáceo Inferior, constituída por arenitos, folhelhos e conglomerados que recobrem o embasamento cristalino (RADAMBRASIL, 1981).

O clima da área 1 é caracterizado como tropical semi-úmido, segundo a classificação de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco (Ayoade, 1986). A temperatura máxima é de 29,8° C e mínima de 19,2° C (SEI, 2007). A precipitação média anual é de 1.236 mm (RADAMBRASIL, 1981). O regime de chuvas na região tem um máximo predominante no verão (novembro, dezembro e janeiro) e um máximo secundário em março-abril, devido à existência de dois sistemas de circulação de ar, um de origem continental (massa Equatorial Continental) e outro do litoral (correntes de W-NW) (RADAMBRASIL, 1981). A barreira física representada pela Serra do Sincorá provoca chuvas orográficas, freqüentes na região. Nos meses de inverno (maio-agosto), sob a influência do Atlântico Sul, as chuvas diminuem formando uma estação marcadamente seca de agosto a novembro (RADAMBRASIL, 1981).

O clima da área 2 é úmido a subúmido, do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. A temperatura máxima de 27,6° C e mínima de 18,6° C (SEI, 2007). A precipitação média anual é de 1.234 mm, com um máximo predominante no inverno (maio a julho).

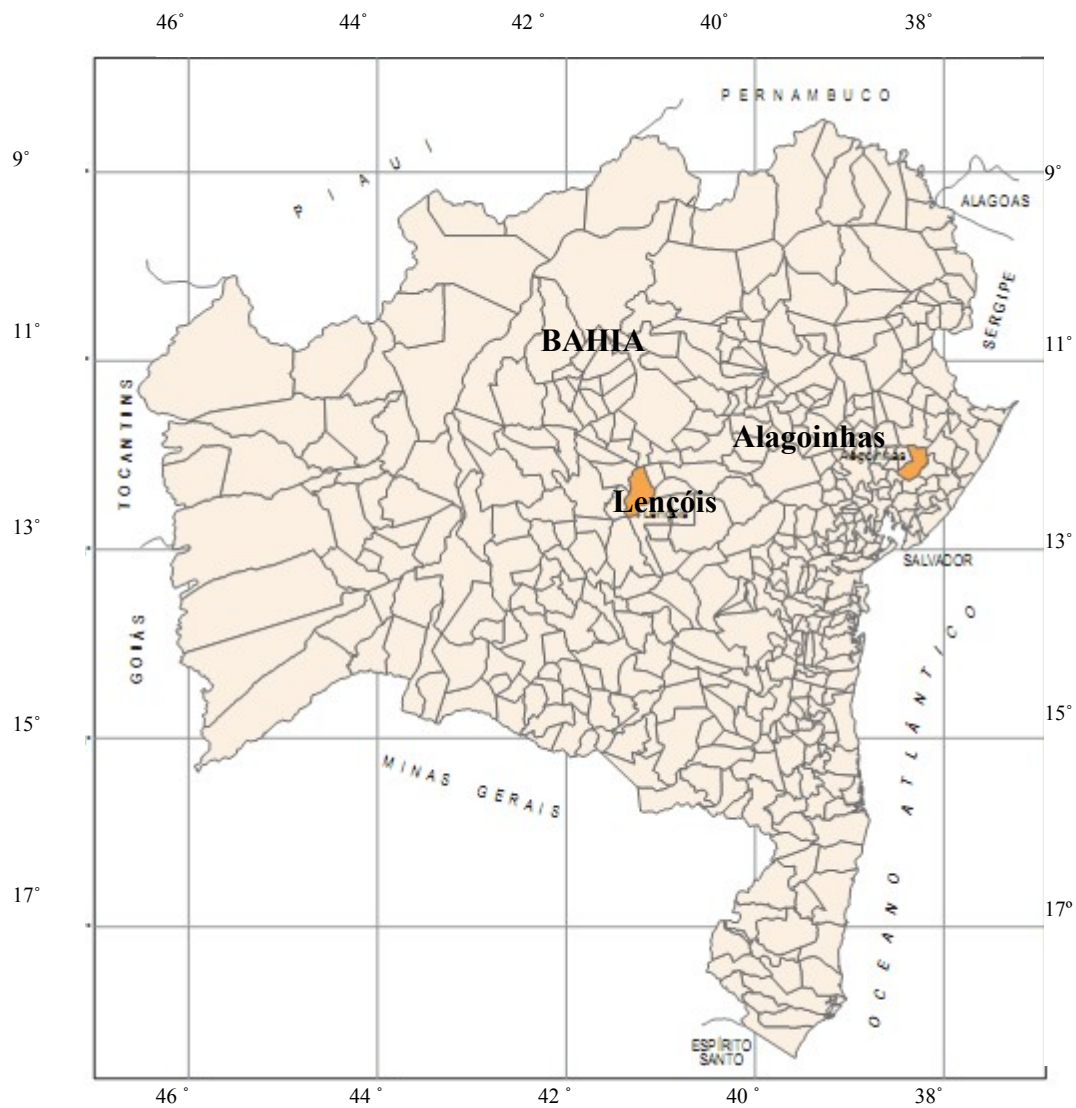


Figura 2.1. Mapa do Estado da Bahia, Brasil, mostrando as duas regiões estudadas em laranja.
Fonte: SEI. 2007.

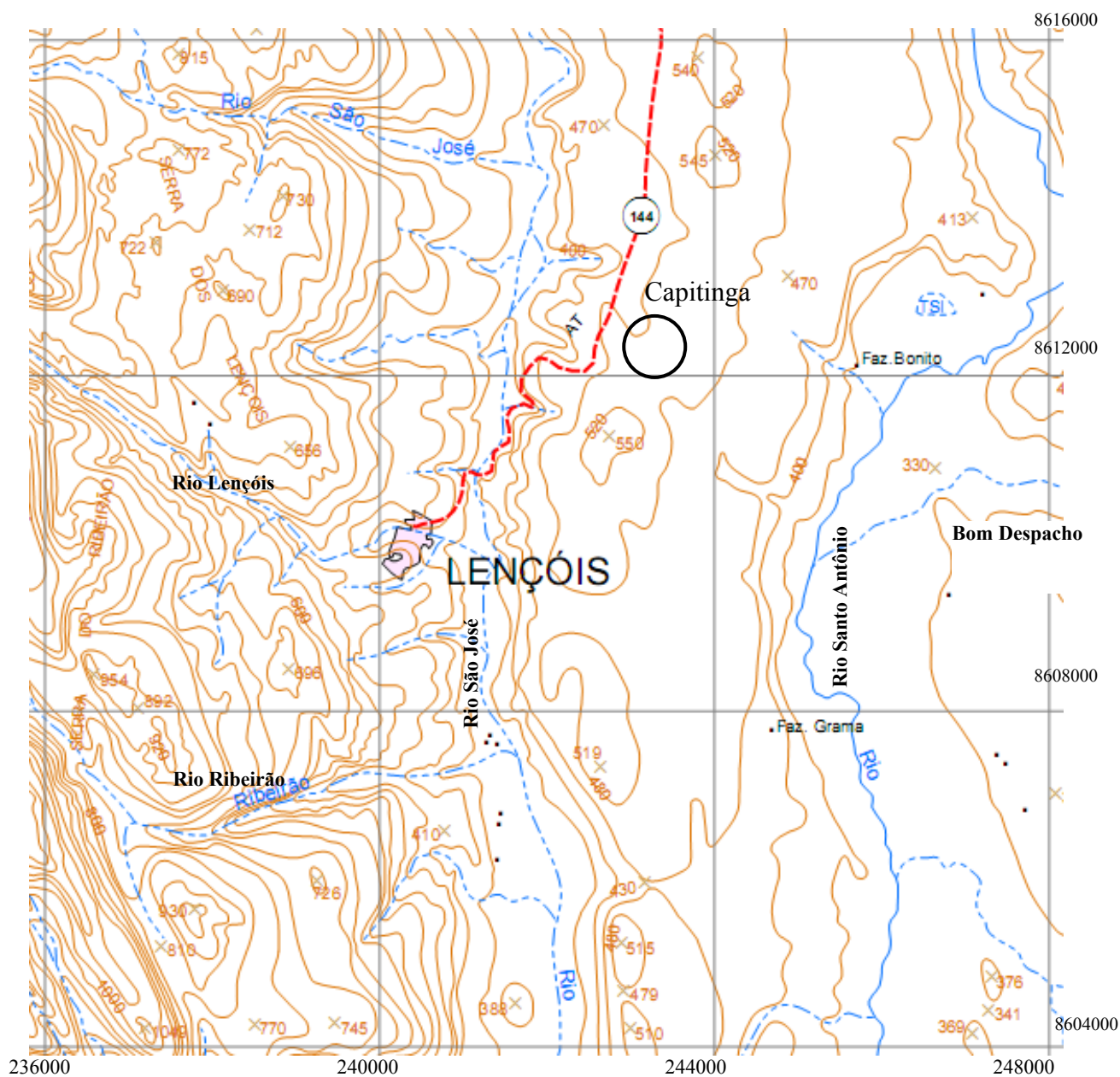


Figura 2.2. Mapa do Município de Lençóis, Bahia, evidenciando a área de estudo (Capitinga), indicada com um círculo. Fonte: Folha Topográfica. Escala 1:100.000. SUDENE. 1976. Recorte ampliado com escala aproximada de 1:80.000.

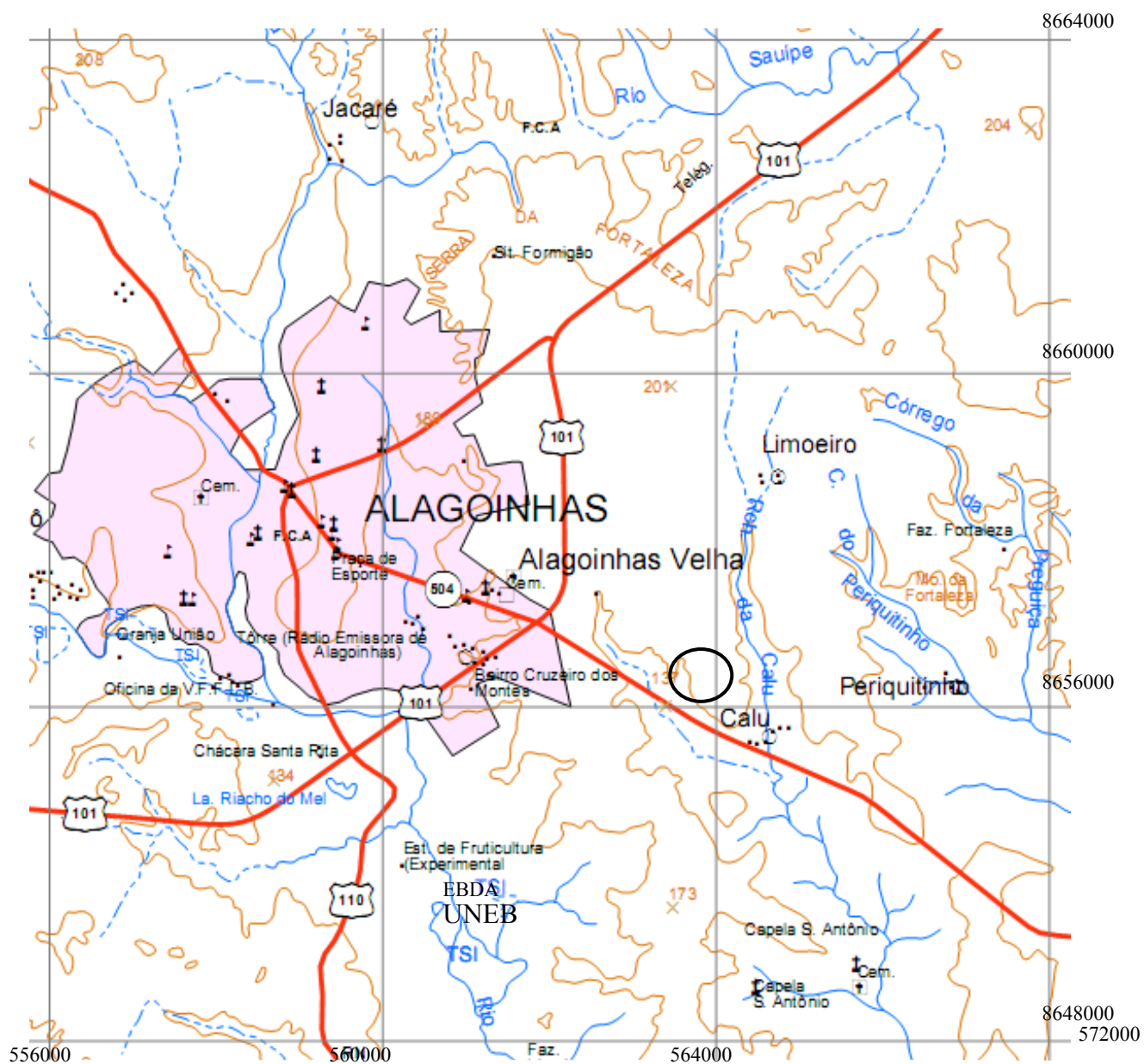


Figura 2.3. Mapa do Município de Alagoinhas, Bahia, evidenciando a área de estudo (Calú) indicada com um círculo. Fonte: Folha Topográfica. Escala 1:100.000. IBGE. 1967. Recorte ampliado com escala aproximada de 1:80.000.

A precipitação pluviométrica reveste-se de grande importância na caracterização climática das áreas em estudo. O balanço hídrico, segundo Thornthwaite e Mather (1955), mostra a variação do armazenamento, retirada e reposição de água no solo.

As Figuras 2.4 e 2.5 mostram o balanço hídrico em Lençóis e Alagoinhas, respectivamente. Em Lençóis um excedente de água ocorre nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, seguindo-se um período de retirada de água do solo de maio a setembro, e meses de reposição desta água (novembro e dezembro) (RADAMBRASIL, 1981), um ciclo em que após o excedente começa a retirada e, conseqüentemente, deficiência, seguida de reposição e novamente excedente (Figura 2.4).

Em Alagoinhas um déficit de água ocorre nos meses de janeiro, fevereiro e março, seguindo-se um período de reposição de água no solo de abril a junho, e meses de excesso desta água (abril a agosto), um ciclo em que após o excedente começa a retirada e, conseqüentemente, deficiência, de outubro a março (Figura 2.5).

A área 1 apresenta relevo plano, pouco ondulado e solos pouco desenvolvidos, profundos, excessivamente drenados e constituídos predominantemente de matérias quartzozas (RADAMBRASIL, 1981), distróficas, apresentando baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e pouca matéria orgânica.

A área 2, próximo a cidade de Alagoinhas, posiciona-se numa depressão com assoalho plano, compreendendo vales, ligado aos residuais do tabuleiro por rampas arenosas colúvicas convergentes (RADAMBRASIL, 1981). Os solos são predominantemente ácidos, contendo detritos de canga, areias e argilas de decomposição dos sedimentos cretáceos e da formação Barreiras, classificado como podzólico vermelho-amarelo álico, de baixa fertilidade, necessitando de adubação e correção da acidez trocável (RADAMBRASIL, 1981).

Informações florísticas para a área 1 foram obtidas dos estudos de Rocha e Funch (2000, 2001) e Rocha (2004) que caracterizaram a vegetação herbáceo-arbustiva com fisionomia semelhante às restingas arbustivas, *sensu* Veloso *et al.* (1991), recebendo o termo regional de “Capitinga”. A vegetação apresenta indivíduos baixos agrupados em moitas densas e intrincadas de *Syagrus harleyi* Glassman, *Calliandra lutea* Barneby, *Anacardium humile* Engl., *Andira humilis* Mart. e *Stephanocereus luetzelburgii* (Vampel) N.P.Taylor e Egli e moitas formadas unicamente por *Vellozia dasypus* Seub. (Rocha e Funch, 2000, 2001; Rocha, 2004). A Figura 2.6. mostra o aspecto geral da vegetação na área.

A vegetação presente na área 2 caracteriza-se por apresentar uma estrutura composta por árvores baixas, geralmente raquíticas, com altura em torno de 5 m, esparsamente

distribuídas sobre um contínuo tapete gramíneo-lenhoso, com fisionomia semelhante à savana arbórea aberta (RADAMBRASIL, 1981). Informações florísticas para a área foram obtidas do RADAMBRASIL (1981), sendo as espécies mais comuns: *Curatella americana* L., *Bowdichia virgilioides* H.B.K., *Kielmeyera rugosa* Choisy, *Himatanthus obovata* (muell. Arg.) Woods. Ocorrem nesta área, ainda, arbustos diversos como *Miconia* spp, *Myrcia* spp e *Hancornia speciosa* Gomez (arvoreta). A Figura 2.7. mostra o aspecto da vegetação na área.

Localidade: **LENCOIS-BA**

Latitude: **12° 34' S**

Altitude (m): **438.74**

Longitude: **41° 23' W**

Período 1931 à 1960

Período 1961 à 1990

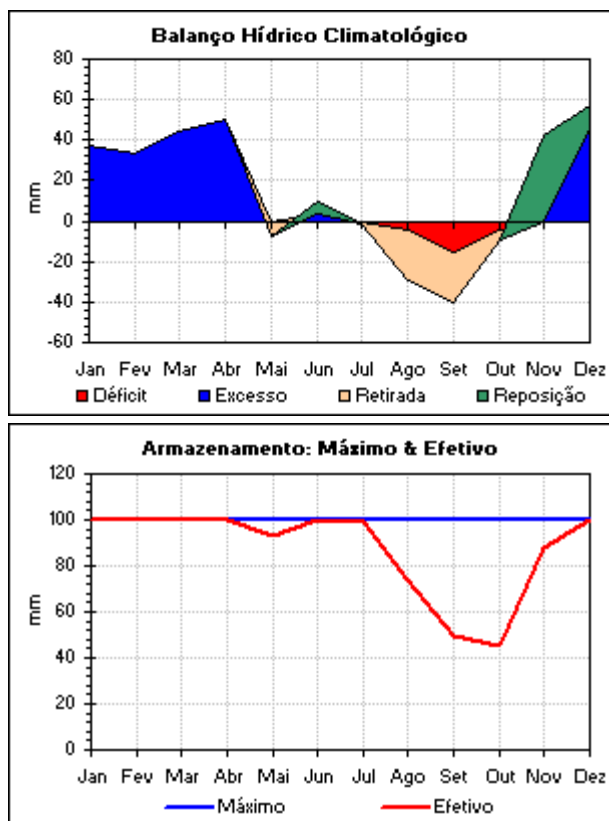


Figura 2.4. Lençóis, Balanço hídrico. Fonte: INMET. <http://www.inmet.gov.br>. 2007.

Localidade: ALAGOINHAS-BA

Altitude (m): 130.92

Latitude: 12° 17' S

Longitude: 38° 33' W

Período 1931 à 1960

Período 1961 à 1990

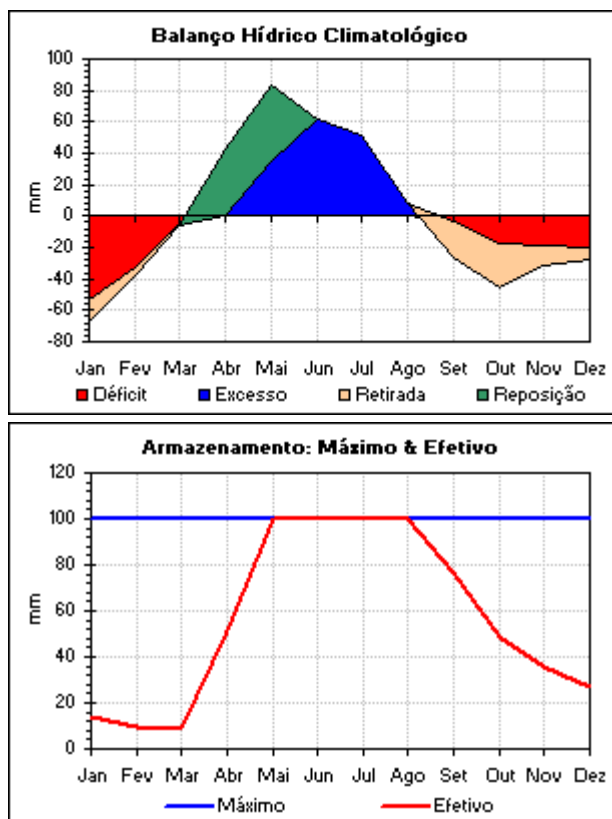


Figura 2.5. Alagoinhas, Balanço hídrico. Fonte: INMET. <http://www.inmet.gov.br>. 2007.

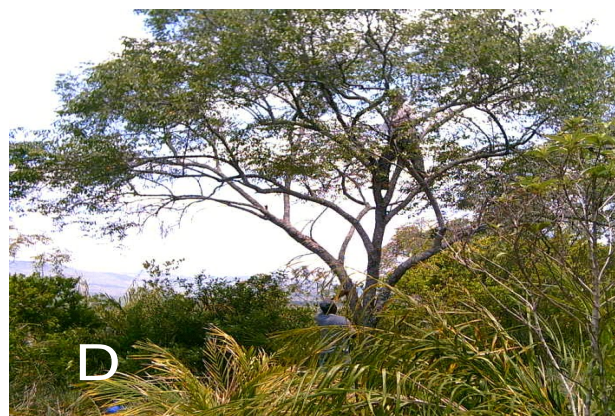


Figura 2.6. Aspecto geral da Capitinga mostrando a fisionomia semelhante às restingas arbustivas (A, B, C, D, E). Em detalhe árvores de mangabeira (C, D e E).



Figura 2.7. Aspecto geral da área de estudo mostrando sua fisionomia savânica (A, B,C), moitas mais densas de indivíduos de mangabeiras (D), e arvoretas de mangaba (D, E).

2.2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Cada local foi representado por 10 unidades amostrais (rizosferas de mangabeiras), escolhidas aleatoriamente, ao longo de transectos.

As amostras foram coletadas em quatro épocas ao longo dos anos de 2004 e 2005, abrangendo períodos de maior precipitação, março de 2004 (249,4 mm) e janeiro de 2005 (145,8mm) e mais secos, julho (27,6 mm) e setembro de 2004 (3,2 mm), em Lençóis. Em Alagoinhas, as coletas em períodos de maior precipitação foram realizadas em julho de 2004 (86,8 mm) e janeiro de 2005 (156,8 mm), e em períodos mais secos, março (32,6 mm) e setembro (48,0 mm) de 2004.

2.2.3. DADOS CLIMÁTICOS

Os dados das variáveis meteorológicas foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação localizada na cidade de Lençóis (Estação – 83242), 12° 34' 00''S e 41° 23' 00'' W, 439 m altitude, e da estação pertencente a COPENER Florestal Ltda. (Estação Aramari próximo 15 Km do Município de Alagoinhas), 12° 01' 26''S e 38° 29' 58'' W, 330 m altitude.

2.2.4. AMOSTRAGEM DO SOLO

Em cada ponto de amostragem foram coletados aproximadamente 500 g de solo (5-20 cm de profundidade), próximo a raízes de mangabeiras, nos períodos seco e chuvoso. As amostras de solo, após secagem em temperatura ambiente, foram guardadas em câmara refrigerada, a 7°C de temperatura, até avaliação da fertilidade do solo e extração e contagem do número de esporos.

2.2.5. EXTRAÇÃO DOS ESPOROS E MONTAGEM DAS LÂMINAS

A extração dos esporos de FMA foi feita a partir de 50 g de solo seco de cada amostra, com duas repetições, segundo a técnica de decantação e peneiramento por via úmida (Gedermann e Nicolson, 1963), utilizando-se peneiras com abertura de malhas de 125 e 45 µm, combinada à técnica de centrifugação em solução de sacarose a 50% (Coolen, 1979; Jenkins, 1964).

A contagem do número de esporos foi realizada em placa canaletada. Foram preparadas lâminas permanentes seguindo as recomendações do International Culture Colletion of Arbuscular Mycorrhizal Fungi ([URL:http://www.invam.caf.wvu.edu](http://www.invam.caf.wvu.edu)).

2.2.6. IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE FMA

Os esporos foram medidos e fotografados com o auxílio de um microscópio óptico, com ocular micrométrica e câmara fotográfica acoplados, e suas características anotadas (tamanho, coloração, constituição da parede, presença de cicatrizes, poros, estruturas de germinação dos esporos), além do tipo de hifa esporógena. A caracterização das morfoespécies foi realizada utilizando-se o manual de Schenck e Pérez (1988), Trufem (1988), Carrenho (1998) e pelas descrições fornecidas pelo websites ([URL:http://www.invam.caf.wvu.edu](http://www.invam.caf.wvu.edu) e [URL:http://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszkowski/](http://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszkowski/)).

2.2.7. AVALIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE FMAs USANDO DIFERENTES PLANTAS ARMADILHAS

Neste estudo foi utilizado o cultivo armadilha para investigar a ocorrência de espécies de FMA. Este procedimento, similar aquele usado por Morton et al. (1993), é usado para iniciar cultura de fungos MA em vasos, e, geralmente, contém esporos mais viáveis que solos de campo dos quais são derivados. Frequentemente resulta em cultura mista que pode ser posteriormente purificada pela identificação e separação de esporos de diferentes fungos.

A multiplicação dos esporos foi feita em vasos de 1 Kg de capacidade, contendo solo coletado na rizosfera de 20 plantas nativas de mangaba, com 3 repetições de cada amostra. A textura arenosa dos solos de campo estudados são favoráveis ao desenvolvimento dos esporos.

Utilizou-se dois sistemas de cultivo-armadilha: plântulas (mudas pré-germinadas) de mangabeira e uma consorciação de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e crotalaria (*Crotalaria juncea* L.). O solo foi coletado no mês de março de 2004. Utilizou-se areia (autoclavada e lavada) na parte inferior do vaso (100 g) e na parte superior (40 g) para cobrir o vaso, com os objetivos de melhorar a drenagem e evitar a contaminação, respectivamente.

Nutrientes foram fornecidos pela aplicação de solução de Hoagland isenta de fósforo (15 ml) uma vez por semana. A irrigação foi feita diariamente, evitando-se encharcar o solo. Após 4 meses do plantio do consórcio (*Sorghum bicolor* L. Moench e *Crotalaria juncea* L.), e 8 meses do plantio das mudas de mangabeira, fez-se uma poda da porção aérea das plantas, as

quais foram submetidas a um estresse hídrico durante uma semana para estimular a esporulação dos FMA. Ao final, o solo do vaso foi coletado, seco ao ar e armazenado em câmara frigorífica a 7° C, até a extração dos esporos.

Após extração, os esporos foram contados considerando a abundância relativa de cada morfoespécie em cada tratamento.

***Solução de Hoagland:** Soluções estoque: FeSO_4 0,1 gL^{-1} , KNO_3 101,11 gL^{-1} H_2O , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 236,2 gL^{-1} H_2O , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 246,5 gL^{-1} H_2O , ácido tartárico 0,1 gL^{-1} . Em outro frasco acrescentar a 1 litro de H_2O , 0,572 g de H_3BO_3 , 0,362 g de $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0,044 g de ZnSO_4 , 0,016 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e 0,018 g de $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

2.2.8. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INFECTIVIDADE ATRAVÉS DO NMP (NÚMERO MAIS PROVÁVEL)

Empregou-se a técnica do NMP para estimar a densidade de propágulos infectivos (esporos, micélio extrarradicular e fragmentos de raízes colonizadas) de FMAs presentes no solo nativo de Alagoinhas e Lençóis.

Esta técnica foi idealizada por McCrady (1915) para estimar densidade da população microbiana em tubos de fermentação e, desde então, vem sendo utilizada para estimar a densidade de vários microorganismos, sendo necessárias, em tais casos, algumas modificações na técnica original. De forma pioneira, Porter (1979) empregou a técnica do NMP para estimar o Número de propágulos Infectivos (NPI) de fungos micorrízicos arbusculares.

Neste estudo foi utilizada a análise baseada na colonização micorrízica (Porter, 1979). Para montagem da parte experimental seguiu-se as recomendações de Souza e Guerra (1998).

O solo teste foi coletado nas duas áreas de estudo, no período chuvoso e seco, com quatro repetições. Utilizou-se o solo do próprio local como diluente e na composição do bioensaio, para tanto as amostras foram peneiradas usando peneiras com malha de 4 mm, autoclavadas por 2h a 120°C a 1 atm, em dois dias consecutivos, para servir como diluente. Para cada amostra de solo foram feitas diluições até proceder a diluição 4^{-8} , com quatro repetições.

Em tubetes com capacidade para 280 ml, com tampão de algodão na extremidade inferior, foram colocados 100 g de solo autoclavado. A esta foram adicionados 120 g da diluição (INÓCULO), e uma nova camada de 40 ml de substrato autoclavado. Em seguida foram semeadas 10 sementes de braquiária e sobre estas adicionada uma camada de 20 g de areia lavada e autoclavada.

Após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste, deixando 3 plântulas por vaso. Os tubetes foram irrigados com água destilada, duas vezes ao dia.

Procedeu-se a adubação com uma solução nutritiva de Hoagland isenta de fósforo, quinzenalmente; o P foi fornecido apenas uma vez por mês. Foi incluído um controle positivo (solo nativo não autoclavado) e um controle negativo (apenas solo autoclavado). O experimento foi mantido em casa de vegetação.

As raízes foram coletadas após 8 semanas, depois de suspender a irrigação uma semana antes. As raízes foram coradas segundo a técnica de Phillips e Hayman (1970) e observadas ao microscópio para verificar a presença ou não da colonização micorrízica. A colonização foi considerada positiva quando a raiz apresentava uma das estruturas: hifas, arbúsculos, vesículas ou esporos.

Para cálculo do NMP foi usada a equação de Sieverding (1991): modificada por Souza e Guerra (1998):

$$\text{Log } \Omega = x \log a - K$$

Onde Ω é o número de propágulos infectivos, x é a média do número de tubetes com colonização positiva. Assim, $x = \text{número de tubetes positivos} / \text{número de repetições por diluição}$. $y = s - x$, onde y é necessário para definir o valor de K na Tabela de Fisher e Yates (1971); s é o número de diluições; a é o fator de diluição; K é encontrado na Tabela de Fisher e Yates (1971) para os valores determinados de x e y .

2.2.9. AVALIAÇÃO DA COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA EM *H. speciosa* GOMEZ

Para avaliação da colonização micorrízica foram coletadas amostras de raízes finas de 10 árvores de mangabeiras, nos quatro quadrantes sob a área da copa. Para avaliação do efeito sazonal do ambiente sobre a intensidade de colonização foram realizadas coletas bimensais, de janeiro de 2004 a janeiro de 2005.

As raízes foram lavadas, diafanizadas (KOH - 10%), coradas com azul de algodão segundo o método de Phillips e Haymann (1970) para verificação da presença e análise morfológica das estruturas tipicamente formadas pelo fungo (arbúsculos e vesículas). 20 a 50 segmentos de raízes coradas foram examinadas com aumentos de 40X e 100X sob microscópio. O método da lâmina foi utilizado para determinar a percentagem de colonização.

2.2.10. ANÁLISE DOS DADOS

A partir da contagem do número de esporos foram calculados os seguintes índices, conforme Harper (1999), utilizando-se o Programa Past versão 1.22, desenvolvido por Hammer e Harper (2004):

- a) Número de espécies ou Riqueza Numérica: número de táxons presentes em cada uma das áreas e/ou posições amostradas (S);
- b) Índice de Simpson (1949): mede a dominância de uma espécie na comunidade.
- c) Dominância = $1 - \text{Índice de Simpson}$.
- d) Índice de Shannon (entropia): mede a diversidade de espécies em uma comunidade.
- e) Índice de Margalef (1972): mede a riqueza de espécies.
- f) Índice de Pielou (1975): mede a equitatividade das espécies, ou seja, quanto que as proporções das espécies estão igualmente distribuídas.

Foram calculados também:

g) Abundância Relativa: calculada pela fórmula: $AR = (Na / NT) \times 100$, onde AR é a abundância relativa, Na é o número total de esporos de cada espécie obtidos nas amostras e NT é o número total de espécies;

h) Frequência Relativa: determinada pela expressão: $FR = (NA / TA) \times 100$, onde FR é a frequência relativa, NA é o número de amostras em que cada espécie de FMA ocorreu e TA o número total de amostras analisadas;

h) Índice de Constância: mede a permanência de uma espécie dentro do total de amostras avaliadas. Tem como fórmula: $IC = (p \times 100) \times P^{-1}$, onde IC é o índice de constância, p é número de coletas contendo a espécie e P é o número total de coletas efetuadas;

i) Coeficiente de Sorensen: mede a similaridade qualitativa das áreas. Tem como fórmula: $C_s = 2j \times (a + b)^{-1}$, onde j corresponde ao número de espécies comuns entre as áreas avaliadas; a corresponde ao número total de espécies da área A, e b, ao número total de espécies da área B.

2.2.11. ANÁLISES ESTATÍSTICAS:

A Análise de Variância (ANOVA) foi empregada para verificar se existia ou não diferenças significativas entre as áreas e os diferentes períodos amostrados, e entre as amostras multiplicadas por cultivo armadilha e as amostras testemunhas. Para testar a normalidade da distribuição observada foi utilizado o teste de Kolmogorov & Smirnov e, para

verificar a homocedasticidade, foi utilizado o teste de Bartlett (1937) descrito em Beiguelman (1996). Para comparação de médias múltiplas, a posteriori, foi aplicado o teste de Tukey–Kramer (paramétrico). Para dados não paramétricos foi aplicada uma ANOVA não Paramétrica associando-se os testes de Kruskal–Wallis e de Comparações Múltiplas de Dunn (Zar, 1999). As análises foram realizadas no Software GraphPad for Windows versão 3.06 (2003).

Para determinar o grau de associação entre o número de esporos e as variáveis abióticas mensuradas foi empregado o Coeficiente de Correlação de Spearman. Utilizou-se o Programa BioEstat 4.0, desenvolvido por Ayres et al. (2005).

Para a comparação dos quatro períodos de amostragem, através da comparação das espécies (morfoespécies) que compõem as áreas, foi utilizado uma combinação de Métodos de agrupamento hierárquico e o algoritmo não paramétrico NMDS (Non-metric Multi-Dimensional Scaling), através da matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis, que é considerado um dos coeficientes mais robustos para análise de dados taxônicos (Lovelock et al., 2003). Para tais análises foi utilizado o Programa Primer versão 6 for Windows, desenvolvido pelo Plymouth Marine Laboratory, Reino Unido (Clark e Warwick, 2001).

A análise de agrupamento hierárquico (UPGMA) foi utilizada para gerar o dendrograma. Este método é mais aconselhável por atribuir similaridade entre pares de grupos de forma menos extrema (Romesburg, 1985). Os dados foram transformados pela $\log(x + 1)$ de forma a reduzir a influência das espécies raras (Lovelock et al., 2003).

A contribuição de espécies que separam grupos de amostras foi realizada através do SIMPER (Similarity percentages). Esta análise descreve a decomposição dos índices de dissimilaridade (ou similaridade) de Bray-Curtis, e observa a contribuição percentual de cada espécie para a média da dissimilaridade (ou similaridade) estimada entre 2 grupos (amostras), testando as espécies em ordem decrescente de sua importância na discriminação das amostras pareadas.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. DENSIDADE DE ESPOROS DE FMAs

O número médio de esporos por 100g de solo seco variou de 321 a 445, em Alagoinhas, e de 802 a 1.718, em Lençóis (Figura 2.9). Constatou-se diferença significativa no número de esporos entre Alagoinhas e Lençóis em todos os períodos estudados ($p < 0,001$, pelo teste de Tukey-Kramer). Em Lençóis, houve uma variação significativa no número de esporos, sendo o menor número de esporos encontrado no período chuvoso (Figura 2.9 A). Em Alagoinhas, não foi encontrada variação significativa no número de esporos (Figura 2.9 B).

Camargo-Ricalde e Esperón-Rodríguez (2005), estudando a heterogeneidade espacial e estacional do solo sobre a abundância de esporos de FMAs no vale semi-árido de Tehuacán-Cuicatlán, México, observaram que flutuações no número de FMAs podem estar correlacionadas a fatores ambientais, sazonais e do solo, que afetam a esporulação, em adição à história de vida da planta hospedeira. Estes autores encontraram um maior número de esporos durante a estação das chuvas.

Allen et al. (1998), trabalhando com a dinâmica sazonal de FMAs em uma floresta tropical decídua, também observaram que a colonização e esporulação durante a estação chuvosa eram maiores do que na estação seca. Neste estudo não foi encontrada relação significativa entre o número de esporos e a pluviosidade no período estudado ($r=0,1957$, $p=0,6423$). Também não foi encontrada relação entre a esporulação e a pluviosidade dos meses anteriores. O número de esporos foi maior em setembro em Alagoinhas (445 esporos por 100 g de solo) e março em Lençóis (1718 esporos por 100 g de solo), períodos com diferentes pluviosidades (148 mm e 249,4 mm em Alagoinhas e Lençóis, respectivamente).

As grandes variações no número de esporos de FMAs podem estar ligadas a padrões estacionais de esporulação, a qual pode variar de acordo com a espécie de FMA ou da planta (Mosse e Bowen, 1968; Dhillion e Anderson, 1993; Dhillion et al., 1994; Jacobson, 1997).

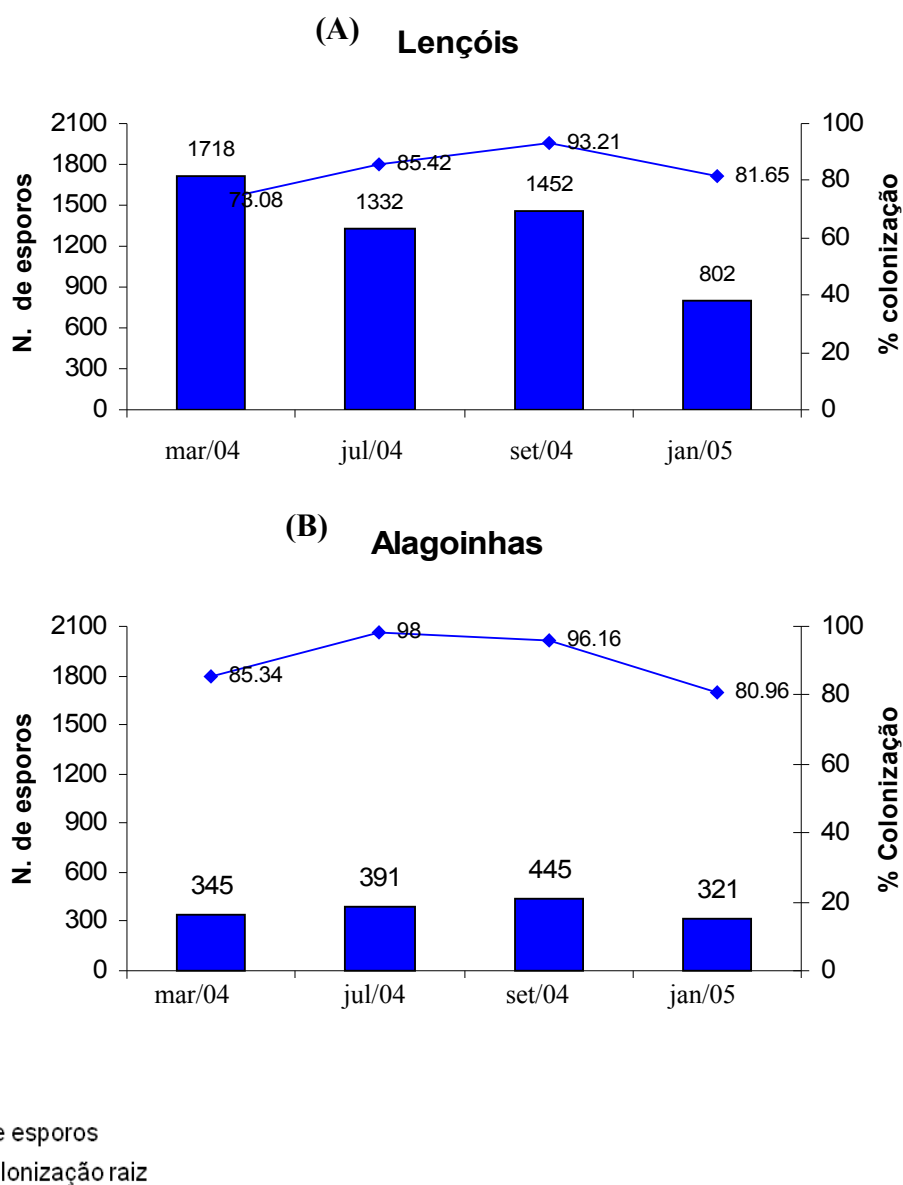


Figura 2.9. Número de esporos por 100 g de solo e taxa de colonização radicular em árvores nativas de *H. speciosa*, em diferentes períodos e locais de amostragem. (A) Lençóis, (B) Alagoinhas.

Cordeiro et al. (2005), estudando a colonização e densidade de esporos de FMAs em dois solos do cerrado, encontrou 424 e 368 esporos em Neossolo quatzarênico e Latossolo vermelho, respectivamente. Estes valores são semelhantes aos encontrados na rizosfera de mangabeiras nativas em Alagoinhas (vegetação de cerrado), mas menores do que os encontrados em Lençóis (vegetação com fisionomia semelhante às restingas arbustivas, *sensu* Veloso et al., 1991). Araújo et al. (2003) encontraram, na rizosfera de espécies de mata Atlântica, entre 52 e 132 esporos por 100 g de solo. Valores mais altos foram encontrados por Barbosa (2004) em áreas de plantações de eucaliptos e próximas de mata (283,3 e 2.930,6 esporos por 100 g de solo seco, respectivamente).

Uma menor densidade de esporos de FMAs em ecossistemas naturais não perturbados foi observada por Munyanziz et al. (1997), Caproni (2001) e Cordeiro et al. (2005). Segundo Siqueira et al. (1989), isto decorre da estabilidade do ecossistema. Em Lençóis, os solos pouco desenvolvidos, não estruturados, podem levar a ecossistemas mais instáveis, e explicar o maior número de esporos encontrados.

Os solos de Alagoinhas e Lençóis apresentam a mesma textura (arenosa). A textura arenosa é considerada ótima para o estabelecimento de MAs e para a atividade metabólica de FMAs, o que favorece sua esporulação (Silveira e Cardoso, 1987; Sieverding, 1991). A tabela 2.1. apresenta os resultados da caracterização dos solos estudados. Os dois locais apresentam solos com baixa fertilidade.

Tanto em Alagoinhas, quanto em Lençóis, o solo apresenta acidez elevada (5,0 ou abaixo deste valor). Em Lençóis, o teor de matéria orgânica e fósforo no solo foram maiores do que em Alagoinhas, mas ainda é considerado baixo (Tabela 2.1). O teor de Al também foi maior em Lençóis, o que pode ter contribuído para o pH mais baixo (Tabela 2.1). Embora em circunstâncias naturais as plantas suportem estas condições, desconhece-se a resposta destas plantas à eliminação desses fatores limitantes e também a influência sobre a taxa de colonização radicular por FMAs.

Em Lençóis, o valor do pH, do teor de fósforo e outras variáveis abióticas do solo não diferiram estatisticamente em nenhum dos períodos estudados (Tabela 2.2). Em Alagoinhas, o pH e o teor de P diferiram entre os períodos de julho (chuvoso) e setembro (seco) (Tabela 2.2). Os teores de Na e matéria orgânica também apresentaram diferenças significativas entre os períodos estudados. O mês de setembro (mais seco) apresentou valores maiores de Na e matéria orgânica. O valor de K foi menor em setembro do que em outros meses.

Comparando os dois locais os teores de P, K, H+Al, matéria orgânica e pH diferiram significativamente em pelo menos um período do ano (Tabela 2.2).

Os dois locais não diferiram significativamente nos teores de Ca, Mg e Na, soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) (Tabela 2.2).

A Tabela 2.3 mostra a correlação entre o número de esporos e as variáveis do solo.

Siqueira et al. (1984) verificaram que, em geral, quanto maior a acidez do solo, menor a quantidade de esporos. Barbosa (2004) e Santos (2001) observaram uma correlação entre o pH e o número de esporos. Entry et al. (2002) relatam a ocorrência de FMAs em solos com valores de pH muito altos e muito baixos, sendo que o número de esporos está correlacionado com as espécies de FMAs ocorrentes em cada sistema. Neste estudo não foi encontrada correlação entre o número de esporos e o pH do solo.

Também neste estudo foi observada a existência de correlação negativa entre o número de esporos e o teor de matéria orgânica do solo (Tabela 2.3), mas esta somente foi significativa em janeiro de 2005, em Alagoinhas. Como já mencionado anteriormente, o solo de Alagoinhas difere significativamente do solo de Lençóis quanto ao teor de matéria orgânica e no número de esporos ($p < 0,01$), sendo este número maior em Lençóis (Tabela 2.2).

De acordo com Araújo et al. (2004), pode-se encontrar trabalhos com correlação direta ou inversa, e não há consenso quanto à influência da matéria orgânica do solo sobre a colonização radicular e produção de esporos de FMAs.

Neste estudo não foi encontrada correlação significativa entre os teores de fósforo do solo e número de esporos (Tabela 2.3), exceto no mês de janeiro, em Alagoinhas, quando a correlação entre essas variáveis foi positiva (Tabela 2.3). Esse fato deve-se aos teores de fósforo muito baixos encontrados nesses solos, abaixo do nível mínimo crítico. Assim, qualquer aumento nesse teor influencia a nutrição da planta e as respostas da planta ao desenvolvimento dos FMAs.

Outros autores encontraram uma relação inversa entre teor de fósforo e número de esporos. Menge et al. (1978) observaram um menor número de esporos em solos com altas concentrações de P, porém estes autores constataram que este efeito estava mais relacionado com a concentração de P nas raízes do que no solo propriamente dito. Trindade (1998), estudando a ocorrência de micorrizas arbusculares em agrossistemas de mamoeiro (*Carica papaya* L.), não encontrou correlação significativa entre o teor de P do solo e a densidade de esporos, mas demonstrou ser esta negativamente influenciada pelo pH do solo e positivamente, pelos teores de matéria orgânica.

Em Alagoinhas os teores de potássio, alumínio, alumínio e sódio correlacionaram-se negativamente com o número de esporos em pelo menos um dos períodos estudados (Tabela 2.3). Por serem áreas nativas, sem manejo ou adubação, os teores dos nutrientes de ambas as áreas estão bem abaixo de áreas cultivadas.

Tabela 2.1. Características químicas do solo nas rizosferas de mangabeiras nativas nos dois locais estudados, Lençóis e Alagoinhas, Bahia. Os dados de solo são médias de dez unidades amostrais de coleta para cada período.

	Alt (m)	Períodos	pH	MO g/Kg	P3 mg/Kg	K ⁺ cmol/dm ³	Mg ⁺² cmol/dm ³	Ca cmol/dm ³	Al ⁺³ cmol/dm ³	H+Al ⁺³ cmol/dm ³	Na cmol/dm ³	S cmol/dm ³	CTC cmol/dm ³	V %
Ala goi nhas	115	Mar/04	5,06	2,417	0,69	0,021	0,30	0,10	0,34	1,452	0,012	0,433	1,885	23,4
		Jul/04	5,05	3,90	0,67	0,021	0,33	0,06	0,33	1,441	0,012	0,424	1,865	23,0
		Set/04	4,9	4,50	1,21	0,014	0,27	0,05	0,33	1,287	0,015	0,340	1,627	21,6
		Jan/05	4,88	1,357	0,79	0,019	0,29	0,05	0,35	1,441	0,010	0,372	1,813	21,7
Len çóis	450	Mar/04	4,55	17,20	3,8	0,037	0,42	0,36	1,03	6,028	0,023	0,840	6,868	13,5
		Jul/04	4,9	13,50	2,89	0,044	0,40	0,57	0,78	5,192	0,022	1,036	6,228	17,8
		Set/04	4,69	13,63	2,70	0,033	0,34	0,49	0,87	5,049	0,18	0,879	3,684	16,4
		Jan/05	4,6	10,02	2,19	0,032	0,40	0,34	0,92	4,851	0,023	0,793	5,644	16,5

MO = matéria orgânica; S = Soma de bases ; CTC = Capacidade de Troca Catiônica ; V = Saturação de bases

Tabela 2.2. Comparação dos valores médios das variáveis abióticas do solo nas duas áreas estudadas entre períodos e entre as duas áreas estudadas. Valores com a mesma letra (na coluna) não diferem significativamente pelo Teste de comparação múltipla de Dunn. $\alpha=0,05$.

Variáveis abióticas	Período	Alagoinhas		Lençóis		Comparação entre áreas (Alagoinhas X Lençóis)
		média	S	média	S	
pH	mar/04	5,06 a,b	0,135	4,55 a	0,3171	<0,01
	Jul/04	5,05 a	0,108	4,9 a	0,4082	ns
	set/04	4,9 b	0,067	4,69 a	0,3143	ns
	Jan/05	4,88 a,b	0,322	4,6 a	0,2667	ns
P	Mar/04	0,69 a,b	0,578	3,8 a	2,251	<0,001
	Jul/04	0,67 a	0,134	2,89 a	1,923	<0,001
	Set/04	1,21 b	0,729	2,70 a	0,823	ns
	Jan/05	0,79 a,b	0,129	2,19 a	1,408	ns
K	Mar/04	0,021 a	0,0057	0,037 a	0,0067	<0,05
	Jul/04	0,021 a	0,0032	0,044 a	0,0344	<0,05
	Set/04	0,014 b	0,0052	0,033 a	0,0067	<0,001
	Jan/05	0,019 a,b	0,0057	0,032 a	0,0140	ns
Ca	Mar/04	0,10 a	0,1633	0,36 a	0,5461	ns
	Jul/04	0,06 a	0,0843	0,57 a	0,6129	ns
	Set/04	0,04 a	0,0516	0,49 a	0,7564	ns
	Jan/05	0,05 a	0,0707	0,34 a	0,3534	ns
Mg	Mar/04	0,30 a	0,1491	0,42 a	0,2700	ns
	Jul/04	0,33 a	0,1059	0,40 a	0,1054	ns
	Set/04	0,27 a	0,0949	0,34 a	0,1506	ns
	Jan/05	0,29 a	0,0738	0,40 a	0,1414	ns
Al	Mar/04	0,34 a	0,0966	1,03 a	0,5272	<0,05
	Jul/04	0,33 a	0,0949	0,78 a	0,3910	ns
	Set/04	0,33 a	0,0675	0,87 a	0,5376	ns
	Jan/05	0,35 a	0,0850	0,92 a	0,4517	ns
Na	Mar/04	0,012 a,b	0,0042	0,023 a	0,0149	ns
	Jul/04	0,012 a,b	0,0042	0,022 a	0,0244	ns
	Set/04	0,015 a	0,0053	0,018 a	0,0092	ns
	Jan/05	0,010 b	0,0000	0,023 a	0,0189	ns

Tabela2.2. Continuação.

Variável	Período	Alagoínhas		Lençóis		Comparação entre áreas
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
abioticas						
Matéria orgânica	Mar/04	2,417 a,c	1,0652	17,201 a	12,2120	<0,001
	Jul/04	3,900 a,b	1,7861	13,505 a	10,6071	ns
	Set/04	4,505 b	1,4680	13,631 a	7,5207	ns
	Jan/05	1,357 c	2,2944	10,021 a	5,9706	<0,05
H + Al	Mar/04	1,452 a	0,4424	6,028 a	2,643	<0,01
	Jul/04	1,441 a	0,3719	5,192 a	2,9841	<0,05
	Set/04	1,287 a	0,3322	5,049 a	2,3873	<0,05
	Jan/05	1,441 a	0,5854	4,851 a	2,3709	<0,05
S	Mar/04	0,433 a	0,1573	0,840 a	0,6538	ns
	Jul/04	0,424 a	0,1193	1,036 a	0,7284	ns
	Set/04	0,340 a	0,0852	0,879 a	0,8095	ns
	Jan/05	0,372 a	0,0874	0,793 a	0,3492	ns
CTC	Mar/04					
	Jul/04	1,865 a	0,4106	6,228 a	3,3181	ns
	Set/04	1,627 a	0,3299	3,684 a	2,5361	ns
	Jan/05	1,813 a	0,6232	5,644 a	2,5072	ns
V	Mar/04	23,4 a	7,8344	13,5 a	8,8475	ns
	Jul/04	23,0 a	6,2539	17,8 a	11,8865	ns
	Set/04	21,6 a	6,3979	16,4 a	12,8772	ns
	Jan/05	21,7 a	5,4782	16,5 a	8,0726	ns

Tabela 2.3. Dados de correlação do número de esporos (NE) com as variáveis do solo, nos dois locais estudados. Coeficiente de Spearman (rs). Valores em negrito são significativos. $\alpha=0,05$.

	Período	Alagoinhas	Lencóis
		rs	rs
NE x pH	Mar/04	0,5423	0,00
	Jul/04	0,4940	-0,1255
	Set/04	0,0552	0,3139
	Jan/05	-0,0692	0,0185
NE x P	Mar/04	0,4137	-0,1969
	Jul/04	-0,3097	-0,4784
	Set/04	0,5915	-0,1053
	Jan/05	0,6335*	-0,6027
NE x K	Mar/04	-0,0674	-0,4221
	Jul/04	-0,0580	-0,7370*
	Set/04	-0,8198*	0,2076
	Jan/05	-0,5618	-0,5702
NE x Ca	Mar/04	0,0754	-0,1358
	Jul/04	0,2752	-0,6890*
	Set/04	-0,0356	-0,2523
	Jan/05	-0,3190	-0,2462
NE x Mg	Mar/04	0,2462	0,4445
	Jul/04	0,2799	-0,5784
	Set/04	0,2391	-0,4569
	Jan/05	-0,3421	-0,0066
NE x Al	Mar/04	-0,5346	-0,1524
	Jul/04	-0,8327*	0,2744
	Set/04	-0,7157*	-0,1159
	Jan/05	-0,6442*	-0,1534
NE x Na	Mar/04	-0,4352	-0,4869
	Jul/04	0,1741	-0,5695
	Set/04	-0,5587	-0,1206
	Jan/05	0	-0,5366
NE X MO	Mar/04	-0,3100	-0,0608
	Jul/04	0,1520	-0,3333
	Set/04	-0,3945	-0,2249
	Jan/05	-0,6565*	-0,1641
NE x H+Al	Mar/04	-0,1835	-0,0061
	Jul/04	-0,6565*	-0,0182
	Set/04	-0,7708*	-0,3951
	Jan/05	-0,7477*	-0,1273
NE x S	Mar/04	0,1713	0,2606
	Jul/04	0,3171	-0,6687*
	Set/04	-0,1831	-0,2006
	Jan/05	-0,7755*	-0,1702
NE x CTC	Mar/04	-0,1515	-0,1394
	Jul/04	-0,4282	-0,0667
	Set/04	-0,7200*	-0,6242
	Jan/05	-0,7333*	-0,0909
NE x V	Mar/04	0,2970	0,2988
	Jul/04	0,7470*	-0,6505*
	Set/04	0,6216	0,0061
	Jan/05	0,2622	0,0549

2.3.2. TAXA DE COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA EM *H. speciosa* Gomez

Os resultados da avaliação da colonização micorrízica das raízes de mangabeiras nativas nos dois locais encontram-se na Figura 2.9. Não foi encontrada correlação entre número de esporos e taxa de colonização radicular.

Segundo Hayman e Stovold (1979) o número de esporos de FMA do solo não necessariamente se reflete na capacidade de colonização micorrízica da raiz. Cordeiro et al. (2005) discutem a relação entre colonização e esporulação. Esses autores encontraram que áreas sob cultura de gramíneas apresentaram maior número de esporos e também maior colonização micorrízica. Isto provavelmente se deve ao rápido crescimento radicular, e abundante sistema radicular, propiciando uma ampla superfície de contato entre raízes e propágulos de FMAs e uma grande capacidade de fornecer fotossintatos ao fungo.

A Tabela 2.4 mostra a percentagem de colonização de raízes de mangabeiras adultas em Alagoinhas e lençóis nos períodos de estudo.

Observa-se que a colonização sempre foi alta, em todos os períodos estudados, nos dois locais de estudo. Em Lençóis, a colonização em setembro foi maior do que em março ($z=3,0825$, $p<0,05$, Teste não paramétrico de Dunn) e em Alagoinhas, a colonização em julho foi maior do que em janeiro ($z=3,888$, $p<0,05$).

Camargo–Ricalde et al. (2003) encontraram que 90% das 50 espécies de plantas vasculares estudadas por eles formavam micorrizas, com baixo percentual de colonização radicular. Ressalta-se a necessidade de se fazer observações em vários períodos do ano, pois a associação micorrízica pode variar através do tempo e do espaço.

Tabela. 2.4. Variação sazonal da taxa de colonização radicular por MA em *Hancornia speciosa* Gomez, em dois locais, usando o método da lâmina (20-50 segmentos/lâmina). Áreas em vermelho representam o período seco, em verde o chuvoso, e em azul um período chuvoso secundário, e em cinza um veranico.

Alagoínhas							
	Jan/04	Mar/04	Mai/04	Jul/04	Set/04	Nov/04	Jan/05
Evento fenológico	FR, FolN	Fl, FR, FolN	FolN	FolN	Fl, FolN	Fl, FolN	Fl, FolN
n	4	20	10	10	10	10	10
Mínimo	27,3	41,7	41,7	86,8	74,1	60	52,2
Máximo	100	100	100	100	100	100	100
Média Aritmética	67,85	77,43	90,87	95,32	93,21	92,38	81,65
Desvio Padrão	30,08	15,49	18,1	5,14	10,07	12,5	15,08
Coeficiente de Variação	44.33%	20.01%	19.92%	5.39%	10.80%	13.53%	18.46%
Lençóis							
	Jan/04	Mar/04	Mai/04	Jul/04	Set/04	Nov/04	Jan/05
Evento fenológico	Fl, FR, FolN	Fl, FR, FolN	FR, FolN	FolN	FolN	Fl, FR, FolN	Fl, FR, FolN
n	8	20	8	10	10	10	10
Mínimo	72,2	7,14	88,9	80	91,3	47,6	64,3
Máximo	100	100	100	100	100	100	96,8
Média Aritmética	92,06	88,16	96,14	98	96,12	89,56	80,96
Desvio Padrão	9,77	10,05	4,76	6,32	3,61	16,17	11,22
Coeficiente de Variação	10.62%	11.40%	4.95%	6.45%	3.75%	18.05%	13.86%

Fl= floração; FR= frutos maduros; FolN= folhas novas.

Segundo Brundrett e Kendrick (1987) para determinar o status micorrízico de uma planta, essa deve ser amostrada em intervalos durante o ano.

Neste estudo, de modo geral, os níveis de colonização mantiveram-se alto em todos os períodos estudados (Tabela 2.4). Os altos níveis de colonização, em alguns meses próxima a 100%, indicaria uma alta dependência sobre associação micorrízica, o que deve ser o caso da mangabeira.

Trabalhos anteriores mostraram que a mangabeira é dependente de micorrizas. Experimentos realizados por Costa et al. (2003) utilizando *Gigaspora albida* Schenck & Smith e *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann mostraram que a mangabeira é dependente da micorrização quando em solo desinfestado e com baixo nível de fósforo (3mg P dm⁻³). Estes autores também constataram que a planta não responde à adubação fosfatada (até o nível de 183 mg P dm⁻³ no solo), o que indica que este nutriente é pouco exigido para o crescimento da planta.

Segundo Afek et al. (1990) a espécie vegetal, a idade da planta, a densidade de raízes e dos propágulos de FMA no solo, e outros fatores do solo, podem afetar a colonização micorrízica.

As plantas nativas de cerrado observadas por Cordeiro et al. (2005) apresentaram níveis de colonização micorrízica em torno de 40%, bem menor do que as encontradas em *H. speciosa* no presente estudo. O teor de P no solo nativo, extremamente baixo, e a alta dependência micorrízica da mangabeira, talvez sejam os fatores que explicam os altos níveis de colonização micorrízica encontrados.

A colonização micorrízica abundante tem sido correlacionado com a presença de raízes grossas sustentando poucos pelos radiculares (Baylis 1975; St. John, 1980), mas estas informações são conhecidas para poucas espécies.

A mangabeira possui um sistema radicular com poucas raízes finas e poucas ordens de ramificação (Figuras 2.10 e 2.11). Raízes de espécies micorrízicas tipicamente têm diâmetro mais grosso e poucas ordens de ramificação que raízes de plantas não-micorrízicas. Estas diferenças consideráveis na área de superfície da raiz devem ser de valor em prever a dependência sobre hifas micorrízicas para absorção de nutrientes, como Baylis (1975), Janos (1980), St. John (1980) e outros encontraram.

Além disto, características morfológicas da raiz, tais como desenvolvimento da exoderme e taxas de renovação dessas raízes são importantes na determinação da dependência micorrízica da planta (Brundrett e Kendrick 1987). As raízes de plantas florestais micorrízicas são substituídas gradualmente ao longo dos anos, além disso, estas plantas têm também uma exoderme proeminente, uma característica radicular conhecida por reduzir a permeabilidade de raízes (Brundrett e Kendrick 1987) o que deve limitar sua exploração por nutrientes do solo.

Em raízes mais velhas de *H. speciosa* a presença de látex e pigmentos torna difícil a visualização das estruturas micorrízicas (Figuras 2.12 e 2.13). Neste estudo, arbúsculos foram visualizados somente em raízes novas. Raízes velhas não possuem MA com arbúsculos ou pelos radiculares funcionais. As raízes mais velhas provavelmente não são responsáveis pela absorção de nutrientes, mas elas ainda são consideradas micorrízicas porque possuem hifas de fungos MA. Estas hifas dentro de raízes velhas podem funcionar, a longo prazo, como fonte de inóculo micorrízico (Brundrett e Kendrick 1987).

Figura 2.10. Detalhe do solo rizosférico arenoso e raízes finas de indivíduos de mangabeiras que foram coletadas para estudo da taxa de colonização radicular por FMA. (A-B) Vista geral da área de estudo em Lençóis, mostrando o solo arenoso; (C) Raízes mais grossas de *H. speciosa*; (D-E) Raízes mais finas.

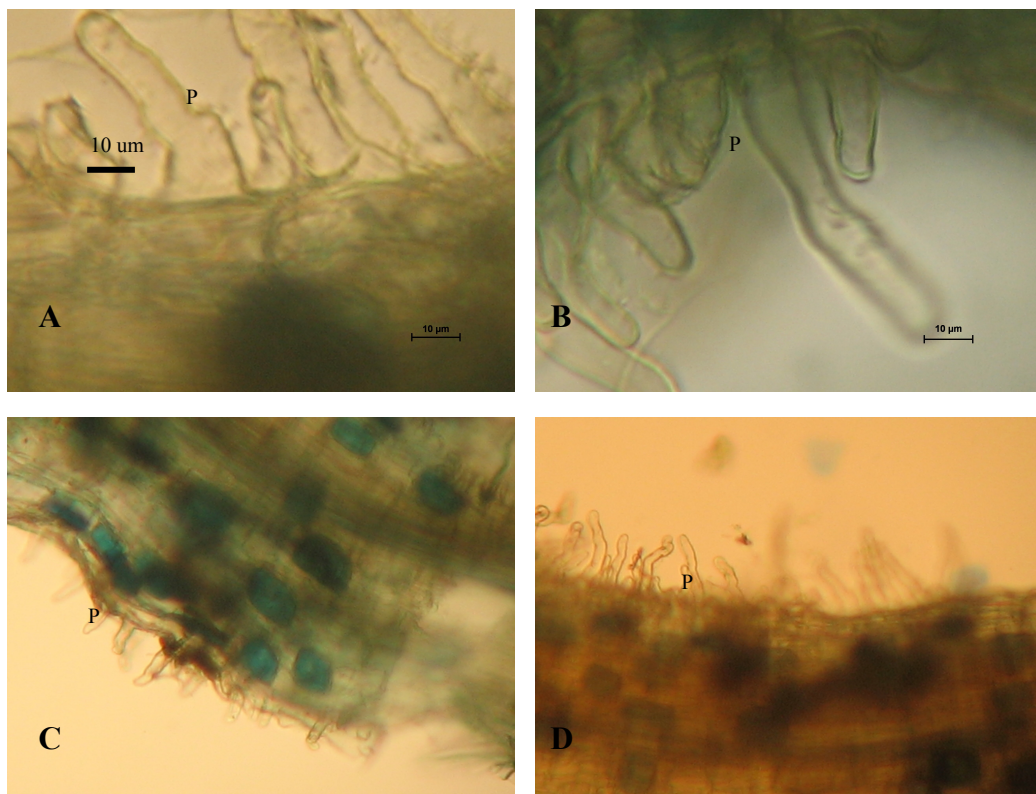


Figura 2.11 (A-D). Pelos radiculares (papilas) em *Hancornia speciosa* Gomez.

A correlação entre os níveis de colonização micorrízica e as variáveis climáticas são apresentados na Tabela 2.5. Foi encontrado correlação negativa significativa somente entre temperaturas média e mínima com colonização (Tabela 2.5). Deve-se buscar esclarecer como a temperatura influência a colonização radicular nos trópicos.

Em Alagoínhas, os níveis de colonização radicular encontrados diferiram significativamente entre os períodos de março e julho de 2004, e janeiro e julho de 2004. Em Lençóis, diferiram significativamente os períodos de março e julho de 2004 e julho de 2004 e janeiro de 2005. As maiores taxas de colonização radicular foram encontradas em julho de 2004 nas duas áreas estudadas. Neste período a pluviosidade e o balanço hídrico diferiram entre as áreas. Em Lençóis, os meses de maior pluviosidade foram janeiro e março (183 e 129,8 mm, respectivamente), e janeiro e julho (234,3 e 86,9 mm, respectivamente), em Alagoínhas (Figura 2.14). O balanço hídrico, em Lençóis, mostra um período de retirada de água do solo de maio a setembro, sendo julho, portanto, um período de déficit hídrico nesta área (Figura 2.4). Por outro lado, em Alagoínhas, de abril a junho ocorre um período de reposição de água do solo, sendo que o período de abril a agosto há um excedente de água no solo. Assim, nessa área o mês de julho apresentaria um excedente de água, o oposto do que

ocorreu em Lençóis. A partir desta constatação não é possível correlacionar pluviosidade e balanço hídrico com taxa de colonização radicular. Provavelmente variações sazonais da atividade ou crescimento da raiz e, também, da atividade do fungo, devem afetar os níveis de colonização.

Estudando a variação sazonal da colonização em plantas de habitats úmidos (pântanos e brejos na região oeste central de Ohio, EUA, Bohrer et al. (2004) encontraram que fatores abióticos tem influência mínima sobre a variação da colonização por MA, e concluíram que a dinâmica sazonal foi em resposta a fenologia da planta. Os resultados diversos aqui encontrados podem estar relacionados as espécies de FMAs presentes e/ou a própria planta hospedeira. Além disso, as espécies de FMAs podem ter padrões estacionais de esporulação.

Embora a precipitação pluviométrica nas áreas estudadas possa não constituir um fator limitante ao desenvolvimento das plantas adultas e da associação micorrízica, ressalta-se que a baixa capacidade de armazenamento de água do solo arenoso pode trazer problemas na fase de estabelecimento de plântulas de *H. speciosa*. Por esse motivo, a presença de FMAs pode ser vantajosa para as plantas desses ambientes.

De fato, vários autores ressaltam a importância dos FMAs para plantas em ambientes com solos de baixa fertilidade e escassa precipitação (Dhillion e Zak, 1993; Camargo-Ricalde et al., 2002; Camargo-Ricalde e Dhillion, 2003; Camargo-Ricalde e Esperón-Rodríguez, 2005).

Tabela 2.5. Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman (r_s) mostrando a relação entre colonização por micorriza arbuscular (MA) (em %) e variáveis climáticas. Coeficientes foram determinados de médias de todos os períodos combinados (n=7). Valores em negrito são significativos a 5%.

	Alagoinhas	Lençóis
TM X colonização	-0,6786	-0,7748
Tmáx X colonização	-0,5714	-0,6071
Tmín colonização	-0,8571	-0,8571
UR X colonização	-0,1802	0,0721
P X colonização	-0,3571	-0,5357
Insolação X colonização	-0,1786	0,0714
Evaporação X colonização	-0,50	-0,07

TM= temperatura média; Tmáx= temperatura máxima; Tmín= temperatura mínima; UR= umidade relativa, %; P= precipitação.

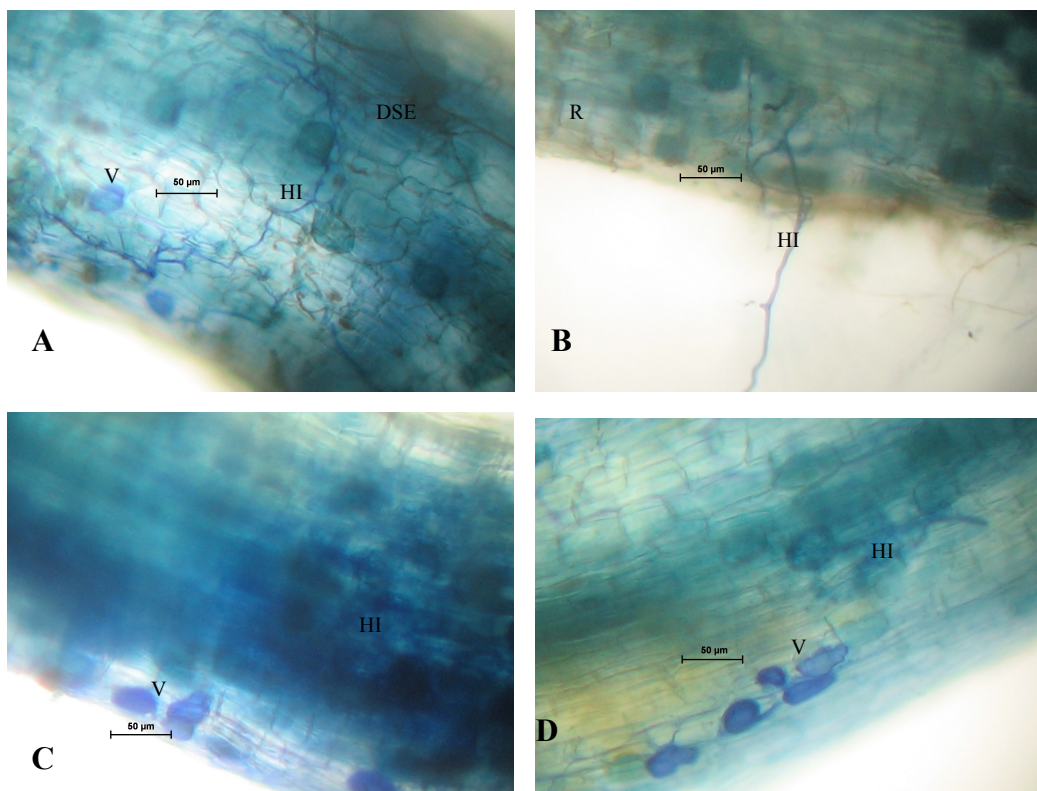


Figura 2.12 (A-D). Detalhes da colonização micorrízica em *Hancornia speciosa* Gomez. V = vesícula, E = hifas enveladas, HI = hifa interna, HE = hifa externa, AR = ápice radicular, DSE = Dark Septate Endophyte.

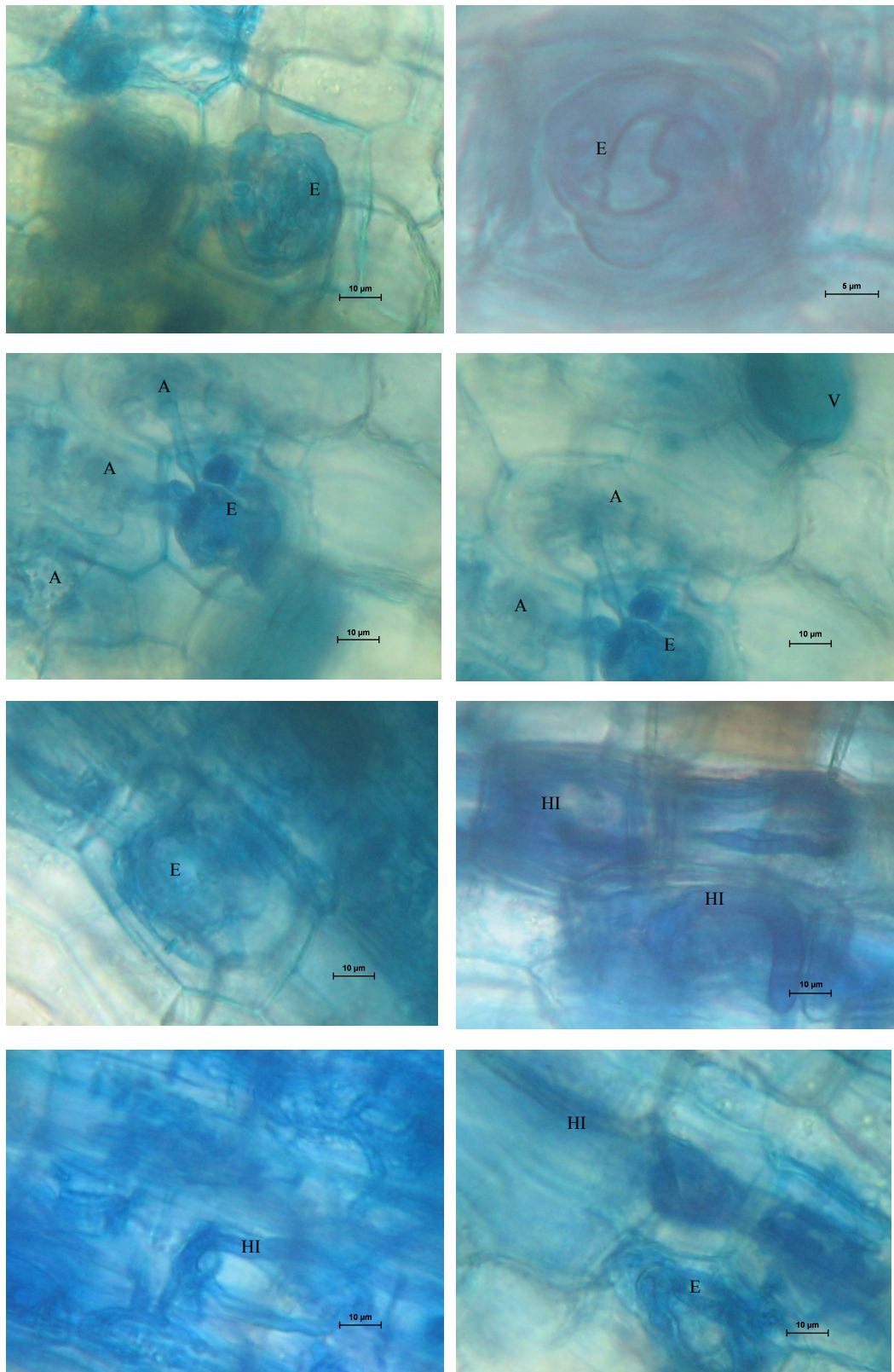


Figura 2.13. Detalhes da colonização micorrízica em *Hancornia speciosa* Gomez. V = vesícula, E = Hifas enveladas, HI = hifa interna, A = arbúsculo.

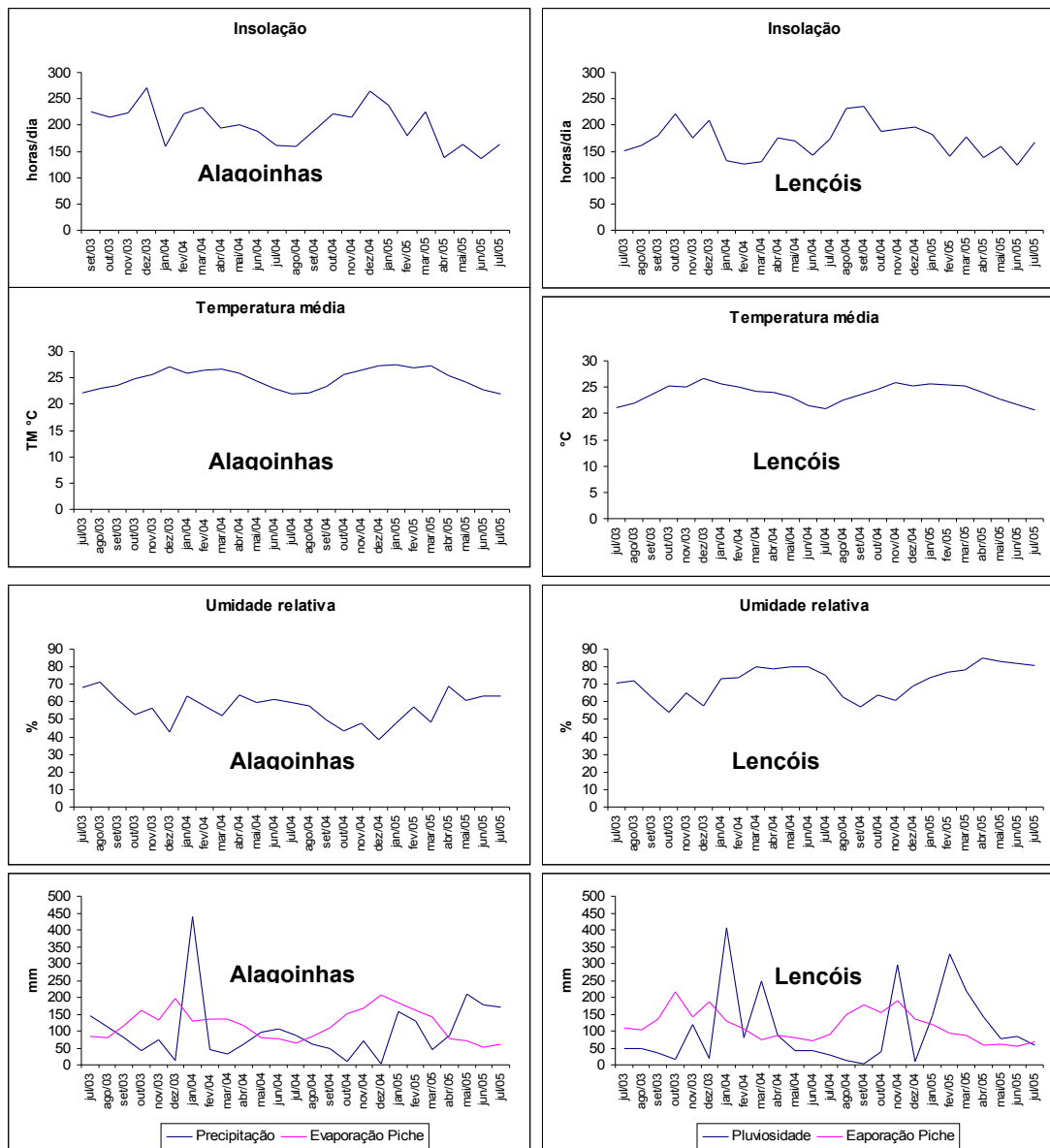


Figura 2.14. Valores médios de Insolação mensal (em horas), temperatura média mensal (°C), Umidade relativa (%), Precipitação (mm) e Evaporação de Piche mensal (mm) de Alagoinhas e Lencóis, Bahia, referente ao período de estudo (julho de 2003 a julho de 2005). Fonte: INMET e COPENER Florestal Ltda.

2.3.3. OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES

Foram identificadas um total de 23 morfoespécies de FMAs. A família com maior número de morfoespécies foi Glomeraceae (60,87 %), seguida de Gigasporaceae (21,74 %) e Acaulosporaceae (17,39 %). O número de espécies encontradas nas duas áreas estudadas variou segundo o período de coleta. Em Alagoinhas o maior número de espécies foi encontrado em março de 2004 (n=21), e em Lençóis no mês de setembro de 2004 (n=23), períodos com menor índice pluviométrico, a saber, 32,6 mm e 27,6 mm em Alagoinhas e Lençóis, respectivamente.

Em relação à ocorrência de FMAs na rizosfera de mangabeiras, pouco se conhece. Um dos trabalhos pioneiros foi realizado por Maia et al. (2003) citando as espécies *Acaulospora foveata* Trappe & Janos, *A. longula* Spain & Schenck, *A. mellea* Spain & Schenck, *A. scrobiculata* Trappe, *A. tuberculata* Janos & Trappe, *Archaeospora leptoticha* (Schenck & Smith) Morton & Redecker, *Entrophospora colombiana* Spain & Schenck, *Gigaspora gigantea* (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe, *Gl. etunicatum* Becker & Gerdemann, *Gl. fuegianum* (Spegazzini) Trappe & Gerdemann, *Gl. glomerulatum* Sieverding, *Gl. macrocarpum* Tulasne & Tulasne, *Glomus* sp., possivelmente associadas a mangabeira. Algumas das espécies encontradas, como *A. mellea*, *A. scrobiculata*, *A. tuberculata*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora gigantea* e *Glomus etunicatum* haviam sido anteriormente citadas em trabalhos realizados em área de cerrado (Miranda e Miranda, 1997), tipo de vegetação à qual a mangabeira está associada. Neste estudo também foram encontradas as espécies *Entrophospora colombiana* Spain & Schenck, *Gl. etunicatum* Becker & Gerdemann, *Gl. macrocarpum* Tulasne & Tulasne, *Gl. glomerulatum* Sieverding e *Gigaspora gigantea* (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe.

A tabela 2.6 traz o número de esporos por 100 g de solo das diferentes morfoespécies nos períodos estudados. As espécies de maior ocorrência neste estudo foram *Glomus etunicatum*, em Lençóis, e *Gl. etunicatum* e *Gl. macrocarpum*, em Alagoinhas. A espécie *Gl. macrocarpum* também foi citada por Truffem et al. (1990) como de ocorrência comum em diversos estudos em diferentes ecossistemas e sob diversos hospedeiros. Também é o caso de *Acaulospora foveata* e *Scutellospora calospora*.

As morfoespécies com esporos de menor diâmetro foram mais abundantes (Tabelas 2.7 e 2.8). A espécie *Gl. etunicatum* foi a mais numerosa em Lençóis, variando de 30,6 a

60,8%, em Lençóis (Tabelas 2.7 e 2.8), e também a mais freqüente (100% em todos os períodos nas duas áreas). Em Alagoinhas a espécie *Gl. macrocarpum* variou de 21,17% a 30,18% e *Gl. etunicatum* de 17,8 a 25,13 % do número total de indivíduos (Tabelas 2.7 e 2.8). *Gl. etunicatum* possui esporos com diâmetros que variam de 60 a 100 μm e *Gl. macrocarpum* variam de 60 a 110 μm .

Carrenho et al. (2001) estudando as espécies de FMAs na rizosfera de fitobiontes de mata ciliar revegetada encontraram que *Gl. macrocarpum* e *Gl. claroideum* eram as mais abundantes. Segundo estes autores o sucesso destas espécies deve-se ao pequeno tamanho dos esporos, que podem ser carregados pela água para partes mais profundas do solo, ficando assim protegidas do ataque de parasitas e predadores que povoam as regiões mais superficiais do solo, o que pode ter contribuído para o sucesso destas espécies. Carrenho (1998) ressalta que, de forma geral, as espécies formadoras de esporos grandes apresentam uma maior probabilidade de ficarem retidos nas camadas superficiais do solo e, conseqüentemente, são mais suscetíveis ao ataque de bactérias, fungos e micófagos, diminuindo ainda mais sua representatividade, em termos de números de esporos. Além disso, há um maior gasto na produção destes propágulos, e parece provável que elas invistam na produção de outros propágulos, com menor biomassa (fragmentos de raízes micorrizadas, micélio extra-radicular) (Carrenho et al., 1998). Este argumento se aplica, principalmente a família Gigasporaceae que apresentam esporos com diâmetro variando, em média, de 200 a 600 μm , e que apresentam um número menor de esporos por 100 g de solo.

Neste estudo a fórmula para cálculo do Índice de Constância ($IC = (p \times 100) \times P^{-1}$), onde p é número de coletas contendo a espécie e P é o número total de coletas efetuadas, considerou o número total de períodos estudados. Esta modificação permitiu medir a permanência de uma espécie durante todo o ano estudado, e não apenas de forma pontual. Neste sentido, as espécies *Gl. etunicatum*, *Gl. macrocarpum* e *Gl. deserticola* apresentaram IC de 90 a 100% nos dois locais, ou seja estiveram presentes em todos os períodos, em todas as unidades amostrais (rizosferas) com grande número de esporos (abundância relativa igual ou acima de 10% do total de esporos) (Tabela 2.7, 2.8 e 2.9). Em Lençóis, a espécie *Gl. etunicatum* apresentou flutuação no número de esporos, alternando a dominância da população com *Gl. macrocarpum*. As espécies *Glomus* sp. 7 e *Glomus* sp. 8, em Alagoinhas, e *Acaulospora* sp. e *Glomus* sp. 2, em Lençóis, apresentaram IC de 90 a 100%, mas com abundância relativa abaixo de 10% (Tabelas 2.7, 2.8 e 2.9), ou seja estiveram presentes em todos os períodos amostrados, mas com pequeno número de esporos.

Tabela 2.6. Número de esporos por 100 g de solo rizosférico de *H. speciosa* Gomez, em Alagoinhas e Lençóis, Bahia, em diferentes períodos de amostragem.

Espécies	Alagoinhas				Lençóis			
	Mar/04	Jul/04	Set/04	Jan/05	Mar/04	Jul/04	Set/04	Jan/05
<i>Acaulospora</i> aff. <i>spinosa</i> Walker & Trappe	1,4	5,8	3	1,4	1,7	3,6	2,6	0
<i>Acaulospora</i> aff. <i>morrowiae</i> Spain & Schenck	0,4	1,2	2,8	0,2	0	0	3,4	0
<i>Acaulospora</i> sp. 1	2	1,4	1,6	0,6	20,5	19,4	8,4	12,4
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i> Spain & Schenck	2,1	0	0	0	7,6	17,8	34,4	26,6
<i>Gigaspora</i> aff. <i>decepiens</i> Hall & Abbott	0,9	2	0,8	0,8	2,1	6,4	6,2	4,6
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	7,3	5,0	5,8	6,6	1,2	2,8	15,2	7,6
<i>Glomus</i> aff. <i>deserticola</i> Trappe, Bloss & Menge	65,5	78,4	77,2	74,8	225,5	197,3	344,8	270,8
<i>Glomus</i> aff. <i>diaphanum</i> Morton & Walker	0	0	0	0	3,4	8,2	0,4	9
<i>Glomus etunicatum</i> Becker & Gerdemann	75,5	85,6	111,8	57,2	1044,5	610,8	444,6	101,8
<i>Glomus</i> aff. <i>macrocarpum</i> Tulasne & Tulasne	85,7	82,8	102,8	97,0	143,1	194,6	244,0	181,0
<i>Glomus</i> aff. <i>microaggregatum</i> Koske, Gemma & Olexia	3,2	3,2	4,8	2,4	25,9	24	19,2	4,8
<i>Glomus</i> aff. <i>aggregatum</i> Schenck & Smith emend. Koske	2	2	7,6	1,4	0	0	3,4	0
<i>Glomus</i> aff. <i>microcarpum</i> Tulasne & Tulasne	22,2	34,2	36,6	13,6	0	0	9	0
<i>Glomus glomerulatum</i> Sieverding	5,5	7	3,4	14,2	12,7	30,6	47,4	7
<i>Glomus</i> sp. 1	0,2	0	0,4	0	0,5	3,4	0,4	0,2
<i>Glomus</i> sp. 2	8,4	13	5	4,6	174,9	137,4	53,8	86,2
<i>Glomus</i> sp. 6	0,1	0,2	0,4	0	8,7	12,2	6,6	0,2
<i>Glomus</i> sp. 7	12,9	18,4	20,2	15	12,1	24,8	34,2	26,6
<i>Glomus</i> sp. 8	34,8	37	45,2	14,8	1,7	0	117	18,6
<i>Glomus</i> sp. 9	0	0	0	0	0,3	0	1,6	4,6
<i>Scutellospora</i> aff. <i>calospora</i> (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scutellospora</i> aff. <i>dipurpurascens</i> .Morton & Koske	2,1	5,6	2,2	2,4	0,6	0	13,8	3,4
<i>Scutellospora</i> aff. <i>minuta</i> (Ferrer & Herrera) Walker & Sanders	2,1	1,6	0,4	0,2	20,7	34,1	23,4	18,6
<i>Scutellospora</i> sp. 7	5,2	3,8	5	1	4,7	0,4	7	10,2
Outros	4,7	2,6	8,8	13,2	5,6	3,8	11,2	7,8
Total	344,8	391,2	444,8	321,4	1718	1332,6	1452,2	802

Segundo Carrenho et al. (2001) espécies com elevado número de esporos, e estes sendo encontrados em diferentes etapas de desenvolvimento, confirmam a condição micotrófica e podem estar participando mais efetivamente da colonização radicular.

Em relação ao Índice de Constância, 33,3% das espécies em Alagoinhas (n=21) e 13,6% das espécies em Lençóis (n=22) foram consideradas raras por ocorrerem em menos de 30% das amostras de solo rizosférico de mangabeiras nativas em diferentes períodos (Tabela 2.9). Analisando-se os dados de frequência das espécies de FMA verifica-se apenas uma morfoespécie com ocorrência exclusiva (apenas em uma área): *Glomus* sp 9.

Carrenho et al. (2001) avaliando a ocorrência de espécies de FMA na rizosfera de *Croton urucurana* Baill. encontraram que 73% das espécies ocorriam em menos de 20% das amostras, sugerindo que a baixa representatividade da maioria das espécies pode indicar que somente algumas espécies estavam colonizando as raízes na época da coleta.

Espécies raras ou com IC abaixo de 60% podem estar presentes no ambiente sob outras formas (como células auxiliares, hifas, raízes colonizadas) ou como resquício de uma comunidade pré-estabelecida em planta de ciclo de vida curto, ou ainda terem sido dispersadas sem obterem êxito na ocupação do novo ambiente (Carrenho et al., 2001), e podem ter sido excluídas por competição. Da mesma forma o esporo pode não estar presente no solo, mas pode estar colonizando a raiz.

Tabela 2.7. Frequência relativa de ocorrência e Abundância relativa (AR) de espécies de FMA em solo rizosférico (100 g) de *Hancornia speciosa* Gomez, em Alagoinhas, Bahia, em diferentes períodos de amostragem.

ALAGOINHAS	Mar/04		Jul/04		Set/04		Jan/05	
	F (%)	AR (%)	F (%)	AR (%)	F (%)	AR (%)	F (%)	AR (%)
<i>Acaulospora</i> aff. <i>spinosa</i> Walker & Trappe	35	0,41	70	1,48	60	0,67	40	0,44
<i>Acaulospora</i> aff. <i>morrowiae</i> Spain & Schenck	15	0,12	20	0,3	60	0,63	10	0,06
<i>Acaulospora</i> sp. 1	35	0,58	30	0,36	50	0,36	30	0,19
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i> Spain & Schenck	25	0,61	0	0	0	0	0	0
<i>Gigaspora</i> aff. <i>decipiens</i> Hall & Abbott	30	0,26	30	0,51	10	0,18	30	0,25
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	85	2,12	60	1,28	100	1,30	80	2,05
<i>Glomus</i> aff. <i>deserticola</i> Trappe, Bloss & Menge	100	18,99	100	20,04	100	17,36	100	23,27
<i>Glomus</i> aff. <i>diaphanum</i> Morton & Walker	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glomus etunicatum</i> Becker & Gerdemann	100	21,88	100	21,88	100	25,13	100	17,8
<i>Glomus</i> aff. <i>macrocarpum</i> Tulasne & Tulasne	100	24,55	100	21,17	90	23,11	100	30,18
<i>Glomus</i> aff. <i>microagregatum</i> Koske, Gemma & Olexia	55	0,93	60	0,82	70	1,08	60	0,75
<i>Glomus</i> aff. <i>aggregatum</i> Schenck & Smith emend. Koske	5	0,58	10	0,51	30	1,71	10	0,44
<i>Glomus</i> aff. <i>microcarpum</i> Tulasne & Tulasne	60	6,43	90	8,74	100	8,23	60	4,23
<i>Glomus glomerulatum</i> Sieverding	45	1,59	20	1,79	30	0,76	30	4,42
<i>Glomus</i> sp. 1	5	0,06	0	0	10	0,09	0	0
<i>Glomus</i> sp. 2	75	2,43	90	3,32	100	1,12	80	1,43
<i>Glomus</i> sp. 6	5	0,03	10	0,05	10	0,09	0	0
<i>Glomus</i> sp. 7	90	3,74	100	4,70	100	4,54	100	4,67
<i>Glomus</i> sp. 8	90	10,09	100	9,46	90	10,16	100	4,60
<i>Glomus</i> sp. 9	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scutellospora</i> aff. <i>calospora</i> (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scutellospora</i> aff. <i>dipurpurascens</i> Morton & Koske	70	0,78	100	1,43	40	0,5	60	0,75
<i>Scutellospora</i> aff. <i>minuta</i> (Ferrer & Herrera) Walker & Sanders	45	0,61	40	0,41	10	0,09	10	0,06
<i>Scutellospora</i> sp. 7	35	1,51	60	0,97	70	1,12	30	0,3
Outros	15	1,36	15	0,66	20	1,98	10	4,11
Total	-	99,95	-	99,9	-	99,98	-	100

Tabela 2.8. Frequência relativa de ocorrência e Abundância relativa (AR) de FMA em solo rizosférico (100 g) de *Hancornia speciosa* Gomez, em Lençóis, Bahia, em diferentes períodos de amostragem.

	Mar/04		Jul/04		Set/04		jan/05	
	F (%)	AR (%)	F (%)	AR (%)	F (%)	AR (%)	F (%)	AR (%)
Lençóis								
<i>Acaulospora</i> aff. <i>spinosa</i> Walker & Trappe	30	0.1	30	0.27	60	0.18	0	0
<i>Acaulospora</i> aff. <i>morrowiae</i> Spain & Schenck	0	0	0	0	20	0.23	0	0
<i>Acaulospora</i> sp. 1	95	1.19	80	1.46	100	0.58	90	0.72
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i> Spain & Schenck	60	0.44	100	1.34	80	2.37	100	1.55
<i>Gigaspora</i> aff. <i>deciapiens</i> Hall & Abbott	40	0.12	60	0.48	70	0.43	60	0.27
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	40	0.07	40	0.21	80	1,05	30	0.44
<i>Glomus</i> aff. <i>deserticola</i> Trappe, Bloss & Menge	100	13.13	100	14.84	90	23.73	100	15.82
<i>Glomus</i> aff. <i>diaphanum</i> Morton & Walker	35	0.2	80	0.62	20	0.03	30	0.6
<i>Glomus etunicatum</i> Becker & Gerdemann	100	60.8	100	45.81	100	30.6	100	59.1
<i>Glomus</i> aff. <i>macrocarpum</i> Tulasne & Tulasne	95	8,33	100	14,6	100	16,8	90	10,57
<i>Glomus</i> aff. <i>microagregatum</i> Koske, Gemma & Olexia	85	1.51	80	1.8	100	1.32	40	0.28
<i>Glomus</i> aff. <i>aggregatum</i> Schenck & Smith emend. Koske	0	0	0	0	20	0.23	0	0
<i>Glomus</i> aff. <i>microcarpum</i> Tulasne & Tulasne	0	0	0	0	40	0.62	0	0
<i>Glomus glomerulatum</i> Sieverding	35	0.74	40	2.3	60	3.26	60	0.41
<i>Glomus</i> sp. 1	40	0,03	60	0,25	10	003	10	001
<i>Glomus</i> sp. 2	100	10.18	100	10.31	100	3.7	100	5.04
<i>Glomus</i> sp. 6	35	0.51	90	0.92	20	0.45	10	0.01
<i>Glomus</i> sp. 7	65	0.7	50	1.86	90	2.35	60	1.55
<i>Glomus</i> sp. 8	10	0.1	0	0	100	8.05	80	1.09
<i>Glomus</i> sp. 9	5	0.02	0	0	30	0.11	50	0.27
<i>Scutellospora</i> sp. 7	80	0.27	10	0.03	60	0.52	60	0.6
<i>Scutellospora</i> aff. <i>calospora</i> (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scutellospora</i> aff. <i>dipurpurascens</i> Morton & Koske	30	0,03	0	0	100	0.95	40	0.2
<i>Scutellospora</i> aff. <i>minuta</i> (Ferrer & Herrera) Walker & Sanders	95	1.2	90	2.57	90	1.61	90	1.09
Outros	40	0,33	30	0,07	60	0,77	20	0,46
Total		100		100		100		100

Tabela 2.9. Índice de constância (IC) das espécies de FMA em solo rizosférico (100 g) de *Hancornia speciosa* Gomez.

Espécies de FMA	Alagoinhas	Lençóis
	IC	IC
<i>Acaulospora</i> aff. <i>spinosa</i> Walker & Trappe	51	30
<i>Acaulospora</i> aff. <i>morrowiae</i> Spain & Schenck	26	5
<i>Acaulospora</i> sp. 1	36	91
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i> Spain & Schenck	6	85
<i>Gigaspora</i> aff. <i>decipiens</i> Hall & Abbott	25	57
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	81	55
<i>Glomus</i> aff. <i>deserticola</i> Trappe, Bloss & Menge	100	97
<i>Glomus</i> aff. <i>diaphanum</i> Morton & Walker	0	40
<i>Glomus etunicatum</i> Becker & Gerdemann	100	100
<i>Glomus</i> aff. <i>macrocarpum</i> Tulasne & Tulasne	97	96
<i>Glomus</i> aff. <i>microaggregatum</i> Koske, Gemma & Olexia	61	76
<i>Glomus</i> aff. <i>aggregatum</i> Schenck & Smith emend. Koske	14	5
<i>Glomus</i> aff. <i>microcarpum</i> Tulasne & Tulasne	78	10
<i>Glomus glomerulatum</i> Sieverding	31	49
<i>Glomus</i> sp.1	4	0
<i>Glomus</i> sp.2	86	100
<i>Glomus</i> sp.6	6	39
<i>Glomus</i> sp.7	97	66
<i>Glomus</i> sp.8	95	47
<i>Glomus</i> sp.9	0	21
<i>Scutellospora</i> aff. <i>calospora</i> (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders	0	0
<i>Scutellospora</i> aff. <i>dipurpurascens</i> Morton & Koske	67	32
<i>Scutellospora</i> aff. <i>minuta</i> (Ferrer & Herrera) Walker & Sanders	26	91
<i>Scutellospora</i> sp.7	49	35

2.3.4. ESTUDO COMPARATIVO DAS POPULAÇÕES DE FMAs

A comparação dos índices de riqueza, diversidade, equitatividade e dominância demonstrou não haver diferenças significativas entre os períodos estudados em Alagoínhas (Tabela 2.10).

Tabela 2.10. Número de espécies e Índice de diversidade obtidos em vários períodos de estudo na rizosfera de mangabeiras nativas, em Alagoínhas e Lençóis, Bahia

	Alagoínhas				Lençóis			
	Mar/04	Jul/04	Set/04	Jan/05	Mar/04	Jul/04	Set/04	Jan/05
N° de espécies	21	19	20	18	20	17	23	19
Dominância D	0,17	0,156	0,173	0,202	0,407	0,269	0,193	0,1997
Índice Shannon	2,097	2,139	2,042	1,918	1,363	1,751	2,029	1,985
Simpson 1-D	0,83	0,84	0,83	0,797	0,59	0,73	0,81	0,80
Margalef	3,435	3,02	3,125	2,967	2,552	2,225	3,025	2,695
Equitatividade	0,689	0,727	0,682	0,664	0,455	0,618	0,647	0,674

Para Lençóis, os períodos de setembro e janeiro diferiram dos outros em diversidade de Shannon e índice de Margalef (riqueza de espécies). A riqueza de espécies, medida pelo índice de Margalef foi maior em Alagoínhas (Tabela 2.10).

O número de espécies e abundâncias relativas das mesmas encontram sua expressão na diversidade (Margalef, 1986) A partir destes índices as populações podem ser melhor avaliadas. Em Lençóis foram encontrados valores de equitatividade menores que em Alagoínhas, representando comunidades menos uniformes (Tabela 2.10).

Dominância e diversidade são índices inversos, pois o aumento de um implica na redução do outro. Em Alagoínhas a dominância é geralmente menor que em Lençóis (Tabela 2.10). Em Lençóis, a dominância foi maior em março quando atingiu o maior valor (0,407) decrescendo nos outros períodos. A espécie *Glomus etunicatum*, neste período, apresentou o maior valor de abundância relativa (60,8%), mantendo sempre alta sua abundância nos outros períodos (acima de 30%) Em Alagoínhas, as espécies *Glomus macrocarpum* e *Glomus etunicatum* representaram, em janeiro de 2005, 69,67% do número total de esporos, mantendo esta representatividade sempre alta nos outros períodos de estudo (acima de 40%). Este fato reduziu a equitatividade nestas populações (Tabela 2.10). Só se pode falar de espécies dominantes em comunidades com baixa diversidade. O número de espécies representadas

cada uma delas por mais de 10% do total de indivíduos, está inversamente relacionado com a diversidade.

As flutuações dos índices de diversidade medidos na mesma comunidade em tempos diferentes compreende mudanças na abundância e ciclo de vida de algumas espécies de FMAs, muito mais que na composição de espécies. Mudança na composição e abundância de espécies também deve ocorrer de ano para ano. Os estudos devem contemplar um maior número de amostras no tempo para compreender essas mudanças na comunidade.

A correlação entre ocorrência de espécies, densidade de esporos, colonização micorrízica e fatores edáficos tem encontrado dificuldades. Quando a ocorrência de algumas espécies é correlacionado com classes de características do solo observa-se tendências diversas. Saggin-Júnior e Siqueira (1996) citam que as espécies *A. morrowiae* e *E. colombiana* tendem a ser favorecidas pelo aumento do nível de matéria orgânica do solo, enquanto que *A. scrobiculata* tem seu índice de ocorrência reduzido; em relação ao pH, *A. morrowiae*, *A. mellea* e *E. colombiana* têm seus índices de ocorrência reduzidos com o aumento do pH, ao contrário de *A. scrobiculata* e *Gl. etunicatum* que segundo Siqueira et al. (1984) são favorecidas pela elevação do pH. Saggin-Junior e Siqueira (1996), estudando as espécies de FMAs que ocorrem em plantações de café, concluíram que as espécies de *Acaulospora* e *Glomus* ocorrem em faixas mais amplas de pH do solo, sendo dominantes, enquanto que espécies de *Scutellospora*, *Gigaspora* e *Entrophospora*, tendem a ocorrer numa faixa estreita de pH baixo, sendo menos numerosas. Em relação aos teores de Zn e P as espécies tendem a reduzir com o aumento destes nutrientes no solo (Saggin-Junior e Siqueira, 1996)

Os dados de ocorrência de FMAs foram utilizados para se calcular o grau de similaridade das populações, com base nos Coeficientes de Sorensen (Tabela 2.11). Verificou-se que os valores de associação entre os diferentes períodos de amostragem foram sempre altos, acima de 80%, o que sugere que as espécies presentes apresentam adaptabilidade e persistência nas condições ambientais das regiões estudadas, implicando também, alta capacidade competitiva e infectividade. A similaridade entre as duas áreas variou de 76% a 83% nos diferentes períodos.

Tabela 2.11. Similaridade, a partir do Coeficiente de Sorensen, entre as populações de FMAs, entre os períodos e áreas.

Comparação	Período	Cs
Alagoinhas X Lençóis	Mar/04	0,78
	Jul/04	0,83
	Set/04	0,83
	Jan/05	0,76
Alagoinhas	Mar/04 X jul/04	0,95
	Mar/04 X set/04	0,98
	Mar/04 X Jan/05	0,92
	Jul/04 X set/04	0,97
	Jul/04 X jan/05	0,97
	Set/04 X jan/05	0,95
Lençóis	Mar/04 X jul/04	0,92
	Mar/04 X set/04	0,93
	Mar/04 X Jan/05	0,97
	Jul/04 X set/04	0,85
	Jul/04 X jan/05	0,89
	Set/04 X jan/05	0,90

Os resultados da análise de cluster são apresentados nas figuras 2.15 a 2.18. O mapeamento multidimensional, adotando-se a ocorrência das espécies de FMA nos diferentes períodos, com base na dissimilaridade de Bray-Curtis corroborou o resultado obtido na avaliação pelos índices de similaridade. Segundo Clark e Warwick (2001) a confiabilidade na eficiência deste mapeamento é medida através do valor de “*Stress*”, utilizando-se uma escala de valores para o julgamento da ordenação bi-dimensional do mapa, sendo: “*Stress*” < 0,05 – confere uma excelente representação, sem a possibilidade de uma interpretação equivocada. “*Stress*” < 0,1 – corresponde a uma boa ordenação, sem a probabilidade real de conduzir a uma interpretação equivocada. “*Stress*” < 0,2 – ainda fornece um mapa bidimensional com grande potencialidade de uso, embora os valores no limite superior deste intervalo não confirmam confiabilidade ao mapa. “*Stress*” > 0,3 – indica que os pontos estão sendo quase que arbitrariamente colocados no espaço bi-dimensional do mapa. Os resultados de ordenação, neste estudo, produziram um “mapa” com stress baixo.

Para Alagoinhas observa-se que o período de julho e setembro de 2004 tem o menor índice de dissimilaridade (7,54%), ou seja uma similaridade de 92,46% na composição de espécies (Figura 2.15). A maior dissimilaridade foi observada entre março de 2004 e janeiro de 2005 (17,844%). Observa-se a segregação do período de janeiro de 2005 (dissimilaridade de 13,21%). Adicionalmente, três grupos podem ser formados (Figura 2.15).

Espécies que só ocorreram em um período ou em número reduzido contribuíram para a dissimilaridade entre os grupos. As espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os meses de março e janeiro foram *Gl. aff. aggregatum* (12,26%), *S. aff. minuta* e *Glomus* sp. 1 (10,65% cada) e *Glomus*. sp. 2 (9,03%).

A figura 2.16 representa uma tentativa de agrupar as espécies quanto a sua ocorrência. Um grande número de espécies ocorreram sempre juntas, apenas quatro espécies apareceram disjuntas (ocorrência esporádica) (Figura 2.16).

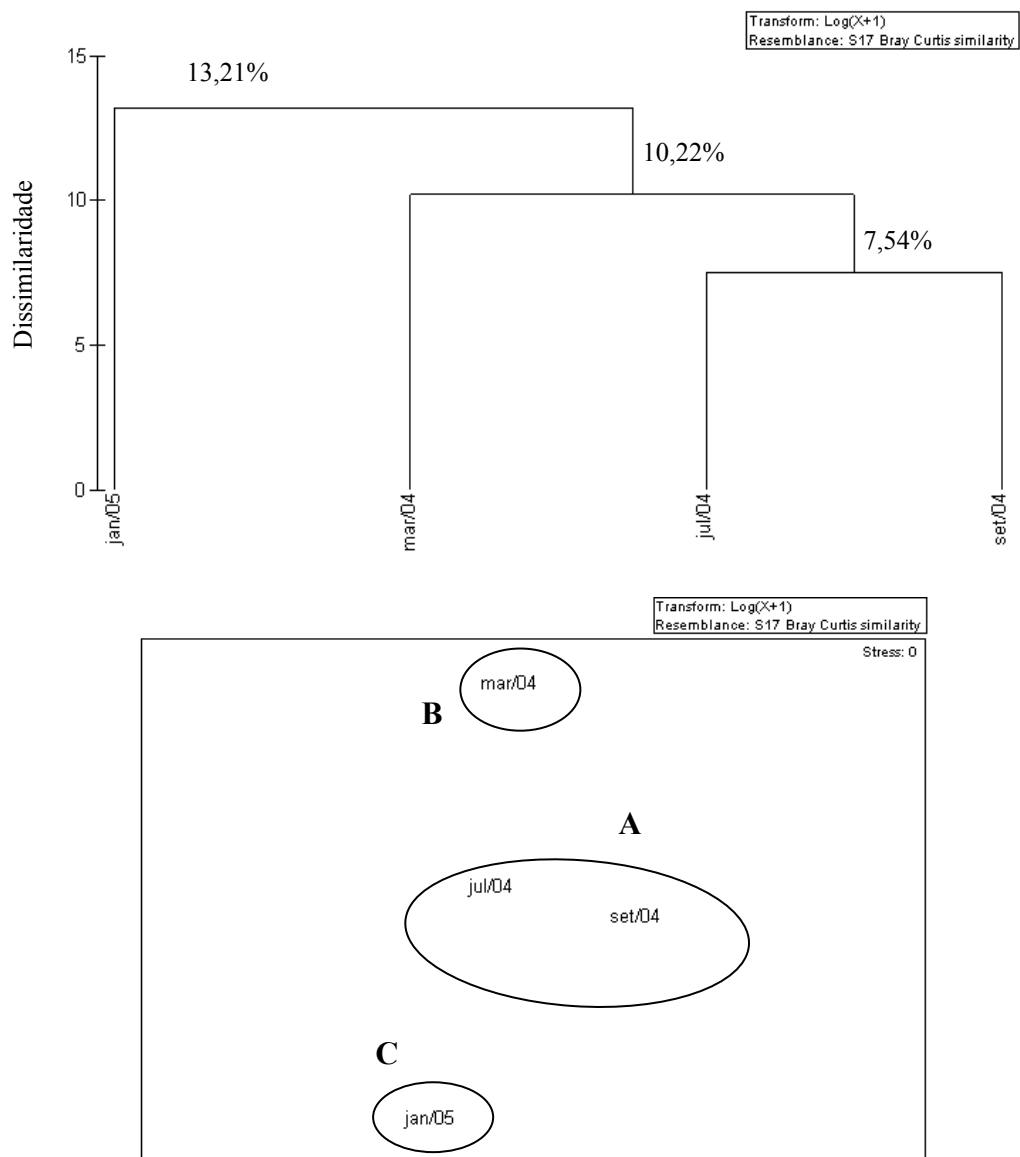


Figura 2.15. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) entre diferentes períodos de amostragem em Alagoas, Bahia

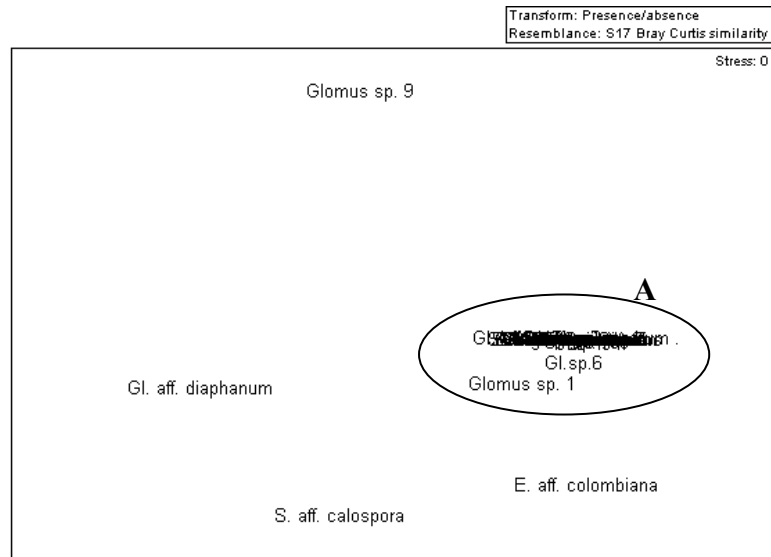
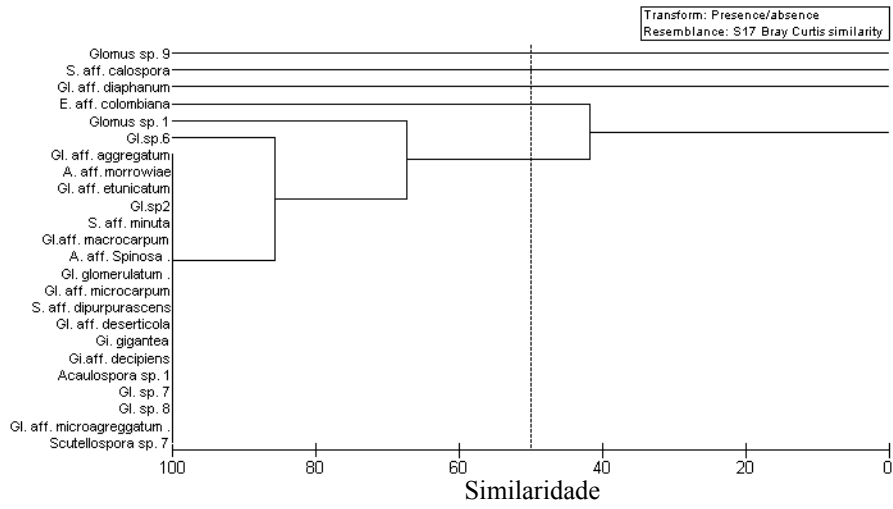


Figura 2.16. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) da presença e ausência de diferentes espécies de FMA na rizosfera de *H. speciosa* em Alagoinhas, Bahia.

Em Lençóis, os períodos de março e julho de 2004 tem o menor índice de dissimilaridade (9,88%) (Figura 2.17), ou seja uma similaridade de 90,12% na composição de espécies. A maior dissimilaridade foi entre os meses de julho e setembro (20,8%). As espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os meses de julho e setembro foram: *Glomus* sp.8 contribuiu com 17,29%, *S. aff. dipurpurascens* com 11,53%, *Gl. aff. microcarpum* com 10,39% e *Gl. aff. aggregatum* com 7,84%.

A figura 2.18 representa uma tentativa de agrupar as espécies quanto a sua ocorrência. As espécies *Gl. aff. aggregatum*, *Gl. aff. microcarpum*, *A. aff. morrowiae* formaram o grupo C. *Gl. sp. 9*, *Gl. sp. 8* e *S. aff. dipurpurascens* formaram o grupo B. *S. aff. calospora* ficou isolada. As outras espécies de FMAs formaram o grupo A.

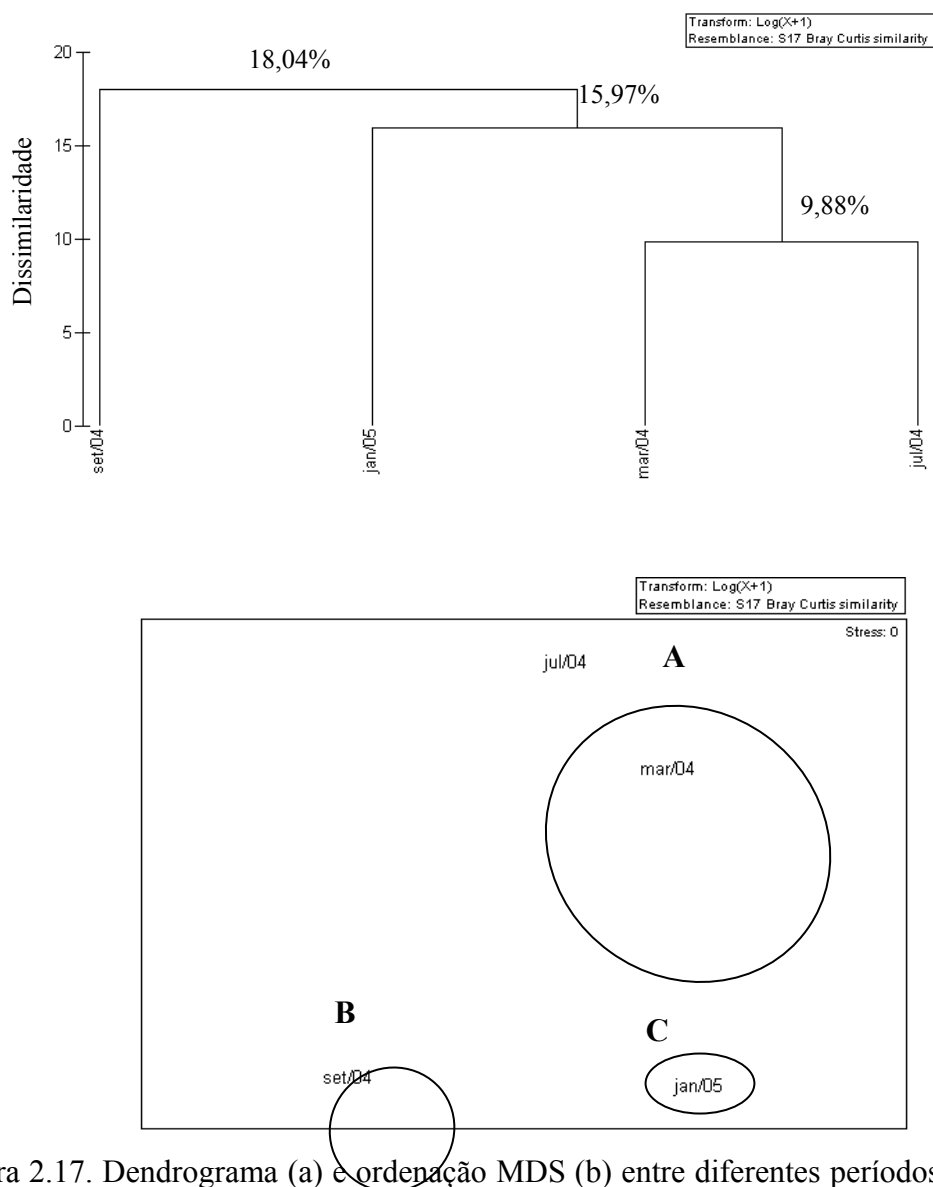


Figura 2.17. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) entre diferentes períodos de amostragem em Lençóis, Bahia.

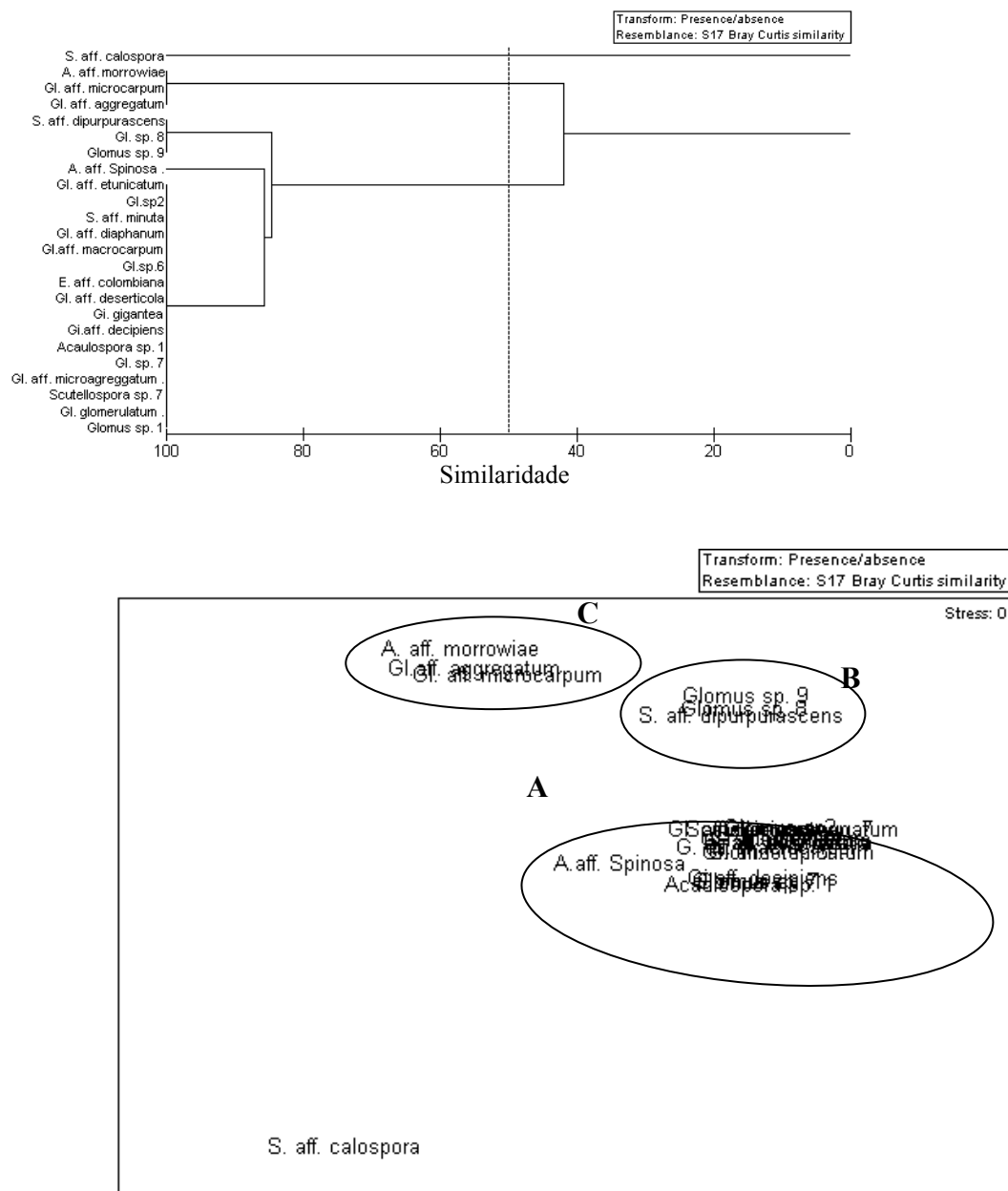


Figura 2.18. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) da presença e ausência de diferentes espécies de FMA na rizosfera de *H. speciosa* em Lençóis, Bahia.

2.3.5. AVALIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE FMAs USANDO DIFERENTES PLANTAS-ISCAS

O número médio de esporos por 100 g de solo seco conseguidos com a multiplicação foi 2.748 em Lençóis e 425 em Alagoinhas, usando *Sorghum bicolor* L. Moench e *Crotalaria juncea* L., e 1.473 e 507 para Lençóis e Alagoinhas, respectivamente, usando a mangaba como planta multiplicadora.

Um quadro sinóptico contendo as espécies de FMA presentes (representados pelo símbolo +) nos solos estudados (coletados em março de 2004) e na multiplicação com as diferentes plantas iscas facilita a visualização da distribuição das mesmas (Tabela 2.12). Em destaque as morfoespécies que apareceram após multiplicação (Tabela 2.12)

A Tabela 2.13 traz o número de esporos, frequência e abundância das morfoespécies encontradas após cultivo com as duas plantas iscas.

A morfoespécie com maior abundância relativa foi *Gl. etunicatum* e a mais frequentemente observada, sendo que na multiplicação com mangaba no solo de Lençóis sua abundância relativa era de 72,14% do número de esporos (Tabela 2.13). *Gl. macrocarpum* e *Gl. aff. deserticola* também tiveram alta representatividade em todos os tratamentos (Tabela 2.13).

Tabela 2.12. Ocorrência das espécies de FMA nos locais de estudo e nas multiplicações com mangaba e com o consórcio sorgo mais leguminosa.

Espécies de FMAs	Alagoinhas			Lençóis		
	Mar/04	Mang	S+L	Mar/04	Mang	S+L
<i>Acaulospora</i> aff. <i>spinosa</i> Walker & Trappe	+	+	+	+	+	+
<i>Acaulospora</i> aff. <i>morrowiae</i> Spain & Schenck	+	+	+		■	
<i>Acaulospora</i> sp. 1	+	+	+	+	+	+
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i> Spain & Schenck	+	+	+	+	+	+
<i>Gigaspora</i> aff. <i>decipiens</i> Hall & Abbott	+	+	+	+	+	+
<i>Gigaspora</i> <i>gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> aff. <i>deserticola</i> Trappe, Bloss & Menge	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> aff. <i>diaphanum</i> Morton & Walker		■	■	+	+	+
<i>Glomus</i> <i>etunicatum</i> Becker & Gerdemann	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> aff. <i>macrocarpum</i> Tulasne & Tulasne	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> aff. <i>microagregatum</i> Koske, Gemma & Olexia	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> aff. <i>aggregatum</i> Schenck & Smith emend. Koske	+	+	+			
<i>Glomus</i> aff. <i>microcarpum</i> Tulasne & Tulasne	+	+	+			
<i>Glomus</i> <i>glomerulatum</i> Sieverding	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> sp. 1	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> sp. 2	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> sp. 6	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> sp. 7	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> sp. 8	+	+	+	+	+	+
<i>Glomus</i> sp. 9				+	+	+
<i>Scutellospora</i> aff. <i>calospora</i> (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders		■				
<i>Scutellospora</i> aff. <i>dipurpurascens</i> Morton & Koske	+	+	+	+	+	+
<i>Scutellospora</i> aff. <i>minuta</i> (Ferrer & Herrera) Walker & Sanders	+	+	+	+	+	+
<i>Scutellospora</i> sp. 1	+	+	+	+	+	+
<i>Scutellospora</i> sp.2		■	■		+	+
Total	21	24	23	20	22	21

Tabela 2.13. Número específico de esporos (NE), Frequência relativa de ocorrência e Abundância relativa (AR) de FMA em solo rizosférico (100 g) de *Hancornia speciosa* Gomez, cultivado com diferentes culturas-armadilha.

Morfoespécies	Alagoínhas						Lençóis					
	S+L			Mangaba			S+L			Mangaba		
	NE	F	AR	NE	F	AR	NE	F	AR	NE	F	AR
<i>Acaulospora</i> aff. <i>spinosa</i> Walker & Trappe	2,5	35	0,73	0,1	5	0,02	1,6	50	0,12	0,2	8,3	0,02
<i>Acaulospora</i> aff. <i>morrowiae</i> Spain & Schenck	25,6	45	7,47	13,7	55	15,78	0	0	0	0,5	8,3	0,06
<i>Acaulospora</i> sp. 1	0,3	15	0,09	1,1	15	0,23	5,6	90	0,41	5,4	91,7	0,61
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i> Spain & Schenck	4,2	30	1,23	0,3	10	0,06	8,8	50	0,64	5,1	33,3	0,58
<i>Gigaspora</i> aff. <i>decipiens</i> Hall & Abbott	0,7	25	0,20	9,4	35	1,99	1,6	60	0,12	2,1	58,3	0,24
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	5,1	25	1,49	24,4	40	3,15	19,2	30	1,4	13,5	41,7	1,53
<i>Glomus</i> aff. <i>deserticola</i> Trappe, Bloss & Menge	52,4	100	15,29	51,4	100	10,86	180,9	90	13,17	70,2	100	7,94
<i>Glomus</i> aff. <i>diaphanum</i> Morton & Walker	0,2	10	0,06	0,3	10	0,04	1,7	10	0,12	0,7	33,3	0,08
<i>Glomus etunicatum</i> Becker & Gerdemann	93,3	100	27,23	118,6	100	19,71	779,9	100	56,76	637,5	100	72,14
<i>Glomus</i> aff. <i>macrocarpum</i> Tulasne & Tulasne	67,9	100	19,82	66,8	85	14,34	233,0	100	16,96	50,7	100	5,74
<i>Glomus</i> aff. <i>microaggregatum</i> Koske, Gemma & Olexia	8,7	50	2,54	3,9	60	0,82	31,1	100	2,26	9,9	66,7	1,12
<i>Glomus</i> aff. <i>aggregatum</i> Schenck & Smith emend. Koske	0,6	5	0,18	9,5	35	2,01	0	0	0	0	0	0
<i>Glomus</i> aff. <i>microcarpum</i> Tulasne & Tulasne	22,4	85	6,54	27,0	75	5,7	0	0	0	0	0	0
<i>Glomus glomerulatum</i> Sieverding	2,7	20	0,79	0,5	10	0,11	8,8	70	0,64	1,2	16,7	0,14
<i>Glomus</i> sp. 1	1,0	15	0,29	2,4	25	0,51	2,2	30	0,16	0,3	16,7	0,03
<i>Glomus</i> sp. 2	6,6	80	1,93	9,5	95	2,01	70,0	100	5,09	38,3	100	4,3
<i>Glomus</i> sp. 6	1,1	35	0,32	0,1	5	0,02	0,7	20	0,05	1,3	25	0,15
<i>Glomus</i> sp. 7	6,7	80	1,96	3,8	65	0,8	3,2	50	0,23	2,1	25	0,24
<i>Glomus</i> sp. 8	13,0	85	3,79	10,7	90	2,26	0,4	10	0,03	9,2	91,7	1,04
<i>Glomus</i> sp. 9	0	0	0	0	0	0	0,3	10	0,02	0,8	8,3	0,09
<i>Scutellospora</i> aff. <i>calospora</i> (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders	0	0	0	0,3	5	0,06	0	0	0	0	0	0
<i>Scutellospora</i> aff. <i>dipurpurascens</i> Morton & Koske	5,3	80	1,55	6,7	70	1,42	3,4	50	0,25	2,8	25	0,32
<i>Scutellospora</i> aff. <i>minuta</i> (Ferrer & Herrera) Walker & Sanders	4,9	65	1,43	85,8	80	18,12	9,7	70	0,71	21,0	100	2,38
<i>Scutellospora</i> sp. 1	5,4	60	1,58	14,0	65	2,96	6,4	80	0,47	9,4	58	1,06
<i>Scutellospora</i> sp. 2	5,1	80	1,49	18,3	75	3,87	18,8	60	1,37	4,5	66,7	0,51
Outros	12,0	35	3,5	13,1	70	2,77	5,5	40	0,37	1,5	8,3	1,05
Total	342,6		100	473,4		100	1373,6		100	883,7		100

A espécie *S. aff. calospora* foi registrada somente após multiplicação, em Alagoinhas. A espécie *Gl. aff. diaphanum*, presente no solo de Lençóis, foi registrada no solo de Alagoinhas somente após multiplicação (Tabela 2.12). A morfoespécie *Gl. aff. microcarpum* só ocorreu em Alagoinhas.

A similaridade entre as populações nativas de campo e aquelas obtidas pela multiplicação foram mais altas em Lençóis (maior que 90%) (Tabela 2.14).

Tabela 2.14. Matriz de similaridade, a partir do Coeficiente de Sorensen, entre as multiplicações e as populações nativas de FMAs.

Local	Comparações	Índice de similaridade Sorensen
Alagoinhas	Populações nativas X Multiplicação S+L	0,84
	Populações nativas X Multiplicação Mangaba	0,84
	Multiplicação Mangaba X Multiplicação S+L	1,0
Lençóis	Populações nativas X Multiplicação S+L	0,95
	Populações nativas X Multiplicação Mangaba	0,95
	Multiplicação Mangaba X Multiplicação S+L	0,90
Entre locais	Populações nativas	0,78
	Multiplicação S+L	0,84
	Multiplicação Mangaba	0,85

S+L= multiplicação com sorgo e leguminosa

O número de espécies aumentou após multiplicação, e conseqüentemente os índices de diversidade de Shannon e Margalef, exceto na multiplicação com mangaba, com o solo de Lençóis, devido a dominância da espécie *Gl. etunicatum*, representada por 72,14% dos esporos (Tabela 2.15).

Tabela 2.15. Número de espécies e Índice de diversidade obtidos nas populações de campo e na multiplicação com mangaba e sorgo e leguminosa, em Alagoinhas e lençóis, Bahia.

S+L= multiplicação com sorgo e leguminosa; M= multiplicação com mangaba.

As mudanças na composição de espécies de FMAs não foram significativas, não

	Alagoinhas			Lençóis		
	Mar/04	S+L	M	Mar/04	S+L	M
N° de espécies	21	23	24	20	21	22
Dominância D	0,17	0,1579	0,1359	0,407	0,3645	0,5328
Índice Shannon	2,097	2,246	2,334	1,363	1,459	1,21
Simpson 1-D	0,83	0,84	0,86	0,59	0,64	0,47
Margalef	3,435	3,784	3,728	2,552	2,764	3,095
Equitatividade	0,689	0,7164	0,7344	0,455	0,4792	0,3914

havendo modificações nos índices ecológicos, exceto para a mudança na representatividade destas populações em termos de número de esporos. A espécie *Gl. etunicatum* foi a espécie dominante, sendo que outras morfoespécies, inicialmente presentes com poucos esporos, passaram a ter uma maior representatividade nas populações após o cultivo, como por exemplo, *Gigaspora gigantea*.

Os solos de campo parecem ter influenciado a composição de espécies das comunidades após multiplicação com as plantas iscas. O solo de Alagoinhas e Lençóis foram dissimilares em 34,76% (Figura 2.19). A dissimilaridade entre a composição de espécies de FMAs dos solos antes e após o cultivo variou de 14,18% a 22,97%, em Lençóis e Alagoinhas, respectivamente (Figura 2.19).

As espécies que contribuíram para dissimilaridade entre os grupos A e B (Figura 2.19) foram *Gl. aff. diaphanum* (12,22%), *A. aff. morrowiae* (10,81%), *A. aff. myriocarpa* (8,86%) e *A. aff. denticulata* (7,97%). As espécies que contribuíram para dissimilaridade entre os grupos C e D foram *Gigaspora gigantea* (10,48%), *Glomus* sp. 8 (8,71%), *Gl. aff. glomerulatum* (7,28%).

A confiabilidade do mapeamento das relações de dissimilaridade, medido pelo valor de “Stress”, mostra que o valor encontrado aqui (próximo de 0), confere uma excelente representação.

2.3.6. NÚMERO DE PROPÁGULOS INFECTIVOS

O número de esporos no solo de Lençóis foi sempre superior ao número de propágulos infectivos (Tabela 2.16), sendo que os valores encontrados nas duas áreas estudadas foram superiores aos valores por Souza et al. (2003) para áreas de caatinga.

Tabela 2.16. Número médio de esporos e número mais provável (NMP) de propágulos infectivos em 100g de solo na rizosfera de mangabeiras adultas, em Alagoinhas e Lençóis.

Local	Período	Pluviosidade (mm)	Temperatura Média (°C)	Nº. de esporos/100g	NMP/100g
Alagoinhas	Seco (mar/04)	32,6	24,2	290	200-400
	Chuvoso (jul/04)	95,6	24,3	273	200-400
Lençóis	Seco (jul/04)	27,6	20,9	595	240
	Chuvoso(mar/04)	249,6	24,2	431	200-400

Sieverding (1991) discute a relação entre a densidade de esporos e o número de propágulos infectivos e que nem sempre é possível estabelecer uma correlação. An et al. (1990) mencionam que esta relação depende da espécie de FMA.

Silva et al. (2001) estudando o potencial de infectividade de FMAs em duas áreas de vegetação de caatinga, preservada e degradada por mineração, no Estado da Bahia, encontraram também um maior número de esporos em relação aos propágulos infectivos. Entretanto, Souza et al. (2003) encontraram um número de propágulos infectivos maior que o número de esporos na rizosfera de plantas de caatinga na região do semi-árido do Nordeste do Brasil. Segundo estes autores, este número pode estar relacionado com a existência de diferentes mecanismos de sobrevivência dos FMA. Segundo Hart et al. (2001) as espécies de FMA utilizam estratégias diferentes, algumas espécies são mais hábeis para colonizar novos hospedeiros, e outras utilizam a estratégia da persistência do esporo por período maior no sistema solo/raiz.

A discrepância entre o número de esporos contados de forma direta na amostra pode estar relacionado a contagem de esporos não viáveis, ou a esporos dormentes utilizados na estratégia de persistência no ambiente.

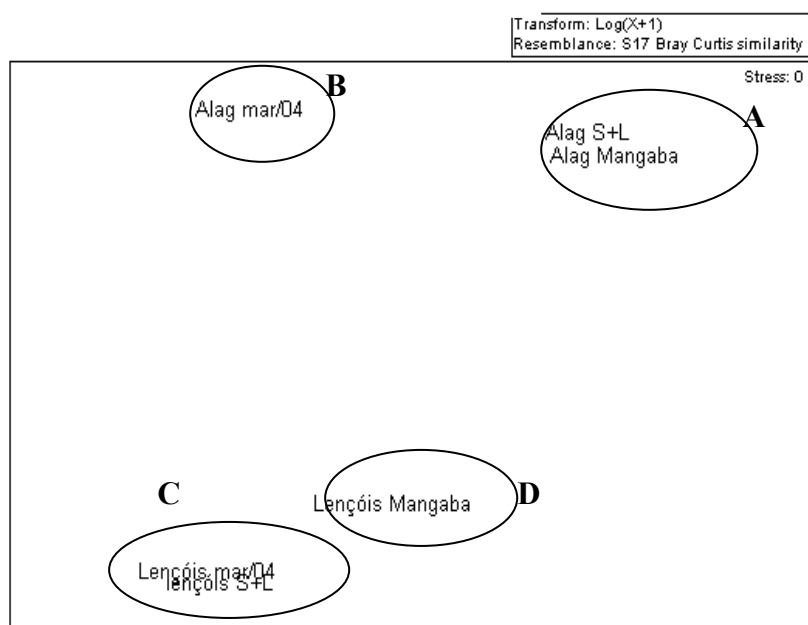
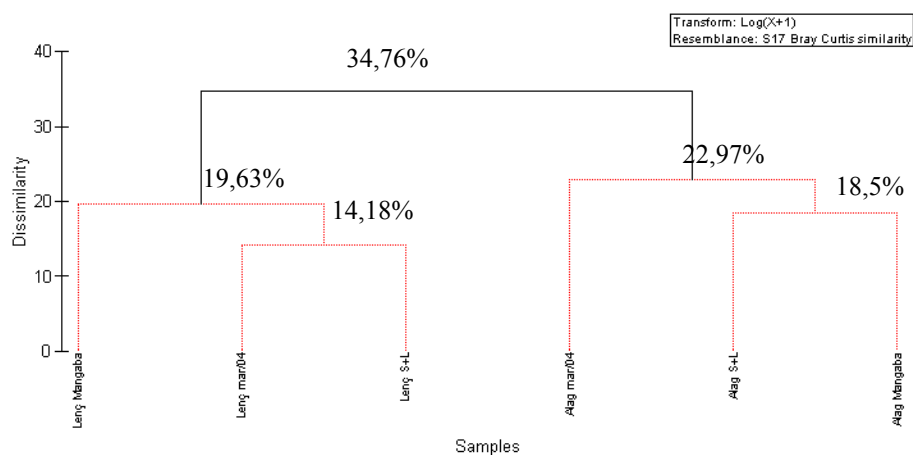


Figura 2.19. Dendrograma (a) e ordenação MDS (b) Dendrograma (a) entre as populações nativas do solo de campo de Alagoínhas e Lençóis, Bahia, e as multiplicações com mangaba e sorgo+leguminosa. S+L= cultivo com sorgo e leguminosa.

2.7. CONCLUSÕES

1. O número de esporos foi sempre maior no solo de Lençóis do que em Alagoinhas.
2. Em Lençóis houve uma variação significativa no número de esporos entre os períodos estudados. Em Alagoinhas não foi encontrada nenhuma variação significativa.
3. Não foi encontrada correlação significativa entre o número de esporos e pluviosidade no período estudado ($r_s= 0,1957$, $p=0,6423$).
4. Neste estudo não foi encontrada correlação entre o número de esporos e pH do solo. A correlação entre número de esporos e teor de fósforo foi positiva somente em janeiro de 2005 em Alagoinhas ($r_s= 0,6335$, $p= 0,0492$).
5. Os teores de alumínio no solo correlacionaram-se negativamente com o número de esporos em Lençóis.
6. Não foi encontrada correlação significativa entre número de esporos e taxa de colonização radicular em *H. speciosa* Gomez.
7. A taxa de colonização radicular foi sempre alta (maior que 60%) em todos os períodos estudados, nos dois locais de estudo.
8. Houve uma correlação significativa (negativa) entre Temperatura Média e Temperatura Mínima e taxa de colonização radicular.
9. As espécies de FMA de maior frequência e abundância foram *Gl. etunicatum* em Lençóis, e *Gl. etunicatum*, *Gl. macrocarpum* e *Gl. deserticola* em Alagoinhas, com Índice de Constância de 90 a 100% nos dois locais, e Abundância Relativa acima de 10% do número de esporos.
10. Essas espécies confirmam a condição micotrófica e podem estar participando mais efetivamente da colonização radicular.
11. A riqueza de espécies e valores de equitatividade foram maiores em Alagoinhas do que em Lençóis, representando comunidades mais uniformes.
12. A similaridade entre as duas áreas variou de 76 a 83% nos diferentes períodos.

13. A mudança na composição de espécies de FMAs após cultivo não foi significativa. Houve mudanças apenas na representatividade das espécies em termos de número de esporos.
14. A composição de espécies de FMAs nos solos de campo foram muito similares aquela após cultivo com as diferentes plantas-multiplicadoras.
15. A espécie *Glomus etunicatum* apresentou uma boa esporulação usando a mangaba como planta multiplicadora.
16. O número de esporos foi superior ao Número de Propágulos Infectivos (NPI) apenas em Lençóis.

2.5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Afek, U.; Reinaldelli, E.; Menge, J.A.; Johnson, E.L.V.; Pond, E. Mycorrhizal inoculum of cotton, onion and pepper seedlings. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.115, n.1, p. 938-942.1990.

Allen, E.B.; Rincón, E.; Allen, M.F.; Pérez-Jimenez, A.; Huante, P. Disturbance and seasonal dynamics of mycorrhizae in a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, v.30, p. 261-274. 1998.

Andrade, L.R.M.; Junqueira, N.T.V.; Silva, J.A. da; Barbosa, D.; Leão, A.P.; Barros, L.H. Fertilização do substrato e inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em mudas de mangaba (*Hancornia speciosa*). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Disponível em CD-ROM. 1999.

Araújo, C. V. M.; Alves, L. J.; Santos, O. M.; Alves, J. M. Micorriza arbuscular em plantações de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell no Litoral Norte da Bahia. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n.3, p. 512–522 (no prelo). 2004.

Araújo, C. V. M.; Santos, O. M.; Alves, L. J.; Muniz, C. R. R. Fungos Micorrízicos Arbusculares em espécies de Melastomataceae no Parque Metropolitano de Pituáçu, Salvador – Bahia – Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 3, n.1/2. p. 115–119. 2003.

Auler, P.A.M. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro (*Carica papaya* L.) relacionado à disponibilidade de fósforo no solo e à colonização pelo fungo micorrízico vesículo-arbuscular *Glomus macrocarpum***. Dissertação Mestrado. UNESP. 1995.

Ayoade, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Editora DIFEL. São Paulo. p. 224-260. 1986.

Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L.; Santos, A.A.S. **BioEstat: aplicações bio-médicas**. Disponível em: [HTTP://mamiraua.org.br](http://mamiraua.org.br). 2005.

Barbosa, F. F. **Comparação da diversidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares entre áreas reflorestadas com *Eucalyptus* spp. No extremo Sul do estado da Bahia, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento). Universidade Federal da Bahia. Salvador. Bahia. 2004.

Baylis, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: Sanders, F.E.; Mosse, B.; Tinker, P.B. (eds.). **Endomycorrhizas**. London: Academic Press. p.409-417. 1975.

Beiguelman, B. Curso Prático de Bioestatística. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto. 1996.

Bentivenga, S.P.; Morton, J.B. Systematics of glomalean endomycorrhizal fungi: current view and future directions. In: Pflieger, F.L.; Linderman, R.G.(eds.). **Mycorrhizae and Plant health**. Press St. Paul. P. 283-308. 1994.

Bohrer, K.E.; Friese, C.F.; Amon, J.P. Seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi in differing wetland habitats. **Mycorrhiza**, v. 14, p.329-337. 2004.

Blaszkowski, J.. Disponível em: [HTTP://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszkowski](http://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszkowski). Acesso em: 28/10/2007.

Brundrett, M. e Kendrick, B. The roots and mycorrhizas of herbaceous woodland plants. II. Structural aspects of morphology. **New Phytol.**, v.114, p.469-479. 1990.

Camargo-Ricalde, S.L.; Dhillion, S.S. Endemic *Mimosa* species can serve as mycorrhizal “resource islands” within semiarid communities of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. **Mycorrhiza**, v.13, p. 129-136. 2003.

Camargo-Ricalde, S.L.; Esperón-Rodríguez, M. Efecto de La heterogeneidad espacial y estacional del suelo sobre La abundancia de esporas de hongos micorrizógenos arbusculares em El Valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán, México. **Rev. Biol. Trop.**, v. 53, n.3-4, p. 2005.

Camargo-Ricalde, S.L.; Dhillion, S.S.; Jiménez-González. Mycorrhizal perennials of the “matorral xerófilo” and the “selva baja caduciolia” communities in the semiarid Tehuacán-Cuicatlan Valley, Mexico. **Mycorrhiza**, v. 13, p.77-83. 2003.

Camargo-Ricalde, S.L.; Dhillion,S.S.; Grether, R. Community structure of endemic *Mimosa* species and environmental heterogeneity in a semi-arid Mexican Valley. **J. Veg. Sci.**, v.13, p. 697-704.2002.

Caproni, A.L. **Fungos micorrízicos arbusculares em áreas reflorestadas da mineração de bauxita em Porto Trombetas**. Tese de Doutorado. Universidade federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Seropédica. 186 p. 2001.

Carrenho, R. **Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores edáficos no desenvolvimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMA)**. Tese (Doutoramento em Biologia Vegetal) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro-São Paulo. 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 Botanica Brasilica**, v. 15, n. 1, p. 115-124, 2001.

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 Ciência do Solo**, v. 26, p. 1099-1106. 2002a.

Cavalcante, U.M.T.; Maia, L.C.; Melo, A.M.M.; Santos, V.F. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 634-649. 2002b.

Clark, K.R.; Warwick, R.M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2nd edition, Primer-E Ltd. 2001.

Colozzi-Filho, A. ; Siqueira, J.O. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. I. Efeitos de *Gigaspora margarita* e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.10, n.3, p.199-205. 1986.

Colozzi-Filho, A.; Siqueira, J.O.; Saggin Júnior, O.J.; Guimarães, P.T.G.; Oliveira, E. Efetividade de diferentes fungos micorrízicos na formação de mudas, crescimento e pós-transplante e produção de cafeeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.29, n.9, p.1397-1406. 1994.

Coolen,W.R. Methods for the extraction of Meloidogyne spp. And other nematodes from roots and soil. In: LAMBERTI,F.; TAYLOR,C.E. (Eds.). **Root-Knot nematodes (Meloidogyne species): systematics, ecology and control**. London: Academic Press. p. 317-329. 1979.

Cordeiro, M.A.S.; Carneiro, M.A.C.; Paulino, H.B.; Saggin Júnior, O.J. Colonização e densidade de esporos de fungos micorrízicos em dois solos do cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Pesq. Agrop. Tropical**, v.35, n.3, p.147-153. 2005.

Costa, C.M.C.; Cavalcante, U.M.T.; Lima Junior., M.R.; Maia, L.C. Inoculum density of arbuscular mycorrhizal fungi needed to promote growth of *Hancornia speciosa* Gomes seedlings. **Fruits**, v. 58, n. 5, p. 247-254. 2003

Costa, C.M.C.; Cavalcante, U.M.T.; Maia, L.C.; Lima Junior, M.R. de; Oliveira, F.N. Influência de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação com fósforo no crescimento de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). In: **FERTIBIO**, 2000, Santa Maria, RS. **Guia do Congressista...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000, p. 186-187. 2000.

Costa, C.M.C.; Lima Junior, M.R. de; Cavalcante, U.M.T.; Maia, L.C. Densidade de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares necessária para promover o crescimento de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). In: **FERTIBIO**, 2002, Rio de Janeiro. **Guia do Congressista...** Rio de Janeiro: UFRRJ/ Embrapa Solos e Agrobiologia/ Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2002, p. 43.

Costa, C.M.C.; Maia, L.C.; Cavalcante, U.M.T.; Nogueira, R.J.M.C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 893-901. 2001.

Declerck, S.; Plenchette, C.; Strullu, D.G. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. **Plant and Soil**, v.176, n.2, p.183-187. 1995.

Declerck, S.; Risede, J-M.; Delvaux, B. Greenhouse response of micropropagated bananas inoculated with in vitro monoxenically produced arbuscular mycorrhizal fungi. **Scientia Horticulturae**, v. 93, p. 301-309. 2002.

Dhillion, S.S.; Anderson, R.C. Seasonal dynamics of dominant species of arbuscular mycorrhizae in burned and unburned sand prairies. **Can. J. Bot.**, v.71, p.1625-1630. 1993.

Dhillion, S.S.; McGinley, C.F.; Friese, C.F.; Zak, J.C. Construction of sand shinnery oak communities of the Llano Estacado: animal disturbances, plant community structure and restoration. **Rest. Ecol.**, v. 2, p.51-60. 1994.

Dhillion, S.S.; Zak, J.C. Microbial dynamics in arid ecosystems: desertification and the potential role of mycorrhizas. **Rev. Chil. Hist. Nat.**, v.66, p.253-270. 1993.

Entry, J. A.; Rygielwicz, P. T.; Watrud, L. S.; Donnelly, P. K. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of Arbuscular mycorrhizas. **Advances in Environmental Research**, v. 7, p. 123–138. 2002.

Espíndola, A. C. de M.; Ferreira, E. G. Aspectos nutricionais e adubação da mangabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponível em CD-ROM. 2003.

Fisher, R.A.; Yates, F. **Tabelas estatísticas para pesquisa em biologia, medicina e agricultura**. São Paulo. EDUSP-Polígono. 1971.

Gerdemann, J. W.; Nicolson, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British **Mycological Society**, v. 46, n. 2, p. 235–244. 1963.

Graham, J.H. Citrus mycorrhizae potencial benefits and interaction with pathogens. **Hortscience**, v.21, n. 6, p.1302-1306. 1986.

Hammer, Ø; Harper, D.A.T. 2004. **Past version 1.22**. <http://www.folkui.no/ohammer/past>.

Hart, M.M.; Reader, R.J.; Klironomos, J.N. Life-history strategies of arbuscular mycorrhizal fungi in relation to their successional dynamics. *Mycologia* 93:1186-1194. 2001.

Hayman, D.S.; Stovold, G.E. Spore populations and inectivity of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in New South Wales. **Aust. J. Bot.**, v. 27, p.227-233. 1979

IBGE. 2007. **Instituto Brasileiro de Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10/08/2007.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2007. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/07/2007.

INVAM. **International Culture Colletion of Arbuscular Mycorrhizal Fungi**. Disponível em: <http://www.invam.caf.wvu.edu>. Acesso:dezembro de 2006.

Jacobson, K. M. Moisture and substrate stability determine VA-mycorrhizal fungal community distribution and structure in an arid grassland. **J. Arid of Environ.**, v. 35, p. 59-75, 1997.

Janos, D.P. Mycorrhizae influence tropical succession. **Biotropica**, v. 12, p.56-64. 1980

Jenkins, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 692, 1964.

Landim, M.F. **Brazilian Atlantic rainforest remnants and mycorrhizal symbiosis – implications for reforestation. A case study in Sergipe, Northeast Brazil.** Tese Doutorado. Universitat Bremen. Bremen. Germany. 2003.

Lederman, I.E.; Silva Junior, J.F. da; Bezerra, J.E.F.; Espíndola, A.C. de M. **Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes).** Jaboticabal, SP: Funep. 35p. (Série Frutas Nativas, 2). 2000.

Lemos, E.E.P.; Cardoso Filho, J.A. Effects of arbuscular-vesicular mycorrhizal fungi on the acclimatization of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) plantlets In: **Latin American Meeting of Plant Biotechnology**, 3., 1997, La Habana. **Abstracts**. REDBIO. v. 1, p.488. 1997.

Locatell, L.M.; Vitovski, C.A.; Lovato, P.E. Sistema radicular de porta-enxertos micropropagados de macieiras colonizados com fungos micorrízicoa arbusculares. **Pesq. Agropec. Bras.** v.37, n.9, p.1239-1245. 2002.

Lovelock, C. E.; Andersen, K.; Morton, J. B. Arbuscular mycorrhizal communities in tropical forest are affected by host tree species and environment. **Oecologia**, v. 135, p. 268-279. 2003.

Maia, L.C.; Costa, C.M.; Goto, B.T.; Cavalcanti, U.M.T. Fungos micorrízicos arbusculares em mangabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Margalef, R. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there na upper limit to diversity. Trans. Connect. **Acad. Arts Sci.**, v. 44, p. 211-235. 1972.

Margalef, R. **Ecología**. Barcelona, Ediciones Omega. 951p. 1986.

McCrary, M.H. The numerical interpretation of fermentation-tubes results. **J. Infectious Diseases**, Illinois, v.17, p.183-212. 1915.

Menge, J.A.; Johnson, E.L.V.; Platt, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. **New Phytol.**, v.81, p. 553-559. 1978.

Miranda, J.C.C.; Miranda, L.N. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M.A. T.; HUNGRIA, M. eds. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA CPAC. 524p. 1997.

Morton, J. B. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: classification, nomenclature and identification. **Mycotaxon**, v. 32, p. 267–324. 1988.

Morton, J. B.; Bentivenga, S.P.; Wheeler, W.W. Germ plasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. **Mycotaxon**, v. 48, p.491-528. 1993.

Morton, J. B.; Bentivenga, S. P.; Bever, J. D. Discovery, measurement, and interpretation of diversity in arbuscular endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes). **Canadian Journal of Botany**, v. 73 (Suppl. 1), p. 25-S32, 1995.

Morton, J.B.; Redecker, D. Two new families of Glomales, Archaeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera Archaeospora and Paraglomus, based on concordant molecular and morphological characters. **Mycologia**, v. 93, n.1, p. 181–195. 2001.

Morton, J.B.; Snyder, M.; Sturmer, S.; Heldreth, K.; Nichols, K.; Wheeler, S.. **Classification and identification of Arbuscular Mycorrhizal Fungi**. INVAM-ICOM Workshop. 1996.

Mosse, S.P.; Bowen, G.D. The distribution of *Endogone* spores in some Australian and New Zeland soils, and in an experimental field soil at Rothamsted. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v.51, p. 485-492. 1968.

Munyanziz, E.; Kehri, H.K.; Bagyaraj, D.J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of mycorrhiza in crops and trees. **Applied Soil Ecology**, v.6, n.1, p. 77-85.1997.

Oehl, F.; Sieverding, E. *Pacispora*, a new vesicular arbuscular mycorrhizal fungal genus in the Glomeromycetes. **Journal of Applied Botany**, v. 78, p. 72–82, 2004.

Oliveira, A. A. R.; Coelho, Y. S. Infecção micorrízica em pomares de citros no Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 17, n. 3, p. 77-84. 1995.

Paron, M.E.; Morgado, L.B. Ocorrência de fungos Mas em videira, mangueira e aceroleira. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, Águas de Lindóia, 1996. **Anais**, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo. CD-Rom. Seção de Trabalhos. 1996.

Phillips, J. M.; Hayman, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of British Mycological Society**, Cambridge, v. 55, n. 1, p. 158-161, 1970.

Pielou, E. C. **Ecological diversity**. New York, John Wiley & Sons. 1975.

Porter, W.M. The “Most Probable Number” method for enumerating infective propagules of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in soil. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 17, p.515-519. 1979.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Folha SD. 24 – Salvador; Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 1981.

Rego, I.A.C.; Trindade, A.V.; Carvalho, J.E.B. Comunidade e eficiência de fungos micorrízicos arbusculares sob diferentes manejos da vegetação espontânea em pomar de citros. **Magistra**, v.16, n.2, p.96-104. 2004.

Rocha, F.F. **Fenologia de vegetação de “Capitinga” no Município de Lençóis, Chapada Diamantina – Bahia – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana. 52 p. 2004.

Rocha F.F. & Funch L.S. Caracterização florística de uma área de “Capitinga”, Lençóis, Bahia. **Anais do 51º Congresso Nacional de Botânica**, Brasília – DF. 2000.

Rocha F.F. & Funch L.S. Análise dos modos de dispersão em uma área de “Capitinga” na Região de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia. **Anais do 52º Congresso Nacional de Botânica**, João Pessoa – PB. 2001.

Romesburg, H.C. **Cluster analysis for researchers**. Belmont: Lifetime Learning Publications. 1985.

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. P. 203-254. 1996.

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 fumigado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.18, p.27-36. 1994.

Saggin Júnior, O.J.; Siqueira, J.O.; Guimarães, P.T.G.; Oliveira, E. Colonização do cafeeiro por diferentes fungos micorrízicos: efeitos na formação de mudas e no crescimento em solo fumigado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.19, n.2, p.213-220. 1995.

Santos, I. S. **Fungos micorrízicos arbusculares em ambientes de mata Atlântica e de Eucaliptos na região de Entre Rios, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Federal da Bahia. Salvador-Bahia. 2001.

Santos, B.A.; Silva, G.A.; Maia, L.C.; Alves, M.V. Mycorrhizae in Monocotyledonae of Northeast Brazil: subclasses Alismatidae, Arecidae and Zingiberidae. **Mycorrhiza**, v. 10, n.3, p.151-153. 2000.

Santos, V.L.; Muchovej, R.M.; Borges, A.C.; Neves, J.C.L.; Kasuya, M.C.M. Vesicular-arbuscular-ectomycorrhiza succession in seedlings of *Eucalyptus* spp.. **Brazilian Journal of Microbiology** 32: 81-86.2002.

Santos, O. M.; Oliveira, N. C. de; Novais, R. F. de. Observações preliminares sobre fungos micorrízicos vesículo–arbusculares em plantas crescendo em dunas na Bahia. **Revista Ceres**, v. 42, n.240, p. 191–202. 1995.

Schenck, N. C.; Pérez, Y. **Manual for identification of mycorrhizal fungi**. 2nd ed. Gainesville, IFAS, University of Florida, 241p. 1988.

Schubler, A.; Schwarzott, D.; Walker, C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycological Research**, v. 105, n. 12, p. 1413-1421, 2001.

SEI. 2007. Disponível em: <http://seia.ba.gov.br>. acesso em: 10/07/2007.

Sieverding, E. Plant protection practices with pesticides. In: Sieverding, E. (ed.). **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn, Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, p.165-182. 1991

Sieverding, E.; Oehl, F. Revision of *Entrophospora* and description of *Kuklospora* and *Intraspora*, two new genera in the arbuscular mycorrhizal Glomeromycetes. **J. Appl. Bot. Food. Qual.**, v. 80, p.69-81. 2006.

Simpson, E.H. **Nature**, v.163, p.688. 1949.

Silva Júnior, J. F. da S. Recursos genéticos da mangabeira nos tabuleiros costeiros e baixada litorânea do nordeste do Brasil. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM.

Silva, G. A. da. **Aspectos taxonômicos e filogenéticos em Fungos Micorrízicos Arbusculares (Glomeromycota)**. Tese (Doutoramento em Biologia de Fungos) Universidade Federal de Pernambuco. Recife-Pernambuco. 2004.

Silva, G. A.; Maia, L. C.; Silva, F. S. B.; Lima, P. C. F. Potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares oriundos de áreas de caatinga nativa e degradada por mineração, no Estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n.2, p. 135–143. 2001.

Silva, M.A.; Silva, F.S.B.; Yano-Melo, A.M.; Melo, N.F.; Maia, L.C. Fungos micorrízicos arbusculares e vermicomposto na aclimação de *Alpinia purpurata* (Vell.) Schum e *Zingiber spectabile* Griff. (Zingiberaceae). **Acta Bot. Bras.**, v.20, n.2, p.249-256. 2006.

Silveira, A.P.D.; Cardoso, E.J.B.N. Influência do tipo de solo e do fungo micorrízico vesículo-arbuscular no desenvolvimento de três cultivares de feijão. **Rev. Bras. De Ciênc. Do Solo**, v. 11, p.37-43. 1987

Simpson, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, p.188. 1949.

Siqueira, J.O.; Colozzi-Filho, A.; oliveira, E. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas do Estado de Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 24, n.12, p. 1499-1509. 1989.

Siqueira, J. O.; Hubbell, D. H.; Mahmud, A. W. Effect of liming on spore germination, germ tube growth and root colonization by vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, v. 76, p. 115–124. 1984.

Souza, F.A.; Guerra, J.G.M. **Emprego da técnica do Número Maia Provável (NMP) no estudo de populações de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 34p. Circular Técnica, 2. 1998.

Souza, R.G.; Maia, L.C.; Sales, M.; 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. **Rev. Brasil. Bot.**, v.26, n.1, p.49-60. 2003.

Spain, J. L.; Miranda, J. C. de. *Glomus brasilianum*: an ornamented species in the Glomaceae. **Mycotaxon**, v. 60. 1996a.

Spain, J.L.; Miranda, J. C. de. *Scutellospora cerradensis*: na ornamented species in the Gigasporaceae (Glomales) from the Cerrado Region of Brazil. **Mycotaxon**, v. 60, p. 129 – 136. 1996b.

Spain, J.L.; Sieverding, E.; Oehl, F. *Appendicispora*: a new genus in the arbuscular mycorrhiza-forming Glomeromycetes, with a discussion of the genus *Archaeospora*. **Mycotaxon**, v.97, p.163-182. 2006.

Spain, J.L.; Sieverding, E.; Schenck, N.C. *Gigaspora ramisporophora*: a new species with novel sporophores from Brazil. **Mycotaxon**, v. 34, n.2, p. 667-677. 1989.

Stürmer, S. L.; Morton, J. B. *Scutellospora rubra*, a new arbuscular mycorrhizal species from Brazil. **Mycological Research**, v.103, p. 949–954. 1999.

St. John, T.V. Root size, root hairs and mycorrhizal infection: a re-examination of Baylis's hypothesis with tropical trees. . **New Phytol.**, v.84, p.483-487. 1980.

Thornthwaite, C.W; Mather, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ:Drexel Institute of technology – Laboratory of Climatology. 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. VIII, n. 1). 1955.

Trindade, A. V.; Lins, G.M. L.; Maia, I.C.S. Substratos e fungo micorrízico arbuscular em mudas micropropagadas de bananeira na fase de aclimação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 137-142. 2003.

Trindade, A.V. **Fungos micorrízicos arbusculares em mamoeiro**. Tese Doutorado. Univ. Federal de Lavras, Lavras, MG. 189 p. 1998.

Trindade, A.V.; Dantas, J.L.L.; Almeida, F.P.de; Maia, I.C.S..Estimativa do coeficiente de determinação genotípica em mamoeiro (*Carica papaya* L.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3. 2001.

Trufem, S. F. B; Grandi, R. A. P.; Silveira, R. B. A. Fungos micorrízicos vesiculos-arbusculares em plantas ornamentais do Jardim Botânico de São Paulo, SP. **Hoehnea**, v. 17, n. 1, p. 85-89, 1990.

Veloso, H. P. **Classificação da vegetação brasileira adaptada de um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. p. 41-47. 1991.

Walker, C. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: spore wall concepts in species descriptions. **Mycotaxon**, v.18, p. 443 – 455. 1983.

Walker, C.; Blaszkowski, J.; Schwarzott, D.; Schubler, A. *Gerdemannia* gen. nov., a genus separated from *Glomus*, and Gerdemanniaceae fam. nov., a new family in the Glomeromycota. **Mycological Research**. v. 108, n. 6, p. 707–718, 2004.

Walker, C.; Diederichs, C. *Scutellospora scutata* sp. nov., a newly described endomycorrhizal fungus from Brazil. **Mycotaxon**, v. 35, n. 2, p. 357–361. 1989.

Walker, C.; Schüßler, A. Nomenclatural clarifications and new taxa in the Glomeromycota. **Mycological Research**. v. 108, n. 9, p. 6–7, 2004.

Weber, O. B.; Oliveira, E. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em citros nos estados da Bahia e Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n.12, p. 1905-1914. 1994.

Wisniewski, A.; Melo, C. F. M. de. **Borrachas naturais brasileiras. III. Borracha de mangabeira**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU. 59p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 8). 1982.

Yano-Melo AM, Saggin OJ, Lima-Filho JM, Melo LC, Maia LC. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the acclimatization of micropropagated banana plantlets. **Mycorrhiza**, v. 9, p. 119–123. 1999.

Yano-Melo, A. D.; Trufem, S. F. B.; Maia, L. C. Arbuscular mycorrhizal fungi in salinized and surrounded áreas at the São Francisco Submedium Valley, Brazil. **Hoehnea**, v. 30, n.2, p. 79–87. 2003.

Zar, J. H.. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, New Jersey. 1999.

Capítulo III. EFICIÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ISOLADOS DE POPULAÇÕES DA RIZOSFERA DE MANGABEIRAS NATIVAS

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de obter subsídios para programas de inoculação controlada de fungos micorrízicos para a mangabeira. O experimento foi desenvolvido em condição de viveiro na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia. No experimento utilizou-se uma amostra do solo arenoso, de Lençóis, proveniente de areias quartzozas distróficas, apresentando baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção de água. O solo coletado na profundidade de 0-15 cm, apresentava a seguinte caracterização: textura arenosa; pH 4,4; 0,7 mg.dm³ de P (Mehlich⁻¹); 0,02 mg.dm³ de K (Mehlich⁻¹); 0,2 mmol_c. dm³ de Ca; 0,7 mmol_c. dm³ de Mg; 0,4 mmol_c. dm³ de Al e 0,10 g/kg de solo de matéria orgânica. O solo foi seco ao ar e peneirado com malha de 4 mm de diâmetro, submetido a autoclavagem por duas horas a pressão de 1,5 atm., em dois ciclos consecutivos. Utilizou-se vasos com capacidade de 4,5 kg com solo autoclavado. Forneceu-se uma única dose de 20 mg.dm³ de P ao solo (na forma de superfosfato triplo). Aplicou-se também 80 mg.dm³ de K (na forma de KCl), 20 mg.dm³ de N e 23 mg.dm³ de S [(NH₄)₂SO₄]. Aos 10, 20 e 30 dias fez-se a aplicação de nitrogênio em cobertura, usando-se solução de NH₄NO₃, fornecendo um total de 20 mg.dm³. Após incubação o solo apresentou pH 7,5 (solo onde o pH foi corrigido) e pH 5 (solo não corrigido), 19,2 mg.dm³ de P (Mehlich⁻¹), 0,13 mg.dm³ de K (Mehlich⁻¹), 1,6 mmol_c. dm³ de Ca, 0,5 mmol_c. dm³ de Mg, 0,0 mmol_c. dm³ de Al. Durante a condução do experimento foram feitas aplicações complementares de micronutrientes (0,81 mg.dm³ de B, 3,6 mg.dm³ de Mn, 32 mg.dm³ de Cu, 3,9 mg.dm³ de Zn, 0,15 mg.dm³ de Mo e 1,56 mg.dm³ de Fe). Avaliou-se a eficiência micorrízica de fungos nativos selecionados a partir de cultivo armadilha com a própria mangabeira. As espécies utilizadas na inoculação foram: *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, *Glomus* sp., *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, *Scutellospora* sp. e *Entrophospora* aff. *colombiana* Spain & Schenck. O percentual de colonização encontrado neste experimento foi baixo, variando de 2% a 5,8%. Os maiores valores foram observados na inoculação com *Glomus* sp. e *Scutellospora* sp. O experimento demonstrou que existem populações nativas eficientes para a mangabeira. Plantas de

mangabeira micorrizadas apresentaram maior crescimento em altura, comprimento radicular e biomassa seca. A máxima eficiência micorrízica foi obtida pela inoculação com populações nativas em solo com pH corrigido. Plantas micorrizadas absorveram mais P, Cu e Mg.

Palavras-chave: *Hancornia speciosa* Gómez, FMA, eficiência micorrízica.

ABSTRACT

This work was carried out aiming to obtain basic information to support controlled inoculation programs with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in *H. speciosa* Gomez. The experiment was performed in glasshouse in the Embrapa Mandioca e Fruticultura station, in Cruz das Almas, Bahia. A dystrophic quartz sand soil sample from Lençóis, with low natural fertility and low water retention capacity, was used. This soil sample, collected 0-30 cm deep, presented the following characteristics: pH of 4,4; P content of 0,7 mg.dm³ (Mehlich-1); K content of 0,02 mg.dm³ (Mehlich-1); Ca content of 0,2 mmolc. dm³; Mg content of 0,7 mmolc. dm³; Al content of 0,4 mmolc. dm³ and organic matter content of 0,10 g/kg. Soil was air dried and sieved with a 4 mm mesh sieve, autoclavated for 2 hours at 1,5 atm, in two consecutive cycles. Pots with 4,5 kg autoclavated soil were used. A single dose of P (20 mg.dm³) was added to soil (as triple superphosphate). It was also added 80 mg.dm³ of K (as KCl), 20 mg.dm³ of N and 23 mg.dm³ of S (as [(NH₄)₂SO₄]). After 10, 20 and 30 days N was added, using a NH₄NO₃ solution (20 mg.dm³). After incubation soil presented pH equal to 7.5 (where soil pH had been adjusted) and 5.0 (where soil pH had not been adjusted), 19.2 mg.dm³ of P (Mehlich-1), 0.13 mg.dm³ of K (Mehlich-1), 1.6 mmolc.dm³ of Ca, 0.5 mmolc.dm³ of Mg, 0.0 mmolc.dm³ of Al. During the experiment conduction extra applications of micronutrients (0.81 mg.dm³ of B, 3.6 mg.dm³ of Mn, 32 mg.dm³ of Cu, 3.9 mg.dm³ of Zn, 0.15 mg.dm³ of Mo, and 1.56 mg.dm³ of Fe) were made. The mycorrhizal efficiency of AMF species selected in trap cultures with *H. speciosa*, was assessed. Species used in the inoculation were: *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, *Glomus* sp., *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, *Scutellospora* sp., and *Entrophospora* aff. *colombiana* Spain & Schenck. Colonization rates found were low, varying from 2% to 5.8%. The highest values were found when using *Glomus* sp. and *Scutellospora* sp. The experiment showed that native AMF populations are efficient to *H. speciosa* plants. Mycorrhizal *H. speciosa* plants presented higher shoot growth, root length and dry biomass. *Scutellospora* sp., *Acaulospora* cf. *denticulata* Sieverding & Toro and *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe were the most efficient in soil where pH was not adjusted. Mycorrhizal plants absorbed more P, Cu, and Mg.

Keywords: *Hancornia speciosa* Gómez, AMF, mycorrhizal efficiency.

3.1. INTRODUÇÃO

Os estudos da biologia reprodutiva e ecologia de espécies de interesse ecológico e econômico nativas da Bahia são de grande relevância e fornecerão subsídios para o estabelecimento de bancos de germoplasma, programas de melhoramento vegetal e plantios para exploração econômica de frutos, madeira e produtos medicinais, além de subsidiar programas de recuperação de áreas degradadas, sendo condição essencial para sua conservação.

A insuficiência de dados relativos à propagação, desenvolvimento, exigências hídricas e nutricionais, adubação e práticas culturais tem limitado a exploração e o desenvolvimento do cultivo comercial da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez, Apocynaceae). Esta espécie tem aproveitamento restrito por ser explorada apenas de forma extrativista e vem sofrendo redução da área onde ocorre na forma nativa, o que vem provocando uma grande erosão genética e perda de germoplasma de interesse.

A mangaba ocorre em solos ácidos, com baixa disponibilidade de fósforo e de bases trocáveis. Embora em circunstâncias naturais as plantas suportem estas condições, desconhece-se a sua resposta à eliminação desses fatores limitantes à produção comercial, e não existem estudos conclusivos sobre a adubação da cultura, planta ainda em fase de domesticação (Espíndola e Ferreira, 2003).

A simbiose micorrízica exerce papel importante na aquisição de nutrientes minerais pela planta hospedeira, principalmente aqueles com baixa mobilidade no solo, como o fósforo, o zinco e o cobre (Hayman, 1983), resultando em maiores taxas de crescimento, aumentos na taxa fotossintética, aumentos na síntese de proteínas e substâncias de crescimento e maior resistência a patógenos e estresses diversos (Siqueira, 1984; Silveira, 1992; Smith e Read, 1997).

Mais ainda faltam informações sobre a vantagem da inoculação de essências florestais com FMAs e sua aplicabilidade em escala comercial, principalmente em campo. O emprego de FMAs em culturas perenes tem despertado interesse, uma vez que estas são produzidas em sementeiras e mantidas em viveiros durante o início do desenvolvimento, podendo ser mais facilmente inoculadas. A associação com FMAs pode favorecer a absorção de nutrientes pelas plantas, melhorar o estado fitossanitário destas e a agregação do solo (Trindade 1998), produzindo o crescimento de mudas mais vigorosas, com melhor poder de pegamento e maiores possibilidades de resistir a

estresses bióticos e abióticos, além de minimizar os custos com fertilizantes em solos com deficiência em P (Hall, 1988; Diederichs e Moawad, 1993), antecipando ainda o tempo de transplante para o campo (Cavalcante et al., 2002b).

Para a introdução de fungos MAs na agricultura pode-se utilizar a seleção de fungos introduzidos de outras regiões ou selecionar espécies isoladas do próprio ecossistema onde se pretende explorar a micorrização (Abbott e Robson, 1984).

A ocorrência natural de FMAs em fruteiras (Medeiros e Grisi, 1988; Ribeiro Filho *et al.*, 1991; Weber e Oliveira, 1994; Oliveira e Coelho, 1995; Maia, 2003; Yano Melo et al., 2003a) e os benefícios promovidos por esses fungos em mudas pré-inoculadas têm sido mencionados para aceroleiras (Costa et al., 2001), maracujazeiros amarelos (Cavalcante et al., 2002a; Cavalcante et al., 2002b), macieiras (Locatelli et al., 2002), bananeiras (Declerck et al., 2002; Yano-Melo et al., 1999, 2003b; Trindade et al., 2003), mamoeiros (Auler, 1995; Trindade, 1998; Trindade et al., 2001), Citros (Weber e Oliveira, 1994; Graham, 1986; Rego et al., 2004); cafeeiros (Colozzi-Filho e Siqueira, 1986; Colozzi-Filho et al., 1994; Saggin-Júnior et al., 1994, 1995; Saggin Júnior e Siqueira, 1995, 1996), videiras (Paron e Morgado, 2006). De forma geral, estes trabalhos mostram resultados promissores, dependendo da combinação FMA x planta.

Poucos estudos sobre as relações simbióticas da mangabeira com os FMA foram realizados; destacam-se os trabalhos de Costa et al. (2000, 2002, 2003, 2005), Andrade et al. (1999) e Lemos et al. (1997). A associação micorrízica beneficiou a planta, com maior incremento na biomassa seca da parte aérea e na área foliar (Costa et al., 2002).

Andrade *et al.* (1999) avaliaram as respostas de mudas de mangabeira à fertilização do substrato e inoculação com FMA nativos em condições de viveiro. Após 12 meses os autores observaram que as maiores taxas de desenvolvimento e sobrevivência ocorreram nas plântulas inoculadas com os fungos micorrízicos, evidenciando a eficiência desta associação para a mangabeira.

Costa et al. (2003) avaliaram a densidade de esporos no inóculo necessários para promover o crescimento de plântulas de *H. speciosa*, e concluíram que a inoculação com *Glomus etunicatum* Becker & Gerdeman não influenciou o crescimento, e que *Gigaspora albida* Schenck & Smith, com inóculo de 100 esporos por planta, apresentou os maiores incrementos em altura, biomassa seca e área foliar. Experimentos realizados por Costa et al. (2005) utilizando *Gigaspora albida* Schenck & Smith e *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann mostraram que a mangabeira é dependente da micorrização quando em solo desinfestado e com baixo nível (3mg P dm^{-3}) de fósforo.

Neste projeto foi estudada a eficiência simbiótica de algumas espécies de FMAs nativos visando a obtenção de informações que viabilizem o desenvolvimento de tecnologias para inoculação com FMAs na fase de formação de mudas.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes e o solo foram coletados em uma área entre 12°30' e 12°32' de latitude sul e entre 41°23 e 41°27' de longitude oeste, próximo ao Município de Lençóis, Bahia, a 450 m de altitude.

O experimento foi desenvolvido em condição de viveiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas, Bahia. No experimento utilizou-se uma amostra do solo arenoso, coletado na profundidade de 0-15 cm, em Lençóis, proveniente de areias quatzozas distróficas, apresentando a seguinte caracterização: textura arenosa; pH 4,4, 0,7 mg.dm³ de P (Mehlich-1), 0,02 mg.dm³ de K (Mehlich-1), 0,2 mmolc. dm³ de Ca, 0,7 mmolc. dm³ de Mg, 0,4 mmolc. dm³ de Al e 0,10 g/kg de solo de matéria orgânica. O solo foi seco ao ar e peneirado com malha de 4 mm de diâmetro, submetido a autoclavagem por duas horas a pressão de 1,5 atm., em dois ciclos seguidos, o segundo 24 horas após o primeiro.

O experimento constituiu-se de um fatorial 2 (pH) X 5 (inóculos), com quatro repetições. Uma parte do experimento recebeu calagem em dose equivalente a 1,6 t/ha com base no cálculo do alumínio trocável ($NC = Al^{3+} \times 2$), utilizando-se uma mistura de CaCO₃ + MgCO₃ p.a., na proporção de Ca:Mg 4:1 (em cmolc⁺), e na outra parte do experimento o pH não foi corrigido.

Forneceu-se uma única dose de 20 mg.dm³ de P ao solo (na forma de superfosfato triplo). Aplicou-se também 80 mg.dm³ de K (na forma de KCl), 20 mg.dm³ de N e 23 mg.dm³ de S [(NH₄)₂SO₄]. Aos 10, 20 e 30 dias fez-se a aplicação de nitrogênio em cobertura, usando-se solução de NH₄NO₃.

Após incubação o solo apresentou pH 7,5 (solo onde o pH foi corrigido) e pH 5 (solo não corrigido), 19,2 mg.dm³ de P (Mehlich⁻¹), 0,13 mg.dm³ de K (Mehlich⁻¹), 1,6 mmolc. dm³ de Ca, 0,5 mmolc. dm³ de Mg, 0,0 mmolc. dm³ de Al. Durante a condução do experimento foram feitas aplicações de micronutrientes (0,81 mg.dm³ de B, 3,6 mg.dm³ de Mn, 32 mg.dm³ de Cu, 3,9 mg.dm³ de Zn, 0,15 mg.dm³ de Mo e 1,56 mg.dm³ de Fe).

As mudas de mangabeira foram produzidas a partir de sementes, desinfestadas superficialmente com uma solução de 0,2% de hipoclorito de sódio, por 10 minutos, pré-germinadas em bandejas de plástico com substrato autoclavado, sendo depois transferidas para vasos de 4,5 dm³.

Foram testados cinco isolados nativos: *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, *Glomus* sp. 2, *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, *Scutellospora* sp e *Entrophospora* aff. *Colombiana* Spain & Schenck. Além destes utilizou-se um tratamento com solo autoclavado não inoculado, e outro com solo não autoclavado contendo a população de esporos nativos (as espécies encontradas neste solo são relatadas no Capítulo 2), totalizando 7 tratamentos.

Os fungos foram selecionados e extraídos a partir de populações multiplicadas em sistema de cultivo armadilha utilizando como planta-isca plântulas de *H. speciosa*. Para isto, utilizou-se potes plásticos com capacidade para 500 g. No seu preenchimento colocou-se inicialmente uma camada de areia (1/5 da capacidade do recipiente) e em seguida preencheu-se 3/5 da capacidade do recipiente com o solo nativo e completou-se o pote com uma segunda camada de areia (1/5), para isolar o solo e evitar posterior contaminação com esporos vindos do ar. Após 6 meses, a parte aérea da plântula foi descartada, o solo destorroado, as raízes cortadas e incorporadas ao solo, sendo seco à sombra, e posteriormente armazenado em câmara fria (7°C) para posterior extração dos esporos.

Após a extração (Gerdemann e Nicolson, 1963; Coolen, 1979; Jenkins, 1964) os esporos foram separados, transferidos para tubos de ensaio contendo água destilada e colocados em geladeira (5-10°C) por 48 horas.

A inoculação foi realizada no ato da repicagem utilizando-se 80 esporos por planta em cada tratamento. No tratamento controle aplicou-se a mesma quantidade de água que nos demais.

As determinações em cada parcela experimental foram: **área foliar**, medidas pelo medidor de área foliar, **altura da muda** medindo-se do colo da plântula até a gema apical, obtida com uma régua milimétrica para avaliar o crescimento das plantas com e sem inoculação, aos 30, 60, 90, 120 e 150, dias após a repicagem; **número de folhas** partindo-se da folha basal até a última folha aberta; O **comprimento do sistema radicular** foi determinado pelo programa de análise de raízes GS ROOT, após terem sido digitalizadas com scanner a 100 DPI; **comprimento da raiz pivotante** obtido com o auxílio de uma régua milimétrica, medindo-se do colo até a extremidade da raiz; coleta da parte aérea para a obtenção da **biomassa úmida** e **biomassa seca** da parte aérea e raiz obtida através da coleta da parte aérea das plantas rente ao solo e secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65-70°C por um mínimo de 72 horas até peso constante, para obtenção do peso seco e determinação dos teores de nutrientes.

Baseando-se no peso de matéria seca da parte aérea, estimou-se a eficiência dos FMA's, mediante a fórmula proposta por Plenchette et al. (1983):

$EM = M - NM/M \times 100$, onde M = planta inoculada, NM = planta não-inoculada.

Também foi realizada a **avaliação nutricional de folhas** para quantificar os teores de P, Mg, Ca, Zn, Cu, K e N. O preparo do material vegetal e dosagem de nutrientes foliares foram realizados segundo os padrões da EMBRAPA(1999).

A taxa de colonização micorrízica foi avaliada seguindo-se amostragem em três pontos, coloração em azul de algodão, segundo a técnica de Phillips e Hayman (1970), e avaliação do percentual do comprimento de raiz colonizada pelo método da interseção linear, em placa reticulada (Ambler e Young, 1977).

As análises estatísticas descritivas foram realizadas utilizando o Programa BioEstat 4.0, desenvolvido por Ayres et al. (2005). A Análise de Variância (ANOVA) foi empregada para verificar se existia ou não diferenças significativas entre os diferentes tratamentos. Para testar a normalidade da distribuição observada foi utilizado o teste de Kolmogorov & Smirnov, e para verificar a homocedasticidade foi utilizado o teste de Bartlett (1937) descrito em Beiguelman (1996). Quando o resultado da ANOVA foi significativo aplicou-se *a posteriori* o teste de Tukey–Kramer (paramétrico). Para dados não paramétricos foi aplicada uma ANOVA Não Paramétrica associando-se os testes de Kruskal–Wallis e de Comparações Múltiplas de Dunn (Zar, 1999). Para as análises de variância utilizou-se o Software GraphPad for Windows versão 3.06 (2003).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. EFEITO DA INOCULAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA

A inoculação por FMAs resultou em plantas com maior crescimento em altura (Figura 3.1). Este efeito ocorreu a partir do 30º dia do experimento, aumentando com o tempo. Este estudo revela a existência de populações eficientes de fungos MA indígenas na rizosfera de mangabeira nativas, e que o solo nativo não autoclavado possui um potencial elevado de inoculação. Costa et al. (2005) também estudando a mangabeira confirmaram a eficiência de espécies de FMAs nativos existentes em pomar de mangabeiras, que promoveram maior crescimento em altura e produção de biomassa seca em solo não desinfestado,

A eficiência da população de FMAs pode ser influenciada não só pelas espécies que compõem esta população, mas também pela sua capacidade infectiva. Trindade (1998) estudando a eficiência de FMAs em pomares de mamoeiro (*Carica papaya*) verificou que populações provenientes de áreas com uso intenso de pesticidas e adubação nitrogenada podem ter influenciado a seleção de espécies de FMAs menos eficientes. Assim, estas populações quando inoculadas em mudas de mamoeiro não promoveram um crescimento significativo em relação ao tratamento controle

O solo utilizado nesse experimento nunca foi manejado para cultivo, ou seja não recebeu adubação. Portanto, as espécies de FMAs presentes devem ter sido favorecidas pela seleção natural, obtendo sucesso aquelas espécies mais adaptadas para se multiplicarem e reproduzirem na rizosfera e/ou raízes de diferentes plantas. Aspectos característicos da co-evolução entre os sistemas radiculares e fungos arbusculares são observados, sendo que, de forma geral, plantas que apresentam raízes de maiores diâmetros, pouco ramificadas e com poucos pêlos absorventes são mais dependentes de micorrizas do que aquelas plantas cujos sistemas radiculares são mais extensos, abundantemente ramificados ou fasciculados e/ou que produzem pêlos radiculares longos e abundantes (Baylis, 1975; Crush, 1974). Como já foi relatado, o sistema radicular da mangabeira tem poucas raízes finas, com poucas ordens de ramificação e pêlos radiculares curtos, portanto apresenta características de dependência de micorrizas.

Trindade (1998) sugere um manejo que venha a aumentar o número de propágulos onde existam populações eficientes de FMAs, visando aumentar a produção vegetal. Esse autor ressalta também que a adubação deve ser feita de modo compatível com a resposta micorrízica. Para o mamoeiro, a aplicação de 140 mg.dm^{-3} de fósforo reduziu a colonização e a eficiência micorrízica, produzindo inclusive efeitos deletérios. Portanto, é possível reduzir o fornecimento de fósforo, e também os custos, e manter o rendimento na produção em função dos benefícios da micorrização com populações de FMAs nativos (Trindade, 1998). Os resultados encontrados por Costa et al. (2005) indicam que a mangabeira é dependente da micorrização em solo desinfestado e com baixo teor de fósforo (3 mg/dm^3). Em níveis mais elevados de fósforo (183 mg.dm^{-3} de P no solo) a planta não respondeu à adubação fosfatada (Costa et al., 2005), o que indica que esse nutriente é pouco exigido para o crescimento da planta. Pode-se recomendar, então, quantidades menores de elementos nutritivos na adubação de plantas micorrizadas de mangabeiras.

A avaliação de FMAs em condições controladas é indicada como uma primeira etapa num programa de seleção (Abbott e Robson, 1982). Os inóculos isolados foram testados em condições sem competição. Neste estudo, alguns isolados diferiram na eficiência micorrízica e também na capacidade infectiva, e estas modificaram-se nos diferentes pH testados. Em solo com pH não corrigido as plantas apresentaram valores maiores de crescimento, biomassa seca, e todas as outras variáveis analisadas (Tabelas 3.1 e 3.2).

A inoculação com *Scutellospora* sp. promoveu o maior crescimento em altura (Figura 3.1), seguida da inoculação com populações nativas presentes no solo, *Gigaspora gigantea* e *Entrophospora* aff. *colombiana*, todos em solo com pH não corrigido (pH igual a 5).

Estudos anteriores realizados por Costa et al. (2005) avaliando os efeitos da inoculação em mangabeira com *Gigaspora albida* e *Glomus etunicatum*, em solo desinfestado, concluíram que *G. albida* é mais efetivo e competitivo que *Glomus etunicatum* no desenvolvimento de mudas de mangabeira.

Nas populações nativas de FMAs utilizadas neste estudo (solo de Lençóis) há predominância das espécies *Glomus etunicatum* Becker e Gerdemann, *Glomus* aff. *macrocarpum* Tulasne & Tulasne e *Glomus* aff. *deserticola* Trappe, Bloss & Menge, com 49%, 13% e 17% de abundância relativa (valores médios), respectivamente (ver Capítulo 2).

Dos fungos testados apenas *Glomus etunicatum* e *Glomus* sp2 não promoveram crescimento significativo em relação ao controle, apesar destas duas espécies juntas constituírem quase 60% do número total de esporos nas populações estudadas.

Para o comprimento radicular total, os aumentos maiores também foram observados no tratamento com pH do solo não corrigido, com a inoculação de populações nativas e *Gigaspora gigantea* (Tabela 3.2). O tratamento controle não inoculado apresentou, no entanto, valores altos. O maior investimento no sistema radicular foi em raízes com diâmetro na faixa de 0,01 a 0,04 mm (Tabela 3.2).

Segundo Baylis (1975) em plantas tropicais que crescem em solos ácidos e distróficos, a maximização do sistema radicular é uma vantagem seletiva para a sobrevivência.

Comparando os diferentes tratamentos, o comprimento da raiz pivotante foi maior em solo não autoclavado, com pH corrigido e não corrigido, contendo as populações nativas de FMAs (Tabela 3.2).

Os maiores valores de produção de matéria seca das raízes foram observados na inoculação com populações nativas, *Scutellospora* sp. e *Gigaspora gigantea* (Tabela 3.1). A produção de matéria seca da parte aérea também foi maior nos tratamentos com pH do solo não corrigido, inclusive no tratamento controle (Tabela 3.1), resultando em eficiência micorrízica baixa ou negativa.

Em solo com pH corrigido todos os fungos também promoveram um aumento na produção de matéria seca, inclusive a população nativa. Nesta condição o pH atingiu 7,5, o que pode ter reduzido a disponibilidade de nutrientes como o Zn e Cu, tornando a planta mais dependente da condição micorrízica. Plantas micorrizadas absorveram mais P, Cu e Mg.

A máxima eficiência micorrízica foi obtida pela inoculação com populações nativas em solo com pH corrigido, atingindo valores de 80,81% de incremento em altura.

A eficiência micorrízica de *Scutellospora* sp. em solo com pH corrigido comparado ao solo com pH não corrigido, diferiu significativamente ($q= 5,024$, $p<0,05$) nos dois tratamentos, sendo maior no solo com pH não corrigido (tabela 3.3). Comparando a área foliar entre os diferentes tratamentos, a inoculação com *Scutellospora* sp. também diferiu entre o solo com pH corrigido e não corrigido, pelo teste de Tukey-Kramer ($q=5,039$, $p<0,001$). A diferença encontrada nos tratamentos

indica que a correção do pH do solo influenciou a associação micorrízica e seus efeitos sobre a planta.

FMA's têm sido encontrados em pH variando de 2,7 a 9,2, ocorrendo, entretanto diferenças entre as espécies e isolados de fungos quanto à sua capacidade de germinar e colonizar o hospedeiro em função do pH do solo (Maluf et al., 1998; Siqueira et al., 1986).

Modificações do pH alteram o índice de ocorrência das espécies de FMA's e a densidade dos esporos na rizosfera da planta hospedeira (Trufem et al., 1990), e o pH do solo afeta também a associação micorrízica, seja pelos efeitos diretos sobre a permeabilidade das membranas do fungo e da planta, seja pelos seus efeitos indiretos na disponibilidade dos nutrientes (Silveira, 1992), principalmente nos solos distróficos, uma vez que altera a solubilidade do alumínio, manganês, ferro, cobre e zinco. Em níveis elevados podem ser tóxicos aos FMA's, reduzindo a germinação dos esporos e o crescimento do tubo germinativo (Silveira, 1998).

Segundo Siqueira et al. (1986) o efeito da calagem sobre MVA é, em geral, positivo. A elevação do pH em substratos para mudas de plantas nativas do cerrado deve ser melhor estudado, não só quanto ao efeito no crescimento da planta, mas também quanto ao estabelecimento da associação micorrízica com diferentes espécies de FMA's.

Por tratar-se de uma planta nativa que ocorre preferencialmente em solos ácidos, supõe-se haver uma estreita relação entre as espécies de FMA's indígenas, coletados no solo rizosférico de mangabeiras, a planta hospedeira e o pH do solo.

Tabela 3.1. Matéria seca da parte aérea e raiz, colonização radicular e área foliar de plantas de mangabeira em função da inoculação de diferentes fungos MA.

Tratamentos	Solo	Aci dez	N	Matéria seca (g)		Colonização radicular (%)	Área Foliar (cm ²)
				PA	Raiz		
Populações nativas	NA	C	4	0,766(0,7921)	0,442(0,1866)	3,245 (0,6226)	52,6(64,119)
	NA	NC	4	1,297(0,7738)	0,434(0,2711)	3,725 (2,397)	107(53,559)
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i>	A	NC	4	0,878(0,4784)	0,355(0,0789)	4,255(0,4879)	64,25(51,389)
<i>Gigaspora gigantea</i>	A	NC	4	1,155(1,0093)	0,969(0,8462)	3,582(2,7702)	68,75(63,688)
<i>Glomus</i> aff. <i>etunicatum</i>	A	NC	2	0,286(0,0919)	0,139(0,0912)	4,14(1,2162)	165,66(41,549)
<i>Glomus</i> sp. 2	A	NC	4	0,707(0,4942)	0,269(0,0691)	4,187(3,6666)	21,5(23,334)
<i>Scutellospora</i> sp.	A	NC	4	1,594(0,7197)	0,9105(0,2711)	5,795(6,1209)	153(69,509)
Sem inoculação Controle	A	NC	2	1,005(0,1061)	0,436(0,2609)	-	80,67(42,004)
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i>	A	C	4	0,366(0,3117)	0,427(0,2201)	3,852(3,7609)	27,4(26,254)
<i>Gigaspora gigantea</i>	A	C	4	0,487(0,4631)	0,424(0,2377)	1,66(1,1576)	23(13,416)
<i>Glomus</i> aff. <i>etunicatum</i>	A	C	4	0,436(0,3841)	0,230(0,0377)	4,317(5,3088)	39(44,714)
<i>Glomus</i> sp. 2	A	C	4	0,477(0,3422)	0,367(0,2473)	4,6422,8482)	47(46,157)
<i>Scutellospora</i> sp.	A	C	4	0,232(0,0996)	0,298(0,166)	1,517(2,0636)	55(29,866)
Sem inoculação Controle	A	C	4	0,147(0,0874)	0,16(0,0111)	-	10(13,856)

Valores de médias seguido pelo Desvio Padrão entre parênteses

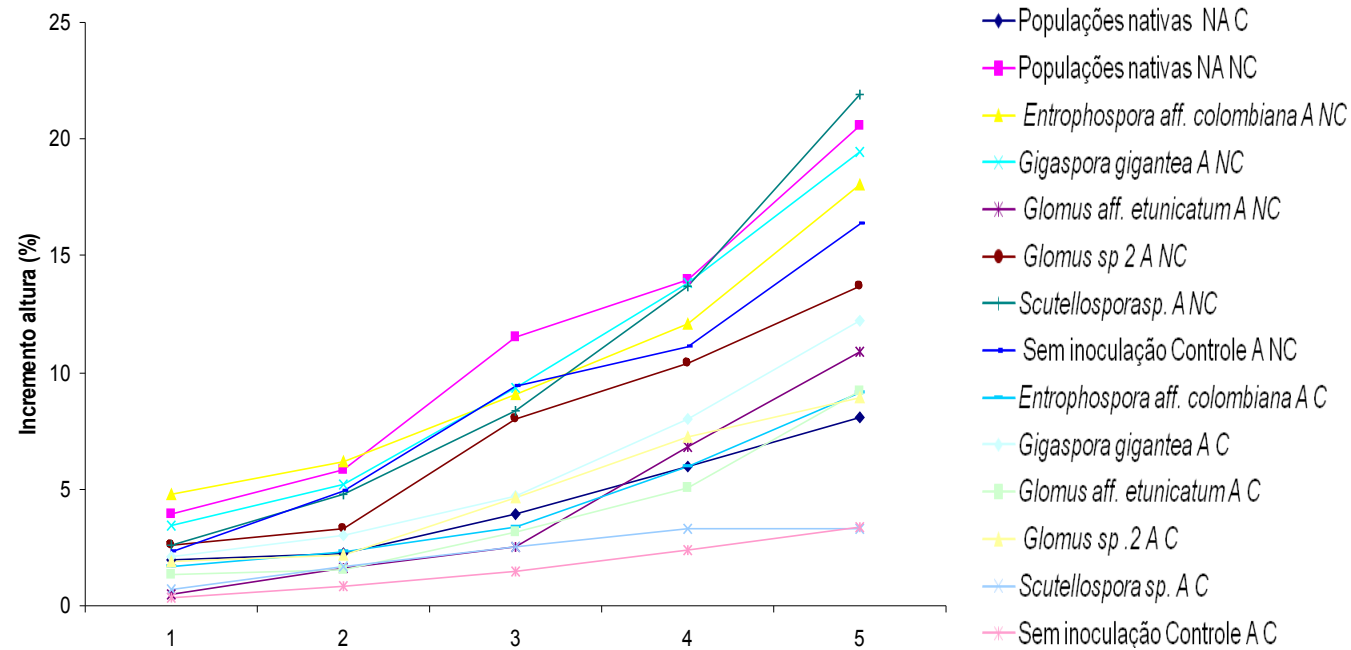


Figura 3.1. Incremento em altura de mudas de mangabeira em função do tempo (em meses) para os diferentes fungos micorrízicos inoculados (NA = solo não autoclavado; A = solo autoclavado; NC = pH não corrigido; C = pH corrigido).

Tabela 3.2. Valor percentual das faixas de diâmetro em relação ao comprimento total da raiz nos diferentes tratamentos. N=4.

TRATAMENTOS	pH									Comprimento total	Raiz pivotante
			<0,005	0,005<D<0,01	0,01<D<0,04	0,04<D<0,06	0,06<D<0,08	0,08<D<0,15	D>0,15	(cm)	(cm)
										Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)
Populações nativas	NA	C	0.8	0.8	54.5	16.7	10.7	13.2	3.5	1.059,22(399,01)	30,8(5,572)
Populações nativas	NA	NC	1.1	0.9	57.5	18.1	9.7	10.1	2.6	1.236,51(459,44)	35,95(7,646)
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i>	A	NC	1.2	0.9	54.2	17.2	10.0	12.6	3.8	1.099,76(175,49)	27,82(10,459)
<i>Gigaspora gigantea</i>	A	NC	0.9	1.0	59.2	18.0	8.6	8.9	3.0	1.427,85(662,94)	33,9(5,765)
<i>Gl. aff. etunicatum</i>	A	NC	1.1	0.6	51.0	18.2	10.4	15.5	3.3	615,57(125,36)	23,35(10,677)
<i>Glomus</i> sp. 2	A	NC	1.4	1.1	63.2	15.6	8.8	7.9	1.9	1.058,48(361,01)	29,97(3,364)
<i>Scutellospora</i> sp	A	NC	1.0	1.0	58.7	18.2	9.0	9.1	2.9	1792,56(197,80)	28,65(2,769)
Sem inoculação	A	NC	0.8	0.8	60.7	15.3	8.7	10.8	2.8	1556,37(466,557)	28,53(4,922)
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i>	A	C	0.6	0.6	46.3	19.7	12.9	16.0	3.5	984,00(405,54)	35,9(8,654)
<i>Gigaspora gigantea</i>	A	C	0.5	0.3	45.1	19.9	14.2	16.7	3.2	952,10(443,21)	31,3(2,591)
<i>Gl. aff. etunicatum</i>	A	C	0.7	0.6	48.3	18.3	12.1	15.8	4.0	623,33(175,54)	31,82(5,855)
<i>Glomus</i> sp. 2	A	C	2.3	0.6	45.0	19.7	13.9	16.0	3.9	825,18(395,26)	32,45(4,058)
<i>Scutellospora</i> sp	A	C	0.6	0.4	43.5	17.6	14.6	19.5	3.8	635,75(14,643)	28,02(9,454)
Sem inoculação	A	C	0.4	0.4	35.7	22.8	19.2	19.2	2.3	500,81(149,14)	26,67(10,312)

NA = solo não autoclavado; A = solo autoclavado; NC= pH não corrigido; C= pH corrigido

Tabela 3.3. Eficiência micorrízica em mangabeira, em solo com pH corrigido e não corrigido.

Tratamentos	Solo	pH	Eficiência micorrízica (%)
Populações nativas	NA	NC	22,51
<i>Entrophospora aff. colombiana</i> Spain & Schenck	A	NC	-14,46
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe	A	NC	12,99
<i>Glomus aff. etunicatum</i> Tulasne & Tulasne	A	NC	-71,54
<i>Glomus</i> sp. 2	A	NC	-42,15
<i>Scutellospora</i> sp.	A	NC	36,95
Populações nativas	NA	C	80,81
<i>Entrophospora aff. colombiana</i> Spain & Schenck	A	C	59,84
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe	A	C	69,82
<i>Glomus aff. etunicatum</i> Tulasne & Tulasne	A	C	66,28
<i>Glomus</i> sp. 2	A	C	69,18
<i>Scutellospora</i> sp.	A	C	36,64

NA= solo não autoclavado; A= solo autoclavado; NC= pH não corrigido; C= pH corrigido.

Neste estudo, a utilização de esporos como única fonte de inóculo pode ter retardado o início da colonização e seus efeitos. Em um trabalho de seleção espera-se que o fungo apresente colonização intensa e rápida, e apresente efeitos maiores e mais rápidos sobre o crescimento.

Como discutido por Trindade (1998) é difícil avaliar um fungo quando este apresenta uma colonização radicular baixa. Nesse caso, não se pode inferir que estes não tenham sido eficientes, mas sim pouco infectivos. As sugestões de alternativas neste caso incluem testar não o esporo isolado, mas o solo-inóculo onde estarão presentes hifas viáveis em segmentos de raízes, além dos esporos.

Neste estudo a escolha de esporos como inóculo deveu-se a não existência de cultivos puros disponíveis para que o solo fosse utilizado como inóculo e aos poucos estudos sobre os esporos nativos presentes na rizosferas de mangabeiras nativas.

Trindade (1998) discutindo sobre os baixos valores de colonização e produção de matéria seca de isolados nativos no agrossistema do mamoeiro chama a atenção para dois fatores que devem ter contribuído para isto: (1) o menor potencial de inóculo proporcionado por esporos, e (2) a provável dormência apresentada por esporos recentemente formados e que compõem os isolados. Este autor ressalta ainda a importância de uma colonização rápida e intensa pelo fungo MA em um programa de seleção de fungos mais eficientes.

Segundo Hepper e Smith (1976) esporos mais velhos de algumas espécies apresentam taxas de germinação mais rápidas do que aqueles formados recentemente. Segundo Tommerup e Abbott (1981) a importância relativa de cada tipo de propágulo na colonização pode variar com a espécie de fungo.

Novos experimentos devem ser realizados para testar a eficiência do inóculo, principalmente avaliar a rapidez de colonização, que é uma característica determinante da habilidade competitiva do fungo (Hepper et al., 1988) com populações indígenas.

3.3.2. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

Plantas micorrizadas, de modo geral, apresentam maior absorção de nutrientes, em especial Zn, Cu, Ca e S, podendo, no entanto, serem encontrados resultados conflitantes (Silveira, 1992). Neste estudo os valores de P, K, Ca, Mg, S e Zn nas folhas não diferiram significativamente entre os tratamentos de inoculação (Tabela 3.4).

Neste estudo os valores de N nas folhas foram maiores nos tratamentos em solo com pH não corrigido, sendo o maior valor observado na inoculação com *Glomus* sp.2 (Tabela 3.4).

Espíndola et al. (1999) encontraram que o aumento das doses de calcário no solo proporcionou decréscimos nos teores e nos conteúdos de Zn e Mn nas folhas. Nesse estudo a correção do pH também diminuiu a concentração de Mn nas folhas (Tabela 3.4), e alguns tratamentos diferiram significativamente. Em relação aos valores de Zn, esses não diferiram nos diferentes tratamentos.

As concentrações de Cu e Fe nas folhas foram maiores nos tratamentos com pH corrigido (Tabela 3.4), sendo que a maior concentração de Fe foi encontrada no tratamento com *Entrophospora* aff. *colombiana* (Tabela 3.4).

A elevação do pH em substratos para plantas nativas do cerrado deve ser melhor estudado, não só quanto ao efeito no crescimento da planta, mas também seu efeito sobre a associação micorrízica e as diferentes espécies de FMAs.

Tabela 3.4. Teor de macro e micronutrientes nas folhas de *H. speciosa* em função da inoculação de diferentes fungos micorrízicos. Valores médios seguidos de desvio padrão entre parênteses.

Tratamentos	N (g. kg ⁻¹)	P(g. kg ⁻¹)	K(g. kg ⁻¹)	Ca(g. kg ⁻¹)	Mg(g. kg ⁻¹)	S (g.K ⁻¹)	Cu (mg. K ⁻¹)	Fe(mg. K ⁻¹)	Mn (mg. K ⁻¹)	Zn (mg. K ⁻¹)
População Nativa C NA	19,23(2,237)	1,1(0,1)	20,67(3,403)	11,83(1,301)	2,47(0,252)	2,1(0,346)	5,67(1,527)	189,33(40,809)	123(27,074)	33,67(10,408)
População Nativa NC NA	24,47(2,676)	(1,2764)	12,87(2,323)	8,825(19,619)	2,37(0,759)	2,77(0,929)	6(3,162)	171,25(48,958)	303,75(75,146)	42,75(7,1356)
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i>										
NC A	24,67(2,649)	1,45(0,751)	11,5(2,739)	7,87(1,021)	1,77(0,359)	2,75(0,238)	4,75(2,217)	124,75(37,268)	222,5(39,72)	37,75(7,632)
<i>Gigaspora gigantea</i> NC A	21,83(4,479)	(2,192)	11,5(4,95)	7,3(1,131)	1,45(0,212)	2,25(0,636)	6,5(2,121)	193,5(10,607)	305(38,184)	49,5(0,707)
<i>Glomus</i> aff. <i>etunicatum</i> NC A	28,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glomus</i> sp 2 NC A	32,4(6,081)	2,2(1,539)	13,5(2,291)	8,67(2,281)	2,57(0,569)	3,27(0,289)	5,67(0,577)	125(23,388)	338,33(60,468)	47(14,107)
<i>Scutellospora</i> sp sp NC A	22,92(5,806)	1,56(1,205)	12,6(5,91)	7,84(1,489)	1,9(0,187)	2,32(0,295)	5,8(1,304)	172,4(30,583)	227,8(79,713)	39(7,778)
Sem inoculação NC Aa	24,53(4,441)	(0,2517)	15(1,323)	7,2(0,872)	1,7(0,3)	2,83(0,907)	5(1,732)	150,67(46,264)	256,33(34,487)	39,67(3,055)
<i>Entrophospora</i> aff. <i>colombiana</i>										
NC A	21*	0,65(0,071)	21,25(1,061)	12,4(15,556)	2,4(0,141)	2,15(0,071)	10	311,5(60,104)	163(41,012)	54,5(6,364)
<i>Gigaspora gigantea</i> NC A	19,65(0,495)	0,7*	11*	7,2*	2*	-	-	-	-	-
<i>Glomus</i> aff. <i>etunicatum</i> NC A	18,03(2,558)	(0,071)	14,5(0,707)	6,6(0,566)	1,55(0,071)	1,9*	7*	252*	106*	38*
<i>Glomus</i> sp 2 NC A	19,65(0,778)	1,7(1,273)	19,75(1,061)	7,95(2,334)	2,25(0,636)	2,15(0,778)	14(8,485)	158,5(61,52)	91,5(60,1)	40,5(6,364)
<i>Scutellospora</i> sp sp NC A	18,55	-	-	-	-	2,1(0,424)	7,5(2,121)	211,5(37,48)	94(39,6)	39(2,828)
Sem inoculação C A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NC= pH não corrigido; C= pH corrigido; NA = solo não autoclavado; A = solo autoclavado. * valor único. – ausência de dados devido a pouco material biológico para análise.

3.4. CONCLUSÕES

- 1) O experimento demonstrou a eficiência micorrízica de populações nativas de FMAs para a mangabeira.
- 2) Plantas de mangabeira micorrizadas apresentaram maior crescimento em altura, comprimento radicular e biomassa seca em relação a plantas não micorrizadas.
- 3) A máxima eficiência micorrízica foi obtida pela inoculação com populações nativas em solo com pH corrigido, atingindo valores de 80,81% de incremento em altura.
- 4) Os fungos *Scutellospora* sp.e *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe foram os mais eficientes em solo com pH não corrigido.
- 5) Plantas micorrizadas absorveram mais P, Cu e Mg.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, L.K.; Robson, A.D. The role of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and the selection of fungi for inoculation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 33, n.3, p. 389-408. 1982.

Ambler, J.R.; Young, J.L. Techniques for determining root length infected by vesicular-arbuscular mycorrhiza. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.41, p.551-555. 1977.

Andrade, L.R.M.; Junqueira, N.T.V.; Silva, J.A.; Barbosa, D.; Leão, A. P.; Barros, L.H. Fertilização do substrato e inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em mudas de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrados/SBCS. (Disponível em CD-ROM). 1999.

Auler, P.A.M. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro (*Carica papaya* L.) relacionado à disponibilidade de fósforo no solo e à colonização pelo fungo micorrízico vesículo-arbuscular *Glomus macrocarpum***. Dissertação Mestrado. UNESP. 1995.

Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L.; Santos, A.A.S. BioEstat: aplicações bio-médicas. Disponível em: [HTTP://mamiraua.org.br](http://mamiraua.org.br). 2005.

Baylis, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: Sanders, F.E.; Mosse, B.; Tinker, P.B. (eds.). **Endomycorrhizas**. London: Academic Press. p.409-417. 1975.

Beiguelman, B. Curso Prático de Bioestatística. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto. 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 Ciência do Solo**, v. 26, p. 1099-1106. 2002a.

Cavalcante, U.M.T.; Maia, L.C.; Melo, A.M.M.; Santos, V.F. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 634-649. 2002b.

Colozzi-Filho, A. ; Siqueira, J.O. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. I. Efeitos de *Gigaspora margarita* e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.10, n.3, p.199-205. 1986.

Colozzi-Filho, A.; Siqueira, J.O.; Saggin Júnior, O.J.; Guimarães, P.T.G.; Oliveira, E. Efetividade de diferentes fungos micorrízicos na formação de mudas, crescimento e pós-transplante e produção de cafeeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.29, n.9, p.1397-1406. 1994.

Coolen, W.R. Methods for the extraction of Meloidogyne spp. And other nematodes from roots and soil. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E. (Eds.). **Root-Knot nematodes**

(Meloidogyne species): systematics, ecology and control. London: Academic Press. p317-329. 1979.

Costa, C.M.C.; Maia, L.C.; Cavalcante, U.M.T.; Nogueira, R.J.M.C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 893-901. 2001.

Costa, C.M.C.; Cavalcante, U.M.T.; Goto, B.T.; Santos, V.F.; Maia, L.C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.40, n.3, p. 225-232. 2005.

Costa, C.M.C.; Cavalcante, U.M.T.; Lima Junior., M.R.; Maia, L.C. Inoculum density of arbuscular mycorrhizal fungi needed to promote growth of *Hancornia speciosa* Gomes seedlings. **Fruits**, v. 58, n. 5, p. 247-254. 2003.

Costa, C.M.C.; Cavalcante, U.M.T.; Maia, L.C.; Lima Junior, M.R. de; Oliveira, F.N. Influência de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação com fósforo no crescimento de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). In: **FERTIBIO**, 2000, Santa Maria, RS. **Guia do Congressista...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000, p. 186-187.

Costa, C.M.C.; Lima Junior, M.R. de; Cavalcante, U.M.T.; Maia, L.C. Densidade de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares necessária para promover o crescimento de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). In: **FERTIBIO**, 2002, Rio de Janeiro. **Guia do Congressista...** Rio de Janeiro: UFRRJ/ Embrapa Solos e Agrobiologia/ Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2002, p. 43.

Costa, C.M.C.; Maia, L.C.; Cavalcante, U.M.T.; Nogueira, R.J.M.C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 893-901. 2001.

Crush, J.P. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. VII. Growth and nodulation of some herbage legumes. **New Phytol.**, Oxford, v.73, p.743-749. 1974.

Declerck, S.; Risede, J-M.; Delvaux, B. Greenhouse response of micropropagated bananas inoculated with in vitro monoxenically produced arbuscular mycorrhizal fungi. **Scientia Horticulturae**, v. 93, p. 301-309. 2002.

Diederichs, C.; Moawad, A.M. The potential of VA mycorrhizae for plant nutrition in the tropics. **Angewiew Botanic**, v. 67, n. 1, p.91-96, 1993.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos e análise do solo.** Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro. 73p. 1979.

Espíndola, A. C. de M.; Ferreira, E. G. Aspectos nutricionais e adubação da mangabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponível em CD-ROM. 2003.

Gerdemann, J. W.; Nicolson, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 2, p. 235-244. 1963.

Graham, J.H. Citrus mycorrhizae potencial benefits and interaction with pathogens. **Hortscience**, v.21, n. 6, p.1302-1306. 1986.

Hall, L. R. Potencial for exploiting vesicular-arbuscular mycorrhizas in agriculture. In: LISS, A. R. (ed.). **Biotechnology in Agriculture**, p.141-174. 1988.

Hayman, D. S. The physiology of vesicular-arbuscular endomycorrhizal symbiosis. **Canadian Journal of Botany**, v. 61, p 944-963. 1983.

Hepper, C.M.; Azcon-Aguilar, C.; Rosendahl, S.; Sen, R. Competition between three species of *Glomus* used as spatially separated introduced and indigenous mycorrhizal inocula for leek (*Allium porrum* L.). **The New Phytol.**, v.110, n.2, p.207-215. 1988.

Hepper, C.M.; Smith, G.A. Observations on the germination of *Endogone* spores. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v.66, p.189-194. 1976

Jenkins, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 692, 1964.

Lemos, E.E.P.; Cardoso Filho, J.A. Effects of arbuscular-vesicular mycorrhizal fungi on the acclimatization of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) plantlets In: **Latin American Meeting of Plant Biotechnology**, 3., 1997, La Habana. **Abstracts**. REDBIO, v. 1, p.488.1997.

Locatelli, L.M.; Vitovski, C.A.; Lovato, P.E. Sistema radicular de porta-enxertos micropropagados de macieiras colonizados com fungos micorrízicoa arbusculares. **Pesq. Agropec. Bras.**v.37, n.9, p.1239-1245. 2002.

Maia, L.C.; Costa, C.M.; Goto, B.T.; Cavalcanti, U.M.T. Fungos micorrízicos arbusculares em mangabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da mangaba, 2003, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. Disponível em CD-ROM. 2003.

Maluf, A.M.; Silveira, A.P.D. da; Melo, I.S. Influência da calagem e da micorriza vesículo-arbuscular no desenvolvimento de cultivares de leucena tolerante e intolerante ao alumínio. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.12, p.17-24. 1988.

Medeiros, Z. M. D.; Grisi, B. M. Fruteiras infectadas com endomicorrizas nos solos de tabuleiros em João Pessoa (PB). In: Reunião Nordestina de Botânica, 12, 1988, João Pessoa. **Programa e Resumos...** João Pessoa: Sociedade Botânica do Brasil, 1988. p. 25.

Oliveira, A. A. R.; Coelho, Y. S. Infecção micorrízica em pomares de citros no Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 17, n. 3, p. 77-84. 1995.

Paron, M.E.; Morgado, L.B. Ocorrência de fungos Mas em videira, mangueira e aceroleira. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, Águas de Lindóia, 1996. **Anais**, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo. CD-Rom. Seção de Trabalhos. 1996.

Phillips, J. M.; Hayman, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of British Mycological Society**, Cambridge, v. 55, n. 1, p. 158-161, 1970.

Plenchette, C.; Fortin, J.A.; Furlan, V. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility: I. mycorrhizal dependency under field conditions. **Plant and Soil**, The Hague, v. 70, n. 2, p. 199-209, 1983.

Rego, I.A.C.; Trindade, A.V.; Carvalho, J.E.B. Comunidade e eficiência de fungos micorrízicos arbusculares sob diferentes manejos da vegetação espontânea em pomar de citros. **Magistra**, v.16, n.2, p.96-104. 2004.

Ribeiro-Filho, M. R.; Duda, D. P.; Cavalcante, U. M. T. Avaliação da infecção micorrízica em acerola (*Malpighia glabra* L.) e cultivares de banana (*Musa* sp.) In: Congresso de Iniciação Científica, 1., 1991, Recife. **Resumos...** Recife. p. 79. 1991.

Saggin Júnior , O. J.; Siqueira, J. O. Avaliação da eficiência simbiótica de fungos endomicorrízicos para o cafeeiro. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.19, n.2, p.221-228. 1995.

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. P. 203-254. 1996.

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 fumigado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.18, p.27-36. 1994.

Saggin Júnior, O.J.; Siqueira, J.O.; Guimarães, P.T.G.; Oliveira, E. Colonização do cafeeiro por diferentes fungos micorrízicos: efeitos na formação de mudas e no crescimento em solo fumigado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.19, n.2, p.213-220. 1995.

Silveira, A. P. D. Micorrizas. In: Elke, J. B. N.; Cardoso, S. M. T.; Neves, M. C. P. (Cord.). **Microbiologia do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, SP. 1992.

Silveira, A.P.D. Ecologia de fungos micorrízicos arbusculares. In: Melo, J.L. (Ed.). **Ecologia Microbiana**. Jaguariúna: EMBRAPA _ CNPMA, Cap.2, p.61-83. 1998.

Siqueira, J.O. Micorrizas In: **Microrganismos de importância agrícola**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 44). p. 151-194. 1984.

Siqueira, J.O.; Mahmud, D.W.; Hubbel, D.M. Comportamento diferenciado de fungos formadores de micorrizas vesicular-arbusculares em relação à acidez do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.10, p.11-16. 1986.

Smith, S, E.; Read, P, J, **Mycorrhizal Symbiosis**, New York: Academic Press, 605p, 1997.

Tommerup, I.C.; Abbott, L.K. Long term survival and renewed growth of V.A. mycorrhizal hyphae after root death. **Soil. Biol. Biochem.**, v.13, p.431-433. 1981.

Trindade, A.V. **Fungos micorrízicos arbusculares em mamoeiro**. Tese Doutorado. Univ. Federal de Lavras, Lavras, MG. 189 p. 1998.

Trindade, A.V.; Dantas, J.L.L.; Almeida, F.P.de; Maia, I.C.S..Estimativa do coeficiente de determinação genotípica em mamoeiro (*Carica papaya* L.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3. 2001.

Trindade, A. V.; Lins, G.M. L.; Maia, I.C.S. Substratos e fungo micorrízico arbuscular em mudas micropropagadas de bananeira na fase de aclimação. **Ver. Bras. de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 137-142. 2003.

Trufem, S.F.B.; Grandi, R.A.P.; Silveira, R.B.A. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em plantas ornamentais do Jardim Botânico de São Paulo, S.P. **Hoehnea**, v. 17, n.1, p. 85-89. 1990.

Weber, O. B.; Oliveira, E. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em citros nos estados da Bahia e Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n.12, p. 1905-1914. 1994.

Yano-Melo AM, Saggin OJ, Lima-Filho JM, Melo LC, Maia LC. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the acclimatization of micropropagated banana plantlets. **Mycorrhiza**, v. 9, p. 119–123. 1999.

Yano–Melo, A. D.; Trufem, S. F. B.; Maia, L. C. Arbuscular mycorrhizal fungi in salinized and surrounded áreas at the São Francisco Submedium Valley, Brazil. **Hoehnea**, v. 30, n.2, p. 79–87. 2003a.

Yano-Melo, A.M.; Saggin, O.J.; Maia, L.C. Tolerance of mycorrhized banana (*Musa* sp. cv. Pacovan) plantlets to saline stress. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 95, p.343-348.2003b.

Zar, J. H.. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, New Jersey. 1999.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já discutido anteriormente, a insuficiência de dados relativos às exigências nutricionais e práticas culturais tem limitado a exploração e desenvolvimento do cultivo comercial da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez). Neste estudo ficou evidente a importância da associação micorrízica para esta planta nativa de solos ácidos, pobres em nutrientes e bases trocáveis, principalmente o fósforo. Os altos níveis de colonização radicular de mangabeiras nativas, em vários períodos amostrados, confirmaram a condição micotrófica e a alta dependência micorrízica desta espécie.

Comprovou-se a existência de populações nativas eficientes de FMAs para a mangabeira, que poderão ser usadas através do manejo das populações já existentes no solo nativo, ou por meio da criação de um programa de inoculação de mudas em viveiro, visando reduzir o déficit de nutrientes na planta e aumentar a produção vegetal. Entre as populações eficientes detectou-se a dominância das espécies *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, *Gl. aff. macrocarpum* Tulasne & Tulasne e *Gl. aff. deserticola* Trappe, Bloss & Menge que apresentaram um Índice de Constância (IC) de 90 a 100% nos dois locais, ou seja estiveram presentes em todos os períodos, em todas as unidades amostrais (rizosferas) com grande número de esporos (abundância relativa igual ou acima de 10% do total de esporos). No cultivo armadilha, a própria mangabeira mostrou-se uma eficiente planta multiplicadora para espécies como *Entrophospora aff. colombiana* Spain & Schenk, *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe e *Scutellospora* sp.

Foi investigada a eficiência micorrízica das espécies nativas mais representativas. As espécies utilizadas foram: *Glomus etunicatum*, *Glomus* sp2, *Gigaspora gigantea*, *Scutellospora* sp. e *Entrophospora aff. colombiana*. Dos fungos testados apenas *Glomus etunicatum* e *Glomus* sp2 não promoveram crescimento significativo em relação ao controle não inoculado, apesar destas duas espécies juntas constituírem quase 60% do número total de esporos nas populações estudadas.

Disso conclui-se a necessidade de considerar a taxa de germinação dos esporos no processo de seleção de fungos MA para inoculação, escolhendo aqueles fungos que germinem rapidamente, e que tenham hifas que cresçam bem no solo e que sejam capazes de colonizar extensivamente o hospedeiro.

Neste experimento optou-se por autoclavar o solo como tratamento de desinfestação do solo, em contraparte a aplicação de brometo de metila. No entanto,

esporos de fungos não inoculados foram observados em alguns tratamentos, o que pode ter sido proveniente de contaminação em casa de vegetação, ou a resistência de alguns propágulos, o que pode ter ocasionado a reinvasão por FMAs que não foram eliminados. Devido a isto, algumas repetições nos tratamentos sem inoculação foram eliminados, o que diminuiu o número de repetições e impossibilitou a análise estatística e/ou a detecção de diferenças entre tratamentos.

O pH do solo mostrou-se um modulador da eficiência micorrízica, no experimento sobre Eficiência Micorrízica, em condições sem competição. Em um sistema de cultivo, onde possivelmente a correção do pH do solo a ser cultivado será modificado, pode-se diminuir a eficiência de algumas espécies de FMAs nativos. Neste estudo a espécie *Scutellospora* sp. modificou a sua efetividade devido a mudanças no pH do solo. Neste sentido, as variáveis edáficas devem ser manejadas visando o aumento do potencial de inóculo do solo, característica importante para a expressão da eficiência do fungo, e que seja viável em termos agronômicos e econômicos.

Poucos trabalhos com a mangabeira foram realizados. Ainda não existem variedades comerciais desta espécie, e os poucos pomares mostram alta variabilidade genética, sendo que quando essas variedades forem estabelecidas, serão necessários mais estudos para entender a relação de causa-efeito da resposta da planta ao fungo, bem como as características de cada variedade que conferem um maior ou menor grau de dependência micorrízica.

Os fungos nativos, devidamente avaliados em um programa de seleção, poderão ajudar muito na manutenção destas plantas em solos pobres, onde a mangabeira ocorre de forma nativa, e em adensamentos populacionais que quase se constituem “pomares naturais”.

Em função do exposto, propõem-se novos estudos:

- 1) Identificação a nível específico e confirmação das espécies de FMAs na rizosfera desta espécie.
- 2) Avaliação de FMAs na rizosferas de mangabeiras nativas, em outras áreas de ocorrência natural da espécie.
- 3) Faz-se necessário novos estudos sobre a eficiência micorrízica de outras espécies nativas e exóticas de FMAs, e com diferentes doses de P aplicados ao solo, bem como experimentos em condições de competição.

- 4) Avaliação de um maior número de genótipos de mangabeira para estabelecer parâmetros quanto às características que conferem maior ou menor dependência micorrízica.
- 5) Ensaios de campo, utilizando-se mudas pré-inoculadas.