

SEÇÃO III - BIOLOGIA DO SOLO

COMPATIBILIDADE SIMBIÓTICA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COM ESPÉCIES ARBÓREAS TROPICAIS⁽¹⁾

Enrique Pouyu-Rojas⁽²⁾, José Oswaldo Siqueira⁽³⁾ & José
Geraldo Donizetti Santos⁽⁴⁾

RESUMO

A revegetação com espécies arbóreas é uma estratégia adequada, quando se pretende a reabilitação de terras degradadas. Entretanto, o estabelecimento e o crescimento destas em solos pobres em nutrientes dependem de diversos fatores como a capacidade de formar e beneficiar-se das micorrizas. No presente estudo, realizado em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais – Brasil, avaliaram-se aspectos da relação fungos micorrízicos arbusculares e espécies arbóreas do sudeste brasileiro. Os fungos estudados foram: *Scutellospora pellucida*, *Acaulospora scrobiculata*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora gigantea*, *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, *Scutellospora gregaria*, *Glomus clarum* e isolados oriundos de agrossistemas e de mata, os quais foram inoculados em dezesseis espécies vegetais: *Luehea grandiflora*, *Cecropia pachystachya*, *Schinus terebinthifolius*, *Machaerium nyctitans*, *Senna macranthera*, *Senna spectabilis*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Caesalpinia ferrea*, *Tabebuia serratifolia*, *Maclura tinctoria*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia polyphylla*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Trema micrantha* e *Cedrela fissilis*. Estas espécies apresentaram comportamento diferenciado em relação à susceptibilidade aos fungos e às respostas em crescimento decorrentes da inoculação. A amplitude de eficiência simbiótica dos fungos variou muito, sendo o *Gl. clarum*, *E. colombiana*, *S. pellucida* e *Gl. etunicatum* os fungos de maior amplitude, beneficiando mais de 80 % das espécies vegetais estudadas, e a *A. scrobiculata* a espécie de comportamento mais restrito em relação aos hospedeiros. A análise da compatibilidade fungo-hospedeiro e o comportamento geral das

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras – UFLA. Desenvolvido com apoio financeiro do CNPq. Recebido para publicação em dezembro de 2003 e aprovado em março de 2006.

⁽²⁾ Consultor Técnico. Rua Otávio Pitogula 163/48, Vila Aurora, CEP 78740-375 Rondonópolis (MT). E-mail: epouyu@uol.com.br

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras – UFLA. Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras (MG). E-mail: siqueira@ufla.br

⁽⁴⁾ Doutorando do Departamento de Ciência do Solo, UFLA. E-mail: jgsanttos@yahoo.com.br

espécies em associação indicam a ocorrência de seletividade diferenciada na relação fungo-hospedeiro, existindo combinações de eficiência simbiótica muito variável para as plantas hospedeiras. A importância destes resultados para a revegetação de áreas degradadas é discutida.

Termos de indexação: micorrizas, reflorestamento, simbiose radicular, relação fungo-planta, colonização radicular, fungos do solo.

SUMMARY: SYMBIOTIC COMPATIBILITY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI WITH TROPICAL TREE SPECIES

Revegetation with tree species is an appropriate strategy for the rehabilitation of degraded areas. However, the establishment and growth of these species in low nutrient soils depends upon several factors, such as the ability of the species to form and benefit from mycorrhizae. In this study, conducted in pots under greenhouse conditions at the Federal University of Lavras in Minas Gerais, Brazil, aspects of host-fungus relationship in tree species found in Southeastern Brazil were evaluated. The following arbuscular mycorrhiza (AM) fungal species were studied: Scutellospora pellucida, Acaulospora scrobiculata, Entrophospora colombiana, Gigaspora gigantea, Gigaspora margarita, Glomus etunicatum, Scutellospora gregaria, Glomus clarum, and fungi isolated from agrosystems and native forest. All these fungi were inoculated on the following sixteen plant species: Luehea grandiflora, Cecropia pachystachya, Schinus terebinthifolius, Machaerium nycitans, Senna macranthera, Senna spectabilis, Solanum granuloso-leprosum, Caesalpinia férrea, Tabebuia serratifolia, Maclura tinctoria, Guazuma ulmifolia, Acacia polyphylla, Mimosa caesalpiniaefolia, Enterolobium contortisiliquum, Trema micrantha, and Cedrela fissilis. These species presented differentiated susceptibility and growth response under inoculation with AM fungi. Within the substantially wide range of symbiotic efficiency Gl. clarum, E. colombiana, S. pellucida and Gl. etunicatum presented the highest amplitudes, being efficient for over 80 % of all studied species, whereas A. scrobiculata was the fungus with the most restricted range of hosts. A compatibility analysis of the host-fungus relationships indicated the existence of a differential selectivity among them, resulting in varied symbiotic efficiency for the host plants. The importance of these results for the revegetation of degraded areas is discussed.

Index terms: mycorrhizae, reforestation, root symbiosis, plant-fungus relationships, root colonization, soil fungi.

INTRODUÇÃO

Os microrganismos que formam simbioses radiculares, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), desempenham função ecológica importante nos ecossistemas, especialmente nos florestais em diferentes estádios sucessionais, quando as interações inter e intra-específicas são intensas e podem-se manifestar como relações competitivas entre plantas que ali se desenvolvem (Siqueira et al., 1994; Janos, 1996). Os FMAs formam relações mutualistas especializadas e caracterizadas por um biotrofismo muito bem balanceado e de natureza estritamente evolutiva (Smith & Read, 1997). Embora esta associação seja considerada não-específica quanto à relação fungo-planta, evidências de comportamento específico têm aumentado (Bever, 2002). A especificidade da relação refere-se à capacidade de uma espécie taxonômica de fungo formar ou não micorriza com mais de uma espécie de planta, conter vários

hospedeiros, ou vice-versa, se determinada espécie de planta forma micorriza com várias espécies de fungos. Os fundamentos dessas relações são ainda pouco conhecidos e existe carência de informações sobre esse assunto, especialmente em se tratando de espécies arbóreas.

De acordo com Smith & Read (1997), a ausência de especificidade tem sido estabelecida como princípio, por falta de evidências. É possível que pequenas diferenças manifestadas na restrição destes parceiros contribuam para a reduzida diversidade dos FMAs, em comparação com a ampla diversidade de espécies hospedeiras. Considerando ser o hábito micotrófico comum nas plantas tropicais, poucas combinações fungo-planta foram estudadas, razão pela qual as micorrizas arbusculares são consideradas sem especificidade hospedeira. É bastante conhecido que espécies ou isolados de FMAs diferem em seus efeitos no crescimento da planta ou em funções específicas, como a absorção de nutrientes (Rogers

et al., 1994), bem como são conhecidas as diferenças destes efeitos de acordo com a variação da espécie vegetal (Sanders et al., 1996), evidenciando a existência de certa “especificidade funcional” nesta simbiose. Este tipo de especificidade relaciona-se com o balanço entre benefícios e custos do fungo para o hospedeiro (Koide, 1991), o que, às vezes, é atribuído a diferenças no grau de colonização ou na eficiência do transporte de nutrientes entre o micossimbionte e a planta, assim como do dreno energético causado pelo fungo nas raízes (Abbott & Robson, 1982).

Também tem sido considerada a possibilidade de ocorrer associação preferencial fungo-planta em determinado estágio do desenvolvimento da planta, o que seria modulado pela fisiologia e ecologia da planta ou por mecanismos próprios de convergência evolutiva entre os simbioses (St. John & Coleman, 1983). Tais diferenças na relação fungo-planta são reflexos das complexas interações que se expressam como efeitos específicos de base bioquímica, genética e fisiológica. Deve-se considerar também que o funcionamento da relação trófica nas micorrizas é muito influenciado pelo meio externo, destacando-se a disponibilidade de P, como já bem documentado para espécies arbóreas tropicais (Zangaro et al., 2000; Siqueira & Saggin-Junior, 2001). Por isso, estudos desta natureza devem ser realizados em doses de P que promovam colonização micorrízica e respostas máximas da planta, uma vez que não só a colonização, a eficiência do fungo em absorver e transferir o P, mas também a demanda de P da planta são influenciadas pela disponibilidade de P (Siqueira & Saggin-Junior, 2001).

Nos últimos anos, considerável atenção tem sido dedicada ao reflorestamento com espécies nativas (Janos, 1996; Herrera et al., 1997) e, em virtude desta demanda, pesquisas têm buscado conhecer as estratégias sucessionais e habilidades competitivas das diferentes espécies florestais. O sucesso da revegetação depende da capacidade das mudas em absorver nutrientes e água, resistir às doenças e sobreviver aos estresses impostos pelo ambiente, sendo bastante conhecido que as micorrizas arbusculares podem contribuir para aliviar esses estresses (Siqueira & Saggin-Junior, 1995). Para isso, é necessário manter o vigor das mudas no início do seu desenvolvimento, o que pode ser alcançado pela inoculação com FMAs eficientes para determinada espécie hospedeira (Herrera et al., 1997; Siqueira et al., 1998). Portanto, as micorrizas arbusculares são importantes fatores biológicos para a regeneração de matas tropicais em áreas degradadas, geralmente caracterizadas por solos com deficiência de nutrientes, principalmente N e P.

O presente estudo teve como objetivo avaliar aspectos da compatibilidade simbiótica de FMAs e espécies arbóreas do sudeste brasileiro no âmbito da colonização micorrízica e os efeitos desta sobre a planta hospedeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo-DCS da Universidade Federal de Lavras (UFLA), constando da avaliação de 16 espécies vegetais, avaliadas individualmente em resposta a 11 tratamentos de inoculação, com seis repetições. As espécies vegetais avaliadas foram selecionadas com base na ocorrência em fragmentos de mata da região, importância ecológica silvicultural e potencial para utilização em plantios com fins conservacionistas (Lorenzi, 1992), conforme lista a seguir: sete espécies pioneiras (açoita-cavalo – *Luehea grandiflora*, embaúba – *Cecropia pachystachya*, aroeirinha – *Schinus terebenthifolius*, gravitinga – *Solanum granuloso*, mutamba – *Guazuma ulmifolia*, sabiá – *Minosa caesalpiniaefolia* e trema – *Trema micrantha*), duas espécies secundárias iniciais (cássia-carnaval – *Senna esptabilis* e fedegoso – *Senna macranthera*) e sete espécies clímax (bico-de-pato – *Machaerium nytitans*, pau-ferro – *Caesalpinia ferrea*, ipê amarelo – *Tabebuia serratifolia*, moreira – *Maclura tinctoria*, maricá – *Acacia polyphylla* e tamboril – *Enterolobium contortisiliquum*).

Os 11 tratamentos de inoculação estudados constaram de oito tratamentos com espécies de FMAs inoculados individualmente, sendo três isolados oriundos de agrossistema de cafeeiro: *Acaulospora scrobiculata* Trappe, *Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe e *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemam, dois isolados oriundos de pastagem de braquiária: *Glomus clarum* Nicol. & Schenck e *Scutellospora gregária* (Schenck & Nicol.) Waslker & Sanders, dois isolados oriundos de cerrado: *Entrophospora colombiana* Spain & Schank e *Scutellospora pellucida* (Nicol. & Schenck) Walker & Sanders e um isolado oriundo de agrossistema de milho: *Gigaspora margarita* Becker & Hall e dois tratamentos inoculados com populações nativas de FMAs: um oriundo de agrossistema de culturas anuais do campus da UFLA e o outro de população oriunda de uma reserva florestal também do campus da UFLA. Foi incluído também um controle não inoculado com FMAs.

Os fungos testados foram selecionados com base na ocorrência na região, efeitos conhecidos sobre outros hospedeiros e facilidade de multiplicação em culturas. Com exceção dos FMAs dos tratamentos agrossistema e floresta nativa, que foram coletados diretamente do solo do campo antes da aplicação, os demais fungos foram multiplicados em vaso de cultivo, utilizando, como substrato, uma mistura de solo:areia, na proporção 3:1 (v/v), empregando a *Brachiaria decumbens* Stapf. como planta multiplicadora. Constatada a esporulação, as espécies foram extraídas por peneiramento via úmida (Gerdemann & Nicolson, 1963) e aplicadas, via pipetagem de suspensão, sobre as radículas,

dispensando cerca de 200 esporos por plântula, em conformidade com os tratamentos. Nas populações coletadas diretamente do ecossistema, foram identificadas as seguintes espécies: no ecossistema de floresta estacional semidecídua montana, foram identificadas: *Gigaspora margarita*, *Glomus* ssp., *Acaulospora* sp. E, no agrossistema de culturas anuais: *Paraglomus occultum*, *Acaulospora* ssp., *Glomus* ssp. Visando equilibrar a microbiota da rizosfera entre os tratamentos, aplicou-se, em todos os vasos, 1 mL de um filtrado isento de propágulos micorrízicos, preparado com a mistura de todos os inoculantes testados como tratamento.

O estudo foi desenvolvido em vasos com capacidade de 3 L que continham material de um Latossolo Vermelho distrófico coletado na profundidade de 0– 0,2 m na localidade do Jaguará, sob cerrado, município de São João del Rei (MG). O solo apresentou as seguintes características químicas originais: pH em água = 5,5; P = 1,0 mg kg⁻¹ (Mehlich-1); K = 75 mg kg⁻¹; Ca = 1,0 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,6 cmol_c dm⁻³; H + Al = 4,0 cmol_c dm⁻³ e MO = 37 g kg⁻¹. O solo recebeu calcário dolomítico para elevar V para 60 % e, após a calagem e incubação, foi fumigado com a aplicação de 393 cm³ de Bromex (Brometo de metila 98 % + Cloropicrina 2 %) por m³ de solo, durante 48 h, em caixa de alvenaria vedada. Após fumigado, foi deixado 48 h livre ao ar para a exalação do excesso de gases e, em seguida, o teor de P do solo foi ajustado para 0,02 mg L⁻¹ de P em solução. As concentrações de P em solução foram determinadas pelo método de Murphy & Riley (1962), por espectrofotometria a 840 nm em solução do solo extraída por centrifugação (470 g). A dose necessária de P para atingir a concentração de 0,02 mg L⁻¹ foi de 300 mg de superfosfato triplo kg⁻¹ de solo seco. Empregou-se esta concentração de P por ser a que geralmente confere o benefício máximo dos FMAs para espécies nativas (Siqueira & Saggin-Júnior, 2001).

Para a obtenção das mudas, as sementes foram coletadas em diferentes locais da região sudeste, selecionadas e armazenadas em câmara fria à temperatura de 5 °C. As sementes foram desinfestadas superficialmente com hipoclorito de sódio 1 % por 1 min, lavadas repetidas vezes com água

destilada e submetidas à quebra de dormência, quando necessário, colocadas para germinar em bandejas com capacidade para 4 L com areia esterilizada e mantidas em câmara úmida (90 %), iluminada e temperatura a 25 °C. Sementes germinadas foram selecionadas pela uniformidade de tamanho e transplantadas, uma planta por vaso, quando receberam os tratamentos de inoculação, conforme já descrito.

Após um mês da repicagem, as plantas receberam, a cada 15 dias, adubação de cobertura, com 10 mL por vaso de solução nutritiva de Hoagland (1/10) (Hoagland & Arnon, 1950), para fornecer macro e micronutrientes, exceto o P. Além da omissão do fornecimento do P, para todas as espécies, foi excluído o N nas espécies leguminosas nodulíferas (tamboril, bico-de-pato, maricá e sábia), as quais foram inoculadas também com as estirpes de rizóbio selecionadas (Br 4406, INPA 60A, Br 3617 e 3405, respectivamente). Todos os ensaios foram realizados em casa de vegetação, por um período de 9 a 10 meses, sendo o solo irrigado, de modo a manter a umidade na capacidade de campo, com base no volume total de poros (VTP).

Ao final dos ensaios, avaliaram-se a massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas, a colonização micorrízica (CM) e os teores de nutrientes na matéria seca. Na colheita, parte aérea e raízes foram separadas e lavadas com água destilada e secas em estufa a 60 °C até atingir peso constante. Depois de pesada, a parte aérea foi moída e utilizada para determinação do teor de nutrientes. O N foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl (Liao, 1981), e a destilação e titulação, segundo Bremner & Edward (1965). No extrato obtido por digestão nitroperclórica, determinaram-se os teores de Ca e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; P, por fotolorimetria, e K, por fotometria de chama. Das raízes finas, de cada planta, armazenadas em FAA (formalina-álcool-ácido acético), 1 g foi clarificado e colorido com azul de tripano, (Phillips & Hayman, 1972) e avaliada a percentagem de segmentos colonizados (Giovannetti & Mosse, 1980).

Para melhor entendimento dos efeitos e comparação dos tratamentos, foram calculados diversos índices de acordo com as seguintes fórmulas:

a) Índice de compatibilidade absoluta (%) - ICA;

$$ICA = \frac{\text{número de espécies de plantas colonizadas}}{\text{número de plantas estudadas}} \times 100$$

b) Índice de compatibilidade funcional (%) - ICF;

$$ICF = \frac{\text{número de espécies de plantas com colonização } \geq 20\% \text{ (Copper, 1984)}}{\text{número de plantas estudadas}} \times 100$$

c) Índice de susceptibilidade micorrízica da planta (%) – ICp;

$$ICp = \frac{\text{número de fungos com os quais determinada espécie de planta apresentou CM } \geq \text{média}}{\text{número de tratamentos fungicos}} \times 100$$

d) Índice de amplitude de eficiência simbiótica do fungo (%) - IAEf;

$$\text{IAEf} = \frac{\text{número de espécies de plantas que o fungo estimulou o crescimento}}{\text{número de plantas estudadas}} \times 100$$

e) Índice de promiscuidade micotrófica da planta (%) - IPMp;

$$\text{IPMp} = \frac{\text{número de fungos com os quais determinada espécie de planta se beneficiou significativamente}}{\text{número de tratamentos fúngicos}} \times 100$$

f) Responsividade máxima da planta (%) - RMP,

$$\text{RMP} = \frac{(\text{MSPA máxima para planta inoculada}) - (\text{controle})}{\text{Controle}} \times 100$$

Todos os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias, utilizando-se o sistema de análise estatística denominado SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Colonização micorrízica

As plantas sem inoculação não apresentaram sinais de colonização por FMAs nas raízes. Nas inoculadas, a colonização micorrízica (CM) variou marcadamente entre os tratamentos fúngicos, de 0 a 92 % (Quadro 1). De todas as 16 espécies estudadas, apenas quatro não foram colonizadas por todos os fungos, sendo: a gravitinga por isolados de floresta, a mutamba por *G. gigantea*, a trema por *A. scrobiculata* e o cedro por *A. scrobiculata* e *Gl. etunicatum*. Verificou-se também baixa colonização por alguns fungos como a *A. scrobiculata* no fedegoso, gravitinga, pau-ferro, tamboril, trema e cedro, com

percentagem CM inferior a 10 %. Isto indica certa incompatibilidade destas espécies com a *A. scrobiculata*, enquanto, em outras, como bico-de-pato, marica e moreira, a colonização por este simbiote foi igual ou superior a 60 %, indicando elevada compatibilidade deste isolado com estas espécies. Comportamento semelhante foi encontrado em outras combinações estudadas. Por outro lado, *E. colombiana* e *Gl. clarum* foram capazes de colonizar todas as espécies estudadas. Estes resultados indicam, portanto, que há certa capacidade de discriminação entre os fungos e as plantas estudadas quanto ao grau de colonização das raízes.

Visando entender melhor a relação entre o fungo e os hospedeiros estudados, calculou-se o índice de compatibilidade absoluta (ICA), que indica a capacidade do fungo em colonizar diferentes espécies, independentemente da extensão da colonização. Este índice mostra a existência de alguma seletividade das espécies vegetais estudadas nesses fungos (Quadro 1), sendo *A. scrobiculata* o que mais segregou, apresentando o menor valor de ICA (88 %).

Quadro 1. Percentagens de colonização micorrízica nas raízes das espécies arbóreas estudadas sobre o efeito de inoculação ou não com FMAs. A- amplitude; X- médias de CM para cada FMA, ICA - índice de compatibilidade absoluta, IC_F - índice de compatibilidade funcional; IC_p - Índice de compatibilidade da planta e Y - média de CM para cada espécie vegetal.

Tratamento	ac ⁽¹⁾	em	ar	bp	cc	fe	gr	ip	ma	mo	mu	pf	sa	ta	tr	ce	A	X	ICA	IC _F
<i>S. pellucida</i>	55a	70ab	40a-c	89a	42a	33b-d	72a	78a	75ab	82a	71a-c	35a-d	43ab	78a	4cd	60a	4-89	58	100	94
<i>A. scrobiculata</i>	14b-d	14cd	19cd	69ab	37ab	8d	4cd	54a-c	60a-c	80a	55b-d	1d	10bc	7d	0d	0e	0-80	27	88	38
<i>E. colombiana</i>	43ab	13cd	69a	82a	12a-c	24cd	57a	80a	67a-c	79a	44cd	58ab	51ab	46bc	10b-d	65a	10-82	50	100	81
<i>G. gigantea</i>	15b-d	39a-c	20b-d	32bc	37ab	62a-c	19bc	4d	69a-c	69ab	0e	18b-d	53ab	6d	9cd	4c-e	0-69	29	94	50
<i>G. margarita</i>	24a-d	28bc	49a-c	51a-c	16a-c	73ab	67a	68ab	37a-d	36c	91a	56ab	53ab	12d	64a	1de	1-91	45	100	81
<i>Gl. Etunicatum</i>	6de	81a	7de	80a	21ab	58a-c	66a	5d	13d	31c	80ab	65a	84a	4d	34a-c	0e	0-84	40	94	69
<i>S. gregaria</i>	10c-e	32bc	20b-d	3d	1cd	76a	47ab	3d	34b-d	52bc	3e	7cd	40ab	8d	70a	2de	1-76	26	100	50
<i>Agrossistema</i>	25a-c	25bc	45a-c	73ab	40a	30b-d	19bc	53a-c	62a-c	77ab	3e	28a-d	26bc	4d	36a-c	26bc	3-77	36	100	81
<i>Gl. clarum</i>	24a-d	29bc	14c-e	78ab	10b-d	74ab	61a	45a-c	92a	91a	45cd	40a-c	49ab	57b	53ab	60a	10-92	51	100	88
Floresta	22b-d	37a-c	56ab	79ab	14a-c	9d	0d	49a-c	92a	92a	28d	58ab	88a	3d	2d	18cd	0-92	40	94	63
Y	24	37	34	64	23	45	41	44	60	69	42	37	50	23	28	24	-	-	-	-
Icp	50	30	50	80	40	50	60	70	70	70	60	50	50	30	50	40	-	-	-	-

⁽¹⁾ Espécies vegetais: açoita-cavalo = ac, embaúba = em, aroeirinha = ar, bico-de-pato = bp, cássia-carnaval = cc, fedegoso = fe, gravitinga = gr, pau-ferro = pf, ipê amarelo = ip, maricá = ma, moreira = mo, mutamba = mu, sabiá = sa, tamboril = ta, trema = tr, cedro = ce. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P ≤ 5 %).

Analisando a colonização funcional, aqui estabelecida, conforme Cooper (1984) com mínimo de 20 % de taxa de colonização, verificou-se que cinco fungos (*S. pellucida*, *E. colombiana*, *G. margarita*, *G. clarum* e fungos do agrossistema) apresentaram elevados valores, enquanto *A. scrobiculata*, *G. gigantea* e *S. gregaria* apresentaram baixos índices de compatibilidade funcional. Isto indica que os primeiros fungos apresentaram maior compatibilidade com estas espécies, enquanto os últimos mostraram-se menos compatíveis. Por outro lado, o índice de compatibilidade das plantas (ICp) com os fungos mostrou que o bico-de-pato é a espécie hospedeira de maior compatibilidade, estabelecendo associação com 80 % dos fungos, seguida pelo ipê, maricá e moreira, que apresentaram ICp de 70 %, e pela gravitinga e mutamba, com ICp de 60 %. As demais espécies apresentaram valores de $I_{cp} \leq 50$ %, destacando-se a embaúba e o tamboril com índices de apenas 30 %, sendo estas restritivas aos fungos avaliados, e colonizadas, preferencialmente, por poucos isolados, indicando a existência de preferência entre hospedeiro-endofito (McGonigle & Fitter, 1990), comportamento este já constatado em plantas cultivadas por Schenck & Kinloch (1980) e em leguminosas forrageiras (Giovannetti & Hepper, 1985).

Como as micorrizas desempenham papel importante no crescimento das espécies arbóreas, pode-se inferir que aquelas com maiores ICp apresentam maior chance de sobreviver e competir melhor na natureza, por terem maiores chances de serem colonizadas pelos FMAs existentes no solo, ao contrário daquelas com baixo ICp que são mais seletivas. Flores-Aylas et al. (2003) estudaram os efeitos da inoculação com *G. etunicatum* em seis espécies arbóreas (fedegoso, mutamba, gravitinga, aroeirinha e trema) em condições de semeadura mista e observaram resultados de colonização micorrízica coincidentes e discordantes, dependendo da espécie. As condições experimentais eram diferentes, o que pode ter contribuído para esses resultados distintos observados para a gravitinga e aroeirinha. Os estudos de Siqueira & Saggin-Junior (2001) e Siqueira et al. (1998), com espécies arbóreas inoculadas com *Gl. etunicatum* e mistura de *Gl. etunicatum* e *G. margarita*, envolvendo várias espécies do presentes estudo, confirmam os resultados de colonização aqui relatados para a maioria das espécies.

A colonização micorrízica é influenciada também por diversos fatores externos, destacando-se a disponibilidade de P (Habte & Manjunath, 1991), sendo os efeitos deste nutriente sobre a colonização diferenciados para hospedeiros. Esses autores sugeriram que a concentração de $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ de P na solução do solo é próxima ao ótimo para a colonização e atividade das micorrizas, o que foi confirmado para espécies arbóreas tropicais por Siqueira & Saggin-Junior (2001). Embora as interferências do P no estado nutricional da planta e na regulação da colonização (Siqueira et al., 1984)

não possam ser descartadas, os resultados apresentados para as combinações planta-fungo, no presente trabalho, expressam diferenças de compatibilidade entre estes parceiros simbióticos, refletindo características intrínsecas das plantas e dos fungos nas condições estudadas. A diversidade de fungos e plantas estudadas e a complexidade dos mecanismos que controlam o estabelecimento da relação explicam as variações encontradas na compatibilidade entre estes parceiros (Koide & Schreiner, 1992). Apesar das diferenças encontradas, os resultados indicam que as micorrizas arbusculares apresentam baixa especificidade na colonização, quando comparadas a outras relações simbióticas entre plantas e microrganismos.

Produção de matéria seca

Os diferentes tratamentos de inoculação fúngica exerceram efeitos significativos e diferenciados na produção de matéria seca da parte aérea das espécies vegetais (Figura 1). Para açoita-cavalo e embaúba, com exceção de *S. gregaria* e *A. scrobiculata*, respectivamente, todos os fungos tiveram efeito positivo no crescimento com incrementos relativos que atingiram 320 e 500 %, respectivamente, em relação ao controle; já o bico-de-pato somente não respondeu a *A. scrobiculata* e *G. gigantea* e apresentou respostas menos acentuadas quando comparado às espécies mencionadas. A gravitinga beneficiou-se da *S. gregaria* e dos isolados provenientes da floresta, e o fedegoso não respondeu a *S. gregaria*, *S. pellucida* e *A. scrobiculata*. O ipê mostrou melhor resposta às espécies *S. pellucida*, *E. colombiana*, *G. margarita*, fungos da floresta, do agrossistema e *G. clarum*. Para outras espécies, como a aroeirinha, cássia-carnaval e gravitinga, foram verificados efeitos positivos dos fungos, quando comparado ao controle, porém sem diferenças acentuadas entre os diversos tratamentos. As respostas positivas para o tamboril somente ocorreram com *S. pellucida* e *Gl. clarum*. Já o cedro se beneficiou somente da *S. pellucida*, *E. colombiana* e do *Gl. Clarum* e a mutamba apresentou resposta apenas com *Gl. clarum*, *Gl. etunicatum* e *G. margarita*. Estes resultados indicam incompatibilidade destas espécies com certos fungos incluídos no estudo. As espécies de planta apresentaram crescimento diferenciado: o açoita-cavalo, a embaúba e a gravitinga foram as que mais cresceram, produzindo matéria seca máxima superior a 28 g planta^{-1} .

É interessante o fato de que essa maior produção de matéria seca foi obtida quando estas plantas foram colonizadas pelo mesmo fungo, *Gl. clarum*. Também é interessante o fato de que todos os fungos foram capazes de estimular pelo menos uma espécie de planta, embora todas elas tenham de responder a pelo menos um fungo, ficando evidente que o benefício desta simbiose depende da combinação fungo-planta. Os incrementos de massa seca da parte aérea, devidos à inoculação, atingiram valores

elevados como 610 %, para trema, e de 1.707 %, para gravitinga, indicando que a dose de P empregada ($0,02 \text{ mg L}^{-1}$) foi adequada para avaliar os efeitos dos FMAs, corroborando outros estudos com espécies nativas no sudeste brasileiro (Siqueira et al., 1998). Trema e gravitinga são espécies de rápido crescimento e, para atender à grande demanda nutricional, em condições de baixo P disponível, associam-se a esses fungos. Quando estas não são micorrizadas, apresentam elevada exigência externa em P e não respondem à inoculação, quando crescem em condições de suprimento adequado deste nutriente. Por este comportamento, são consideradas muito responsivas às micorrizas, porém apresentam baixa dependência ao micotrofismo (Siqueira & Saggin-Junior, 2001).

Para avaliar melhor a amplitude de resposta dos fungos, calculou-se o índice de amplitude de eficiência simbiótica destes (IAE_p), o qual é um indicador da diversidade da eficiência dos fungos para o conjunto de espécies estudadas (Figura 2). Observa-se que apenas o *G. clarum* teve efeito significativo no crescimento de todas as espécies, não apresentando qualquer restrição por parte dos 16 hospedeiros estudados, enquanto a *A. scrobiculata* foi a espécie que apresentou o espectro de eficiência mais reduzido ou restrito. De fato, esta espécie teve efeito somente sobre a gravitinga e mutamba (Quadro 1). Com base neste índice, os fungos podem ser arbitrariamente categorizados em: eficiência ampla (*G. clarum*, *E. colombiana*, *S. pellucida* e *Gl. etunicatum*), intermediária (agrossistema e *G. margarita*), restrita

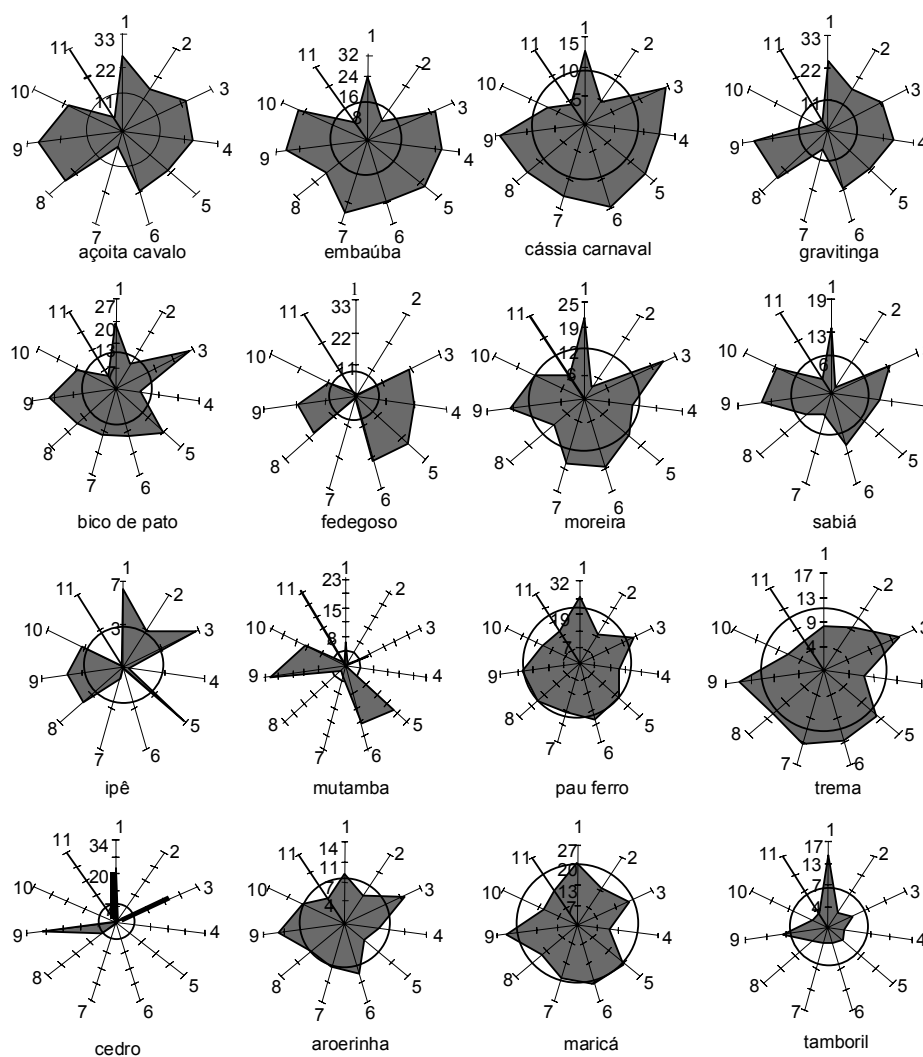


Figura 1. Peso de matéria seca da parte aérea, (g planta^{-1} , conforme escala no eixo numero 1 de cada gráfico aos 9-10 meses após a germinação), das espécies arbóreas inoculadas ou não com fungos micorrízicos arbusculares: 1- *S. pellucida*, 2- *A. scrobiculata*, 3- *E. colombiana*, 4- *G. gigantea*, 5- *G. margarita*, 6- *G. etunicatum*, 7- *S. gregaria*, 8- Espécies de agrossistema, 9- *G. clarum*, 10- Espécies da floresta, 11- Controle. Círculos com linhas contínuas ao centro das figuras correspondem à matéria seca do controle + dmS e comparam os efeitos dos tratamentos. Os tratamentos cuja produção extrapola o círculo diferem ($P \leq 0,05$, Tukey) do controle sem inoculação.

(floresta, *G. gigantea* e *S. gregaria*) e muito restrita (*A. scrobiculata*). Verifica-se que os fungos de ampla faixa de eficiência e comportamento generalista apresentam valores médios a elevados de CM e alto índice de compatibilidade funcional. Isto significa que estes são capazes de colonizar a maior parte das espécies e estabelecer uma associação mutualística com estas, sendo, portanto, as espécies fúngicas de maior potencial para introdução em programas de reflorestamentos com nativas, pois facilitarão o crescimento de maior número de espécies e, assim, poderão favorecer a diversidade da área reflorestada.

Estudos de levantamento da diversidade de FMAs no sudeste (Siqueira et al., 1989; Saggin-Junior & Siqueira, 1996) e outras regiões do Brasil (Sturmer & Siqueira, 2006), bem como na Grande Savana Venezuelana (Cuenca et al., 1998), identificaram espécies do gênero *Acaulospora* como as de maior índice de ocorrência e elevada adaptabilidade ambiental em agrossistemas, quando comparadas às dos ecossistemas naturais. A *A. scrobiculata* apresentou, no presente estudo, um comportamento muito restrito de eficiência, IAE_f de 13 %. Isto pode, no entanto, explicar sua reduzida incidência, esperando-se um papel ecológico reduzido desta espécie de *Acaulospora* nos ecossistemas florestais. Conforme indicado por Bever (2002), há uma estreita relação entre a afinidade dos FMAs e seus hospedeiros com a comunidade destes fungos encontrada em determinado local. Quando uma floresta é perturbada, ocorre uma diminuição ou eliminação das espécies de FMAs mais adaptadas aos hospedeiros e ao ambiente no interior da mesma e uma seleção daquelas que melhor se adaptam ao novo ambiente, refletindo a existência de hospedeiros de maior compatibilidade (Zangaro et al., 2000).

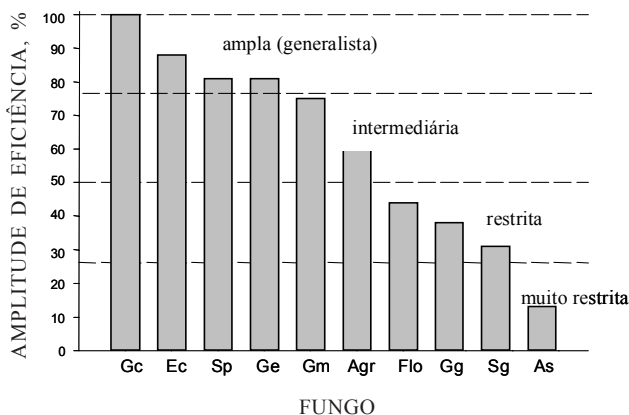


Figura 2. Índice de amplitude de eficiência dos fungos (IAE_f): Gc-*G. clarum*, Ec-*E. colombiana*, Sp-*S. pellucida*, Ge-*G. etunicatum*, Gm-*G. margarita*, Agr-Espécies de agrossistema, Flo-Espécies de floresta, Gg-*G. gigantea*, Sg-*S. gregaria*, As-*A. scrobiculata*.

A compatibilidade planta-fungo pode também ser determinada pela susceptibilidade e resposta da planta hospedeira a determinado fungo, conforme avaliado pelo índice de promiscuidade micotrófica da planta (IPMp) (Figura 3). Este índice variou de 20 a 90 %, mostrando um comportamento muito variável das espécies em relação aos fungos. Nenhuma delas beneficiou-se de todos os fungos, enquanto, em outro extremo, várias se beneficiaram de poucos, como é o caso do tamboril, evidenciando certo grau de restrição desta espécie aos fungos inoculados. Baseando no comportamento diferenciado quanto ao IPMp, as espécies foram arbitrariamente categorizadas em: promíscuas ou generalistas, de promiscuidades intermediárias, restritas e muito restritas, sendo a maioria pertencente à categoria intermediária e ampla. A compatibilidade planta-fungo tem relação com o comportamento sucessional da espécie vegetal. A maioria, cerca de 75 % das espécies de comportamento restrito, pertence ao grupo das clímax, enquanto as mais promíscuas são pioneiras ou secundárias iniciais. Siqueira et al. (1998) demonstraram que o grau de colonização micorrízica e responsividade à micorrização de espécies arbóreas decresce com o avanço no grau de sucessão destas. As clímax, em geral, apresentam baixa susceptibilidade à micorrização ou são imunes à colonização pelos FMAs. Resultados semelhantes deste comportamento foram relatados por Zangaro et al. (2002), para 81 espécies arbóreas encontradas em matas nativas do Paraná, e ajudam a explicar o comportamento mais generalista das pioneiras e secundárias iniciais e o mais específico das espécies do estágio sucessional mais tardio (clímax). Deve-se ressaltar que pode ocorrer variabilidade interespecífica para susceptibilidade e resposta à micorrização, mas, de modo geral, as espécies de sementes pequenas e de rápido crescimento (pioneiras) tendem a apresentar comportamento mais generalista em relação aos FMAs, representando uma estratégia ecológica para o estabelecimento em áreas desmatadas.

A responsividade máxima das plantas e do respectivos fungos também variou muito. O cedro foi a espécie mais responsiva, aproximadamente 10.000 %, seguida pelo ipê, com 5.900 %; a mutamba, com 2.910 %, e o fedegoso, com 1.400 % com *G. margarita*, e, para as demais espécies, estes efeitos foram menores, oscilando de 670 a 66 %. Deve-se ressaltar que a espécie de maior responsividade, o cedro, tem comportamento restrito em relação aos fungos, beneficiando-se de apenas três fungos. O *Gl. clarum* foi o fungo que promoveu resposta máxima no maior número de espécies, nove das 16 estudadas, seguido pela *E. colombiana*, que garantiu responsividade máxima a três espécies. Valores de responsividade desta mesma magnitude são relatados para diversas espécies inoculadas com *Gl. etunicatum* (Siqueira & Saggin-Junior, 2001). O *Gl. clarum* apresentou elevada compatibilidade

simbiótica com estas espécies, nas condições estudadas, mas sua eficiência em diferentes hospedeiros variou consideravelmente, indicando a influência da planta na responsividade micorrízica. Esses resultados mostram que diferentes combinações fungo-planta podem exibir acentuadas diferenças funcionais (Giovannetti & Hepper, 1985; Alexander et al., 1992), resultando em graus variados de compatibilidade simbiótica.

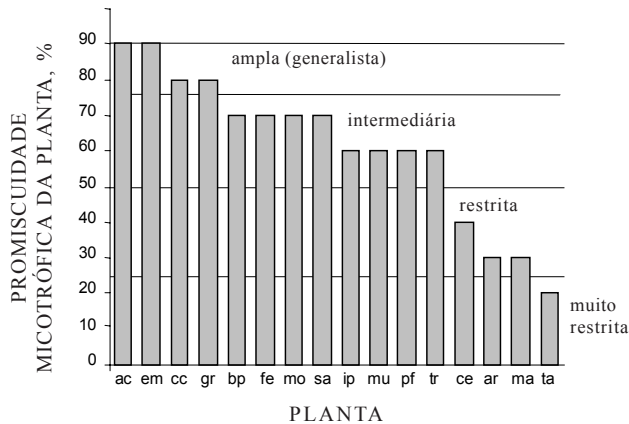


Figura 3. Índice de promiscuidade micotrófica (IPMp) das diferentes espécies vegetais. ac - açoita-cavalo; em - embaúba; cc - cássia-carnaval; gr - gravitinga; bp - bico-de-pato; fe - fedegoso; mo - moreira; sa - sábia; ip - ipê amarelo; mu - mutamba; pf - pau-de-ferro; tr - tremã; ce - cedro; ar - aroeirinha; ma - maricá; ta - tamboril.

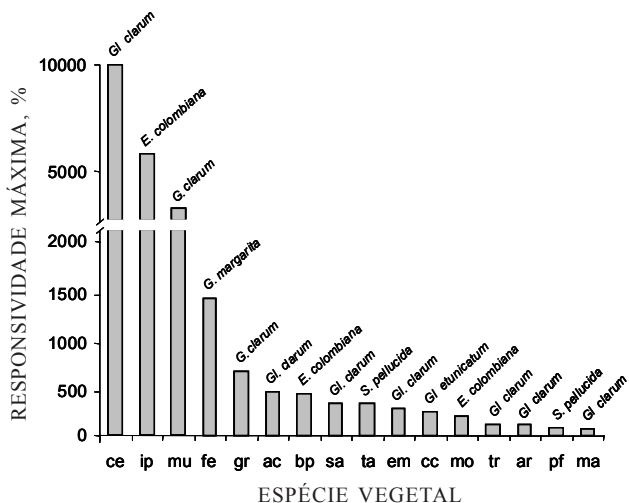


Figura 4. Responsividade máxima da planta - RMP da planta e respectivo isolado. ce - cedro; ip - ipê; mu - mutamba; fe - fedegoso; gr - gravitinga; ac - açoita-cavalo; bp - bico-de-pato; sa - sábia ta - tamboril; em - embaúba; cc - cássia-carnaval; mo - moreira; tr - tremã; ar - aroeirinha; pf - pau-de-ferro; ma - maricá.

Nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas

Os teores de nutrientes variaram muito nas diferentes espécies e foram influenciados pela inoculação de FMAs. Essas variações dependeram mais da espécie vegetal do que dos tratamentos com diferentes fungos, motivo pelo qual são apresentados apenas resultados parciais, mostrando os teores no controle e em tratamentos de inoculação com efeitos significativos (Quadro 2). Os teores de P foram os mais influenciados pela inoculação. Em 13 espécies vegetais, das 16 estudadas, pelo menos um dos tratamentos de inoculação aumentou o teor deste nutriente, em relação ao controle sem o fungo, sendo, portanto, o efeito nutricional mais consistente da inoculação com FMAs. Entretanto, os fungos responsáveis por estes efeitos variaram com as espécies vegetais. Os FMAs não aumentaram os teores de P somente em três espécies (açoita-cavalo, embaúba e moreira), mas os fungos que tiveram efeito positivo foram diferentes para cada espécie. Algumas espécies tiveram a absorção de P favorecida por um único fungo, como foi o caso da aroeirinha, fedegoso, sábia, bico-de-pato, cássia-carnaval, pau-ferro, maricá e cedro), enquanto, em outras, isto ocorreu em vários tratamentos. *G. clarum* e *A. scrobiculata* foram os fungos com maior frequência de favorecimento na absorção de P, mesmo assim aumentaram o teor deste nutriente em apenas quatro das 16 espécies estudadas. Os isolados do agrossistema influenciaram positivamente o teor de P em seis das espécies vegetais. Em contrapartida, não foi verificado efeito do *Gl. etunicatum* em nenhuma das espécies. Uma análise da relação entre os efeitos nutricionais e crescimento mostra que, em apenas seis das 16 espécies vegetais estudadas, o tratamento de máxima responsividade (Figura 4) esteve dentre os tratamentos que propiciaram aumento no teor de P em relação ao controle. Portanto, fica evidente uma fraca relação entre os benefícios nutricionais e os benefícios no crescimento, embora o solo tenha sido tratado com 300 mg kg⁻¹ de superfosfato triplo.

Houve efeito dos tratamentos nos teores de outros nutrientes, estes efeitos, porém, foram menos frequentes, casuais e sem consistência com os tratamentos de inoculação, refletindo o elevado grau de complexidade da interação fungo-hospedeiro. Algumas espécies de plantas responderam a maior número de tratamentos, enquanto outras não responderam a nenhum deles. Por exemplo, a cássia exibiu teores mais elevados de N na maioria dos tratamentos, não sendo constatado este efeito apenas quando inoculada com *S. pellucida* e isolados de Floresta. Do mesmo modo o cedro respondeu positivamente a *S. pellucida*, *A. scrobiculata*, *E. colombiana*, *G. gigantea* e *Gl. clarum*. Já a embaúba, açoita-cavalo e moreira não tiveram os teores de N elevados por nenhum tratamento e, de modo geral, *A. scrobiculata* e *G. gigantea* foram os fungos que

Quadro 2. Teor de fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio e zinco na matéria seca da parte aérea das diferentes espécies vegetais estudadas, sob influência da inoculação com FMAs

Espécie	P		N		K		Ca		Zn	
	Controle	Inoculado ⁽¹⁾	Controle	Inoculado	Controle	Inoculado	Controle	Inoculado	Controle	Inoculado
g kg ⁻¹										
A.-cavalo	0,95	0,99 ^{ns}	15,1	10,7 ^{ns}	5,3	5,6 ^{ns}	17,6	17,8 ^{ns}	20,2	36,8*
Embaúba	0,55	0,68 ^{ns}	13,2	7,6 ^{ns}	4,6	8,85*	19,8	39,2*	11,6	21,5*
Aroeira	0,98	1,73*	10,0	21,5*	14,2	16,8 ^{ns}	13,9	12,5 ^{ns}	16,1	12,6 ^{ns}
Bico-de-pato	0,76	1,68*	14,8	29,7*	18,9	32,7*	22,9	24,5 ^{ns}	11,4	23,1*
C.-carnaval	0,91	1,94*	6,9	18,2*	15,8	16,1 ^{ns}	17,3	25,9*	9,1	8,1 ^{ns}
Fedegoso	0,68	1,28*	13,4	18,2*	5,3	9,3*	29,9	28,1 ^{ns}	16,5	13,9 ^{ns}
Gravitinga	0,94	1,60*	6,9	9,8*	8,4	6,9 ^{ns}	31,8	30,3 ^{ns}	15,9	28,7*
Ipê	1,52	2,42*	17,6	21,3*	4,9	10,2*	17,3	26,2*	19,6	40,2*
Maricá	0,97	1,63*	19,3	19,1 ^{ns}	14,8	15,2 ^{ns}	14,9	16,6 ^{ns}	9,7	16,1*
Moreira	1,34	1,48 ^{ns}	31,8	32,0 ^{ns}	27,7	26,0 ^{ns}	40,6	42,2 ^{ns}	10,6	10,8 ^{ns}
Mutamba	0,79	1,17*	12,3	16,8*	7,3	7,2 ^{ns}	25,0	23,5 ^{ns}	13,0	18,4*
Pau-de-ferro	0,50	0,88*	7,6	11,3*	10,5	14,2*	9,97	21,2*	5,3	12,2*
Sabiá	0,85	1,46*	14,0	21,8*	11,4	21,5*	17,8	18,4 ^{ns}	3,2	8,7*
Tamboril	0,76	1,30*	16,5	16,7 ^{ns}	10,2	7,3 ^{ns}	11,3	14,8*	28,2	25,8 ^{ns}
Trema	0,77	1,34*	19,0	16,8 ^{ns}	5,0	10,0*	36,6	27,7 ^{ns}	14,9	15,7 ^{ns}
Cedro	0,52	1,22*	5,8	16,5*	2,6	8,9*	12,9	21,8*	24,4	55,7*

⁽¹⁾ Média de tratamentos com efeito significativo ($P \leq 0,05$) ou sem efeito; ns = variação não-significativa do teor do nutriente entre controle e inoculado; * = tratamentos de inoculação com efeito significativo ($P \leq 0,05$) em relação ao controle.

beneficiaram os teores de N no maior número de espécies. Os teores de K foram menos influenciados que os de N e P (Quadro 2). Verificou-se que, para cerca da metade das espécies, não houve efeito dos tratamentos sobre esta variável. Para os teores de Ca e Zn, foram observadas respostas também inconsistentes, sendo mais freqüentes as respostas para os teores de Zn que para Ca. Os teores de Zn foram elevados em dez espécies em resposta a pelo menos um dos tratamentos de FMAs, havendo certa associação positiva entre este efeito e a produção de matéria seca. Em cerca de 60 % dos tratamentos, que aumentaram os teores de Zn na parte aérea, também houve aumento da matéria seca da planta, em relação ao controle não inoculado. Isto indica que, tal como verificado para o P, as micorrizas parecem ser importantes para a melhor nutrição das espécies nativas, um aspecto ainda pouco estudado para estas espécies. Em alguns tratamentos, os FMAs reduziram o teor de nutrientes na parte aérea, em relação ao controle sem inoculação. Este é um efeito bastante comum das micorrizas, sendo resultante do crescimento diferenciado das plantas, as quais produzem mais matéria seca quando inoculadas, resultando em diluição dos nutrientes nesta (Jarrel & Beverly, 1981).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os resultados do comportamento das diferentes combinações fungo-hospedeiro indicaram a existência de certa seletividade entre estes organismos,

havendo relações preferenciais ou discriminatórias em certas combinações. Este é aspecto importante no contexto dos efeitos dos FMAs no crescimento de espécies individuais e do papel desses fungos na estruturação das comunidades e no funcionamento dos ecossistemas. Este conhecimento é de grande interesse na reabilitação ambiental em áreas tropicais, onde predominam solos de baixa fertilidade, condições em que as micorrizas são essenciais na revegetação. Em áreas degradadas, a falta de raízes de plantas hospedeiras causa a redução da densidade de propágulos de FMAs, tornando-se necessária a introdução destes fungos ou a adoção de práticas que aumentem a densidade dos mesmos (Jasper et al., 1992). Neste caso, a amplitude de eficiência simbiótica dos FMAs torna-se importante fator para a revegetação, considerando que os fungos capazes de colonizar, de modo eficiente, maior número de hospedeiros desempenharão melhor papel reabilitador.

Os dados do presente estudo indicam o *Gl clarum*, *E. colombiana*, *S. pellucida* e *Gl. etunicatum* como as espécies mais promissoras para estudos, visando à aplicação dos FMAs no reflorestamento com espécies nativas. Estes, por serem capazes de colonizar maior número de espécies, serão estabelecidos com mais facilidade, na área e contribuirão mais para o processo sucessório da vegetação. Por outro lado, as espécies de baixa amplitude de eficiência terão contribuição mais limitada para a revegetação.

Este estudo indica também que se deve dar preferência a espécies vegetais mais promíscuas, em relação a estes simbioss. Estas, por apresentarem

elevada compatibilidade com os fungos, promoverão, com maior eficiência e rapidez, o aumento da densidade e diversidade de propágulos, facilitando o crescimento de maior número de espécies e, assim, contribuindo para aumentar a diversidade acima e abaixo da superfície do solo. Plantas que exibiram alta seletividade aos FMAs, como é o caso do cedro, aroeirinha, maricá e tamboril, terão menores chances de sobrevivência em áreas degradadas ao contrário daquelas menos seletivas, como o açoita-cavalo, a embaúba, a cássia-carnaval e a gravitinga. Destacam-se, como exemplos extremos nesta característica, a embaúba, a qual apresentou índice de promiscuidade micorrízica de 90 %, e o tamboril, que teve índice de apenas 20 %. Esta característica associa-se ao comportamento da embaúba como pioneira no sudeste brasileiro, onde seu crescimento é geralmente dependente da micotrofia (Siqueira et al., 1998). Por ser uma planta sem especificidade em relação aos FMAs, esta terá maior chance de ser colonizada espontaneamente pelos fungos indígenas, ampliando sua capacidade de absorver nutrientes e crescer, de modo competitivo, no ambiente. Para maximizar os benefícios reabilitadores dos FMAs, é necessário aplicar P nos solos de fertilidade muito baixa.

CONCLUSÕES

1. As 16 espécies vegetais estudadas apresentaram comportamento diferenciado em relação à susceptibilidade à colonização micorrízica e efeitos no crescimento por oito espécies e duas populações mistas de fungos micorrízicos arbusculares. Estas espécies vegetais apresentaram um espectro de promiscuidade simbiótica variável de restritivas a generalistas

2. As espécies *Scutellospora pellucida*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora gregária*, *Gomus clarum* e isolados de agrossistema colonizaram todas as espécies vegetais avaliadas, enquanto a *Acaulospora scrobiculata*, *Gigaspora gigantea*, *Glomus etunicatum* e isolados oriundos da floresta deixaram de colonizar ao menos uma destas espécies.

3. A amplitude de eficiência simbiótica dos fungos também variou muito, sendo o *Glomus clarum* e a *Entrophospora colombiana* os fungos de maior amplitude e a *Acaulospora scrobiculata* a espécie de comportamento mais restrito em relação aos hospedeiros estudados.

4. O comportamento geral das diversas combinações fungo-hospedeiro estudadas indicou a existência de certa seletividade e ampla variação na compatibilidade das micorrizas de espécies arbóreas tropicais.

5. Por apresentar ampla compatibilidade com fungos micorrízicos, as espécies açoita-cavalo,

embaúba, cássia-carnaval e gravitinga mostraram maior potencial para reabilitação de áreas degradadas; e, por comportarem-se como generalistas, em relação aos hospedeiros *Glomus clarum*, *Entrophospora colombiana*, *Scutellospora pellucida* e *Glomus etunicatum*, são as espécies fúngicas mais recomendadas para programas de reflorestamento com espécies nativas comuns do Sudeste brasileiro.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, L.K. & ROBSON, A.D. The role of vesicular-arbuscular mycorrhizal in agriculture and selection of fungi for inoculation. *Aust. J. Agric. Res.*, 3:389-408, 1982.
- ALEXANDER, I.; AHMAD, N. & SEE, S.S. The role of mycorrhizas in the regeneration of some Malaysian forest trees. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 335:379-388, 1992.
- BEVER, J.D. Host-specificity of AM fungal population growth rates can generate feedback on plant growth. *Plant Soil*, 244:281-290, 2002.
- BREMNER, J.M. & EDWARDS, H.P. Determination and isotope ratio analyses of different forms of nitrogen in soils. I. Apparatus and procedures for distillation and determination for ammonium. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 29:504-507, 1965.
- COPPER, K.M. Physiology of VA mycorrhizal associations. In: POWELL, C.L. & BAGYARAJ, D.J., eds. *VA Mycorrhiza*. Boca Raton, CRC Press, 1984. p.155-189.
- CUENCA, G.; ANDRADE, Z. & ESCALANTE, G. Diversity of Glomalean spores from natural disturbed and revegetated communities growing on nutrient-poor tropical soils. *Soil Biol. Biochem.*, 30:711-719, 1998.
- FLORES-AYLAS, W.W., SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. & DAVIDE, A.C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. *Pesq. Agropec. Bras.*, 38:257-266, 2003.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 46:235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M. & HEPPEL, C.M. Vesicular-mycorrhizal infection in *Hedysarum coronarium* and *Onobrychis viciaefolia*: host-endophyte specificity, *Soil Biol. Biochem.*, 17:899-900, 1985.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular infection in roots. *New Phytol.*, 84:489-500, 1980.
- HABTE, M. & MANJUNATH, A. Categories of vesicular-arbuscular dependency of host species. *Mycorrhiza*, 1:3-12, 1991.
- HERRERA, R.A.; ULLOA, D.R.; VALDÉS-LAFONT, O.; PRIEGO, A.G. & VALDÉS, A.R. Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity. *Nature & Res.*, 33:1-17, 1997.
- HOAGLAND, O.R. & ARNON, O.I. The water-culture method for growing plants without soil. California, Agriculture Experimental Station, 1950. 32p. (Circular, 37)

- JANOS, D.P. Mycorrhizas, succession and rehabilitation of deforested lands in the humid tropics. In: FRANKLAND, J.C. & GADD, G.M., ed. *Fungi and environmental change*. Cambridge, Univ. Press, 1996. p.1-18. (British Mycological Society Symposium, 20)
- JARREL, W.M. & BEVERY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Adv. Agron.*, 34:197-224, 1981.
- JASPER, D.A.; ABBOTT, L.K. & ROBSON, A.D. Soil disturbance in native ecosystems – The decline and recovery of infectivity of VA mycorrhizal fungi. In: READ, D.J.; LEWIS, D.H.; FITTER, A.H. & ALEXANDER, I.J., eds. *Mycorrhizas in ecosystems*. Wallingford, CAB International, 1992. p.151-155.
- KOIDE, R.T. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytol.*, 117:365-386. 1991.
- KOIDE, R.T. & SCHREINER, R.P. Regulation of vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Ann. R. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43:557-581, 1992.
- LIAO, C.F.H. Devarda's alloy method for total nitrogen determination. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 45:852-855, 1981.
- LORENZI, H. *Arvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Plantarum, 1992. 352p.
- MCGONIGLE, T.P. & FITTER, A.H. Ecological specificity of vesicular arbuscular mycorrhizal associations. *Mycol. Res.*, 94:120-122, 1990.
- MURPHY, J. & RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural water. *Anal. Chim. Acta*, 27:31-36, 1962.
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 55:158-161, 1972.
- ROGERS, J.B.; CHRISTIE, P. & LAIDLAW, A.S. Some evidence of host specificity in arbuscular mycorrhizas. *Pedosphere*, 4:377-381, 1994.
- 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, 1996. p.203-254.
- SANDERS, I.R.; CLAPP, J.P. & WIEMKEN, A. The genetic diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in natural ecosystems – A key to understanding the ecology and functioning of mycorrhizal symbiosis, *New Phytol.*, 133:123-134, 1996.
- SCHENCK, N.C. & KINLOCH, R.A. Incidence of mycorrhizal fungi on six field crops in monoculture on a newly cleared woodland site. *Mycologia*, 72:445-456. 1980.
- SIQUEIRA, J.O.; HUBBELL, D.H. & VALLE, R.R. Effects of phosphorus on formations of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Pesq. Agropec. Bras.*, 19:1465-1474, 1984.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. & SCHENCK, N.C. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas do Estado de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.*, 24:1499-1506, 1989.
- SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M. & ARAUJO, R. *Microrganismos e processos biológicos do solo*. Perspectiva Ambiental. Brasília, DF. Embrapa, 1994. 142p.
- SIQUEIRA, J.O. & SAGGIN-JUNIOR, O.J. The importance of mycorrhizae association in natural low-fertility soils. In: MACHADO, A.T.; MAGNAVACA, R.; PANDEY, S. & SILVA, A.F., eds. *International symposium on environmental stress: Maize in perspective*. México, CIMMVT/UNDP, 1995. 449p.
- SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C.; CURI, N.; ROSADO, S.C.S. & DAVIDE, A.C. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native woody species as related to successional groups in South. Brazil. *For. Ecol. Manag.*, 107:241-252, 1998.
- SIQUEIRA, J.O. & SAGGIN-JUNIOR, O.J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of Brazilian native wood species. *Mycorrhiza*, 11:245-255, 2001.
- STÜRMER, S.L. & SIQUEIRA, J.O. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazilian ecosystems. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. & BRUSSAARD, L., eds. *Soil biodiversity an Amazonian and other Brazilian ecosystems*. Wallingford, CABI-Publishing, 2006. cap.10.
- SMITH, E.S. & READ, J.D. *Mycorrhizal symbiosis*. 2.ed. New York, Academic Press, 1997. 605p.
- St. JOHN, T.V. & COLEMAN, D.C. The role of mycorrhizae in plant ecology. *Can. J., Bot.*, 61:1005-1014, 1983.
- ZANGARO, W.; BONONI, V.L.R. & TRUFEN, S.B. Mycorrhizal dependency, inoculum potential and habitat preference of native woody species in South Brazil. *J. Trop. Ecol.*, 16:603-622, 2000.
- ZANGARO, W.; NISHIZAKI, S.M.A.; DOMINGOS, J.C.B. & NAKANO, E.M. Micorrizas arbusculares em espécies arbóreas nativas da bacia do Rio Tibagi, Paraná. *Cerne*, 8:77-87, 2002.