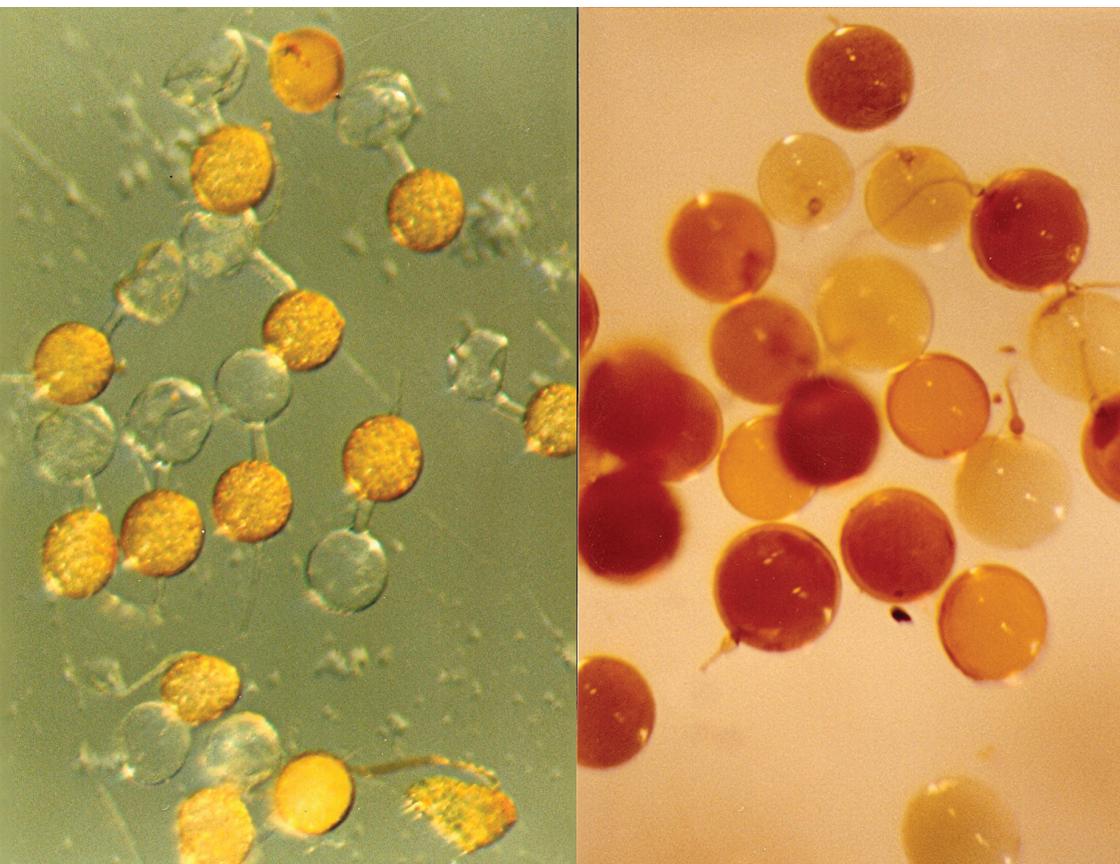


**Fungos Micorrízicos
Arbusculares em Áreas de
Agricultores Familiares da
Comunidade Água Boa 2,
Rio Pardo de Minas, MG**



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 296

Fungos Micorrízicos Arbusculares em Áreas de Agricultores Familiares da Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG

Sueli Gomes Fernandes

Cynthia Torres de Toledo Machado

Valter Lopes

Marina de Fátima Vilela

Luiz Arnaldo Fernandes

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Fabiano Bastos*

Capa: *Fabiano Bastos*

Foto da capa: *Valter Lopes*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2010): tiragem 100 exemplares

1ª edição online (2010)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

F981 Fungos micorrízicos arbusculares em áreas de agricultores familiares da comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG / Sueli Gomes Fernandes... [et al.]. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.
28 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 296).

1. Fungo. 2. Micorriza arbuscular. 3. Agricultura familiar.
I. Fernandes, Sueli Gomes. II. Série.

579.5 - CDD 21

© Embrapa 2010

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	26
Referências	26

Fungos Micorrízicos Arbusculares em Áreas de Agricultores Familiares da Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG

Sueli Gomes Fernandes¹; Cynthia Torres de Toledo Machado²; Valter Lopes³; Marina de Fátima Vilela⁴; Luiz Arnaldo Fernandes⁵

Resumo

Simbioses e práticas agrícolas que diminuam a dependência de insumos externos e viabilizem a produtividade de sistemas agrícolas familiares são necessárias e demandam manejo diferenciado do solo, culturas e insumos. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) ocorrem naturalmente nos solos, são componentes dos sistemas de produção agrícola e colonizam as raízes da maioria das plantas, contribuindo para o seu crescimento. Solos de estabelecimentos agrícolas da Comunidade Água Boa 2, em Rio Pardo de Minas, MG, foram caracterizados quanto à ocorrência de FMAs, em amostras coletadas na região de abrangência dos sistemas radiculares das principais culturas. Os esporos de FMAs foram extraídos por peneiramento úmido, quantificados em 50 g de solo, identificando-se os gêneros. As mesmas áreas foram amostradas para análises químicas e granulométricas. Os gêneros *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* e *Scutellospora* ocorreram em todas as áreas, com predominância dos dois primeiros. A população de FMAs relacionou-se com as espécies cultivadas e com as condições de fertilidade, sendo determinadas pelas culturas mais micotróficas e pelos baixos teores de nutrientes dos solos. Consórcios ou rotações envolvendo gandu, mandioca, milho e feijão foram as condições que mais favoreceram a ocorrência dos FMAs.

Termos para indexação: micorriza, manejo de agroecossistemas, agricultura de baixo uso de insumos externos, cultivos mistos, rotações.

¹ Engenheira Agrônoma, Bolsista da Embrapa Cerrados, susuagro@yahoo.com.br

² Engenheira Agrônoma, Ph.D., Pesquisadora da Embrapa Cerrados, cynthia@cpac.embrapa.br

³ Assistente aposentado da Embrapa Cerrados, lopes.valtinho@gmail.com

⁴ Engenheira Florestal, D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Cerrados, marina@cpac.embrapa.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Professor da UFMG, larnaldo@nca.ufmg.br

Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Familiar Farmers Areas at Água Boa 2 Community, Rio Pardo de Minas (MG)

Abstract

*Symbiotic relationships and agricultural practices that reduce external inputs dependency and make feasible familiar farming systems production are necessary and demand differentiated soil, plants and inputs management. Arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) are naturally widespread in soils, being agricultural systems components, infecting and colonising roots of most plants, contributing for their growth, mainly in low fertility soils. Representative soils from several farms in the community Água Boa 2 in Rio Pardo de Minas (MG) were characterized by arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) occurrence at the rhizosphere zone of the main plant species cultivated. Each sample was formed by 4 sub-samples, where was evaluated spores number in 50 g of soil, extracted by wet sieving method, with further counting and genera identification. The same areas were sampled to chemical and texture analysis. The genera *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* and *Scutellospora* occurred in all areas, with dominance of *Glomus* and *Acaulospora*. FMAs population was related with host plant species and soil fertility conditions, being determined by the more mycotrophic plant species and low nutrient status of soils. Mixed cropping, row intercropping or crop sequences that involved pigeon pea, cassava, maize and common bean were the most suitable conditions to FMAs occurrence.*

Termos para indexação: mycorrhiza, agroecosystems management, low external input agriculture, mixed cropping, crop sequences.

Introdução

Pesquisas agronômicas nas últimas décadas têm mostrado que as limitações à produção vegetal na região tropical podem ser evitadas ou amenizadas pelo uso de tecnologias baseadas em processos biológicos (SIEVERDING, 1991). Por meio das associações de plantas com microrganismos que favoreçam o aproveitamento de nutrientes é possível aumentar ou manter a produtividade por longo período, possibilitando a produção de alimentos com menores custos e de acordo com as condições ecológicas e socioeconômicas dos agricultores (SILVA et al., 1998).

A micorriza arbuscular é, provavelmente, a simbiose planta-microrganismo mais comum. Cerca de 70% a 90% das plantas terrestres são hospedeiras dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), que constituem um grupo de fungos biotróficos obrigatórios altamente especializados (HAYMAN, 1982; SMITH; READ, 1997; RENKER et al., 2003).

A infecção micorrízica caracteriza-se pela formação de hifas não septadas externas às raízes e hifas intra e intercelulares nas camadas das células córtex, além de arbúsculos intracelulares e vesículas intra e intercelulares (SIEVERDING, 1991). Os arbúsculos, estruturas ramificadas dentro das células vegetais, parecem ser o principal ponto de troca de nutrientes entre os fungos e as plantas.

Essa associação é responsável não só pelo incremento na absorção de nutrientes, principalmente fósforo, mas também pela aquisição de água e pela promoção da resistência das plantas a diversos estresses bióticos e abióticos, sendo considerada por Smith e Read (1997), como ecologicamente obrigatória. Enquanto as plantas fornecem ao fungo carboidratos, os fungos exploram água e minerais do solo mais eficientemente, fornecendo-os efetivamente às plantas, particularmente sob condições de limitação de nutrientes (SMITH; SMITH, 1990; KOTHARI et al., 1990).

Os efeitos benéficos da micorriza arbuscular são mais aparentes sob condições de disponibilidade limitada de nutrientes. Verifica-se que a colonização radicular é reduzida significativamente sob condições de abundância de nutrientes e sabe-se que a baixa fertilidade dos solos pode favorecer o estabelecimento das micorrizas arbusculares, promovendo a esporulação dos fungos e a colonização das raízes. Entretanto, esses mecanismos regulatórios ainda não foram completamente elucidados, bem como os que induzem à inibição de patógenos em raízes colonizadas (PARNISKE, 2008).

Os benefícios da associação simbiótica das plantas com os fungos micorrízicos na nutrição fosfatada, principalmente aumentando a eficiência de aquisição do fósforo (P), são extensivamente descritos na literatura. Outros nutrientes ou formas menos móveis no solo também têm sua aquisição potencializada pela associação micorrízica, como zinco (Zn), cobre (Cu) (LIU et al., 2000) e nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+) (AMES et al., 1983; JOHANSEN et al., 1994; PEREIRA et al., 1996).

As micorrizas arbusculares, portanto, são muito importantes em áreas com restrições ambientais relacionadas à fertilidade dos solos, uma vez que as hifas dos fungos, cuja dimensão atinge 100 m de hifas/cm³ (MILLER et al., 1995), promovem um aumento na área explorada pelo sistema radicular das plantas, absorvendo mais facilmente nutrientes de baixa mobilidade. Citando Heijden et al. (1998), Miranda (2008) afirma que a comunidade dos FMAs dos solos é considerada um dos fatores mais importantes para a manutenção da biodiversidade e funcionalidade dos ecossistemas.

A maioria das espécies vegetais cultivadas em solos de Cerrado tem suas raízes colonizadas naturalmente por FMAs, tais como soja, feijão, milho, sorgo, trigo, arroz, cana, café, cacau, seringueira, citros, mandioca, batata doce, além de gramíneas e leguminosas forrageiras e várias espécies vegetais (MIRANDA, 2008). Essa autora ainda afirma que a comunidade de FMAs sob esses cultivos é bastante variável,

tanto em número quanto em diversidade de espécies, uma vez que as espécies vegetais possuem diferentes graus de dependência micorrízica.

Existem poucos estudos dessas associações em ambientes de produção agrícola familiar, cujas práticas podem influenciar a ocorrência desses fungos. Assim, estudos sobre a relação entre o manejo dos cultivos e as características químicas, físicas e biológicas dos solos são necessários para identificar e potencializar os benefícios da associação micorrízica e promover práticas e sistemas sustentáveis de produção.

O objetivo do presente trabalho foi estimar, em áreas de agricultores familiares da Comunidade Água Boa 2, em Rio Pardo de Minas, MG, a ocorrência de FMAs, relacionando-a às espécies vegetais cultivadas e às condições de fertilidade dos solos.

Material e Métodos

Caracterização das áreas de estudo, do manejo das lavouras e dos solos

Este estudo foi realizado em oito propriedades ou estabelecimentos agrícolas da Comunidade Água Boa 2, em Rio Pardo de Minas, MG. Esses agricultores representam 10% do total das famílias residentes na comunidade, possuem graus diferenciados de diversificação de atividades e de utilização de insumos.

Os solos mais utilizados para cultivo são Cambissolos Flúvicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos, todos situados próximos aos cursos d'água, em área de relevo plano a suave ondulado (CORREIA, 2005).

Os sistemas de produção, caracterizados anteriormente por Fernandes (2008), variam entre os de baixa utilização de insumos externos e em transição para sistemas agroecológicos, e suas principais especificidades são ilustradas na Figura 1 e apresentadas na Tabela 1.

Fotos: Marina Vilela

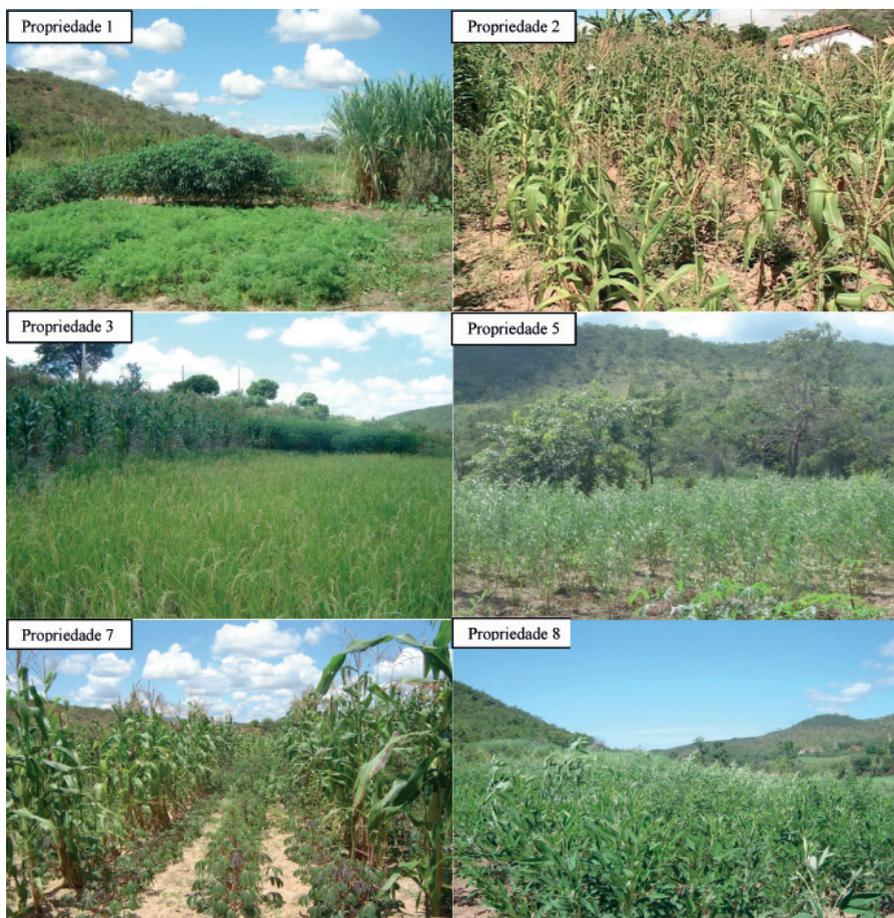


Figura 1. Aspectos dos subsistemas avaliados em algumas propriedades. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Tabela 1. Principais características das propriedades.

Propriedade	Sistema de produção	Subsistemas amostrados
1	Transição	Lavouras de feijão, guandu e cenoura
2	Baixo uso de insumos externos	Plantio de milho em sucessão ao feijão
3	Transição	Plantio de milho consorciado com feijão; lavoura de arroz; plantio de café sombreado; pequena lavoura de mandioca
4	Baixo uso de insumos externos	Plantio de milho em sucessão ao feijão
5	Baixo uso de insumos externos	Plantio consorciado de mandioca e guandu
6	Baixo uso de insumos externos	Dois plantios de milho: um na parte superior do terreno, consorciado com feijão, o outro solteiro na parte baixa
7	Transição	Canavial; lavoura de mandioca; milho consorciado com mandioca; milho consorciado com guandu
8	Baixo uso de insumos externos	Lavoura de guandu

Em cada propriedade, amostras de solo para análises químicas (macronutrientes) e granulométricas (EMBRAPA, 1997) foram coletadas na profundidade de 0 cm a 20 cm em todos os subsistemas, em pontos cujas coordenadas geográficas foram coletadas por meio de receptores GPS.

As análises de textura e de macronutrientes foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, em Montes Claros, MG, e os resultados referentes às áreas do presente estudo são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados de análises químicas e granulométricas das áreas nas propriedades agrícolas da Comunidade Água Boa 2, em Rio Pardo de Minas, MG.

Propriedade agrícola	1		2		3				4		5			
Identificação da amostra e coordenadas geográficas	Amostra 5 774.018L/ 828.2746N		Amostra 13 774.912L/ 828.4746N		Amostra 28 774.079L/ 828.4504N		Amostra 24 774.081L/ 828.4396N		Amostra 26 774.053L/ 828.4970N		Amostra 2 774.693L/ 828.3751N		Amostra 60 775.550L/ 828.3418N	
Subsistemas agrícolas	Lavouras de feijão, guandu e cenoura		Milho em sucessão ao feijão		Consórcio de milho e feijão		Lavoura de arroz		Café sombreado, adjacente a pequena lavoura de mandioca		Milho em sucessão ao feijão		Consórcio de mandioca e guandu	
pH água	6,0	B	5,8	B	5,7	B	6,4	A	5,6	B	5,2	Bx	6,0	B
P Mehlich 1 (mg/dm ³)	1,9	MBx	4,9	MBx	2,5	MBx	6,0	MBx	1,9	MBx	1,7	MBx	1,5	MBx
K (mg/dm ³)	39	Bx	128	MB	34	Bx	17	Bx	128	MB	76	B	75	B
Ca (cmol _c /dm ³)	1,80	M	1,80	M	1,00	Bx	2,20	M	1,00	Bx	1,20	Bx	1,80	M
Mg (cmol _c /dm ³)	0,50	M	1,20	B	0,80	M	1,20	B	0,60	M	0,80	M	1,00	B
Al (cmol _c /dm ³)	0,00	MBx	0,00	MBx	0,42	Bx	0,00	MBx	0,52	M	0,30	Bx	0,00	MBx
H+Al (cmol _c /dm ³)*	1,33	Bx	1,96	Bx	4,09	M	1,19	Bx	3,06	M	4,10	M	2,40	Bx
SB (cmol _c /dm ³)	2,40	M	3,33	M	1,89	M	3,44	M	1,93	M	-	-	2,99	M
t (cmol _c /dm ³)	2,40	M	3,33	M	2,31	M	3,44	M	2,45	M	-	-	2,99	M
m (%)	0	MBx	0	MBx	18	Bx	0	MBx	21	Bx	12	MBx	0	MBx
T (cmol _c /dm ³)	3,73	Bx	5,29	M	5,98	M	4,64	M	4,99	M	6,3	M	5,39	M
V (%)	64	B	63	B	32	Bx	74	B	39	Bx	35	Bx	56	M
M. Org. (dag/kg)	1,17	Bx	1,77	Bx	3,88	M	1,66	Bx	2,24	M	1,70	Bx	1,01	Bx
Areia grossa (dag/kg)	45		48		36		64		56		70		64	
Areia fina (dag/kg)	37	Textura	20	Textura	32	Textura	14	Textura	8	Textura	70	Textura	14	Textura
Silte (dag/kg)	4	média	20	arenosa	18	média	14	arenosa	20	média	16	franco	18	arenosa
Argila (dag/kg)	14		12		14		8		16		14	arenosa	4	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Propriedade agrícola	6				7				8					
Identificação da amostra e coordenadas geográficas	66 774.444L/ 828.3622N		74 774.488L/ 828.3661N		52 774.180L/ 828.3064N		54 774.139L/ 828.3078N		78 774.100L/ 828.3059N		80 774.065L/ 828.3210N		44 775.318L/ 828.5331N	
Subsistemas agrícolas	Consórcio de milho e feijão, na parte superior do terreno		Lavoura de milho, na parte baixa do terreno		Cana		Lavoura de mandioca		Consórcio de milho e mandioca		Consórcio de milho e guandu		Lavoura de guandu	
pH água	6,3	A	5,2	Bx	5,7	B	5,8	B	6,2	A	6,0	B	5,90	B
P Mehlich 1 (mg/dm ³)	8,7	MBx	1,2	MBx	1,2	MBx	1,5	MBx	1,2	MBx	0,9	MBx	2,20	MBx
K (mg/dm ³)	112	B	50	M	98	B	70	B	59	M	87	B	153	MB
Ca (cmol _d /dm ³)	1,60	M	0,90	Bx	2,60	B	1,50	M	1,50	M	1,50	M	2,00	M
Mg (cmol _d /dm ³)	0,90	M	0,80	M	1,40	B	0,60	M	0,70	M	1,00	B	1,10	B
Al (cmol _d /dm ³)	0,00	MBx	0,30	Bx	0,30	Bx	0,00	MBx	0,00	MBx	0,00	MBx	0	MBx
H+Al(cmol _d /dm ³)*	1,86	Bx	1,52	Bx	4,04	M	1,86	Bx	1,13	Bx	1,59	Bx	2,80	Bx
SB (cmol _d /dm ³)	2,79	M	1,83	M	4,25	B	2,28	M	2,35	M	2,72	M	3,49	M
t (cmol _d /dm ³)	2,79	M	2,13	Bx	4,55	M	2,28	Bx	2,35	M	2,72	M	3,49	M
m (%)	0	MBx	14	MBx	7	MBx	0	MBx	0	MBx	0	MBx	0	MBx
T (cmol _d /dm ³)	4,65	M	3,35	Bx	8,29	M	4,14	Bx	3,48	Bx	4,31	M	6,29	M
V (%)	60	B	55	M	51	M	55	M	68	B	63	B	55	B
M. Org. (dag/kg)	1,17	Bx	2,50	M	2,50	M	1,01	Bx	2,24	M	2,78	M	1,88	Bx
Areia grossa (dag/kg)	43		21		5		55		76		50		35	
Areia fina (dag/kg)	39	Textura	57	Textura	61	Textura	23	Textura	4	Textura	30	Textura	39	Textura
Silte (dag/kg)	6	arenosa	4	média	18	média	16	arenosa	14	arenosa	12	arenosa	10	média
Argila (dag/kg)	12		18		16		6		6		8		16	

* H + Al = acidez trocável; SB = soma de bases; t = CTC (capacidade de troca de cátions) efetiva; m = saturação por alumínio; T = CTC (capacidade de troca de cátions) a pH 7; V = percentagem de saturação de bases). MBx = muito baixo; Bx = baixo; B = bom; M = médio; A = alto; MB = muito bom; MA = muito alto. Interpretações dos resultados segundo Alvarez et al. (1999).

Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares nas áreas das principais lavouras

Para a determinação da ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares, coletou-se solo das mesmas áreas e na mesma profundidade amostrada para fins de fertilidade, em fevereiro de 2008, época em que as principais culturas, plantadas no início do período chuvoso (dezembro de 2007), encontravam-se em fase de florescimento. Nesse estágio, o metabolismo é mais intenso, constituindo a época ideal para a amostragem para determinação da população dos fungos micorrízicos. Em cada subsistema ou lavoura, quatro subamostras foram coletadas na região de abrangência dos sistemas radiculares das principais culturas plantadas, considerando os plantios solteiros e os consorciados. Essas quatro subamostras foram misturadas e homogeneizadas, resultando em uma amostra composta de cada lavoura.

As análises foram feitas no Laboratório de Microbiologia do Solo – Micorrizas da Embrapa Cerrados, onde se avaliou o número de esporos em 50 g de solo, extraíndo-os segundo o método de peneiramento úmido proposto por Gerdemann e Nicolson (1963). Para a identificação dos gêneros, consultou-se o Manual para Identificação de FMAs, de Schenck e Perez (1988).

Resultados e Discussão

Os gêneros predominantes, bem como o número de esporos de FMAs, variaram entre as áreas de plantio de feijão, cenoura e guandu na propriedade 1 (Figura 2). O guandu foi a cultura sob a qual o número de esporos foi maior, seguida da cenoura e feijão. *Glomus* foi o gênero para o qual se observou maior número de esporos sob o guandu; já a cenoura e o feijão multiplicaram igualmente *Glomus* e *Gigaspora*. Esporos do gênero *Glomus* representaram 34% do total de esporos dessas três áreas, enquanto *Gigaspora* foi o segundo gênero mais abundante com 26% do total de esporos. Seguiram-se *Acaulospora*, com 19%, *Scutellospora* com 13% e *Entrophospora* com apenas 8% do total de esporos encontrados.

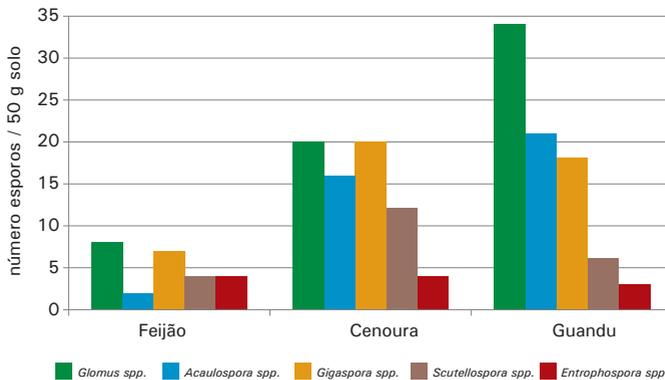


Figura 2. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em plantios de feijão, cenoura e guandu na propriedade 1. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

A rotação de culturas é comum na área avaliada, ocorrendo principalmente entre plantios de milho, feijão, mandioca e guandu. Para Miranda e Miranda (2007), a diversificação das culturas e a combinação destas nos sistemas de rotação são os fatores mais importantes e determinantes na incidência quantitativa (número de espécies e de esporos) e qualitativa (espécies) de fungos micorrízicos arbusculares no solo. A prática de rotação pode favorecer a multiplicação do fungo no solo, sobretudo com o cultivo de plantas com elevado grau de dependência micorrízica como algumas culturas anuais e os adubos verdes (MIRANDA; MIRANDA, 2004). Isso se verificou nos maiores índices encontrados no plantio de guandu, especialmente para o gênero *Glomus*, que se inclui entre os gêneros mais comuns em áreas de Cerrado (MIRANDA, 2008) e mais adaptados a adversidades ambientais (CARRENHO, 1998).

De acordo com Miranda et al. (2005), plantas com sistema radicular formado por raízes grossas e poucas ramificações possuem uma grande dependência à associação micorrízica. Isso pode explicar a maior ocorrência de esporos na cenoura em relação ao feijão.

A densidade, qualidade e eficiência dos FMAs dependem, também, de outros fatores como a acidez e a fertilidade do solo (MIRANDA; MIRANDA, 2003). O pH do solo da área de abrangência dos cultivos

dessa propriedade, igual a 6 (Tabela 1), parece não ter sido limitante para a ocorrência desses fungos, já que os gêneros predominantes apresentam flexibilidade às condições de acidez dentro da faixa de pH 4,0 a 8,0 (MIRANDA, 2008); entretanto pode ter condicionado a menor ocorrência do gênero *Entrophospora*, que ocorre preferencialmente em condições de pH inferior a 5,5 (SIEVERDING, 1991). A baixa disponibilidade de nutrientes, sobretudo do P, favorece a ocorrência desses fungos (AQUINO; ASSIS, 2005) e pode ter contribuído para os índices encontrados. Os teores de P e matéria orgânica, importantes atributos de fertilidade, foram considerados muito baixo e baixo, respectivamente (Tabela 1).

Na propriedade 2, a área avaliada refere-se a uma lavoura de milho que normalmente é plantada em sucessão ao feijão. O total de esporos foi inferior ao que se obteve nas lavouras ou subsistemas avaliados na propriedade 1 (Figura 3). Predominaram os gêneros *Glomus* e *Acaulospora*, seguidos de *Gigaspora* e *Scutellospora*, que ocorreram em proporções iguais.

De acordo com Carrenho (1998), *Glomus* e *Acaulospora* apresentam maior capacidade de adaptação a solos submetidos a diferentes variações nos teores de matéria orgânica, calagem, textura, entre outros fatores, demonstrando serem espécies resistentes a perturbações ambientais. Fernandes (1987) já havia relatado essa alta capacidade adaptativa de várias espécies de *Glomus* e *Acaulospora* também em relação ao pH e aos teores de Ca e Mg e aos de Al trocáveis. Já *Entrophospora* é afetada por valores de pH acima de 5,5 (SIEVERDING, 1991). Portanto, na propriedade 2, a predominância de *Glomus* e *Acaulospora* em detrimento a *Entrophospora* parece estar condicionada à adaptação às características de fertilidade do solo, como observado na propriedade 1.

Era de se esperar que a prática da rotação de culturas empregada pelo agricultor promovesse uma população de FMAs mais elevada, sobretudo por se tratar de sucessão entre feijão e milho, consideradas espécies de alta dependência micorrízica.

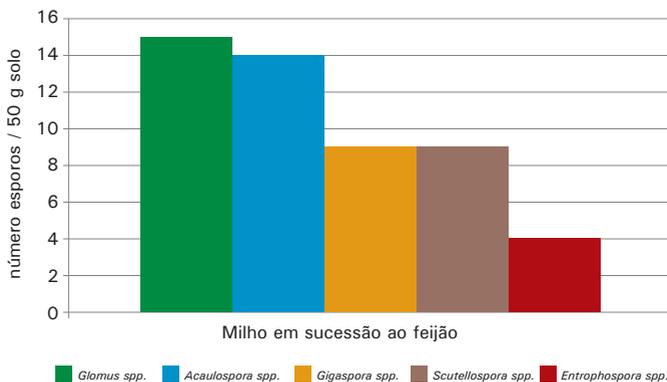


Figura 3. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em lavoura de milho em sucessão ao feijão na propriedade 2. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Na propriedade 3, avaliou-se a ocorrência dos FMAs em quatro subsistemas, com manejos diferenciados e com espécies de dependência micorrízica variável: um plantio consorciado de milho e feijão, uma lavoura de arroz, uma área de café sombreado e um pequeno plantio de mandioca.

Houve variação entre os cultivos no número de esporos, novamente com predomínio dos gêneros *Glomus* e *Acaulospora* (Figura 4), que representaram, respectivamente, 42% e 23% do total de esporos contados nessas áreas, onde as principais limitações à fertilidade do solo são os teores muito baixos de P e de baixos a médios de matéria orgânica. O gênero de menor ocorrência nessas áreas foi *Entrophospora*, enquanto *Scutellospora* e *Gigaspora* foram intermediários.

Na propriedade 3, o número total de esporos foi superior ao encontrado nas propriedades 1 e 2 (Figura 3).

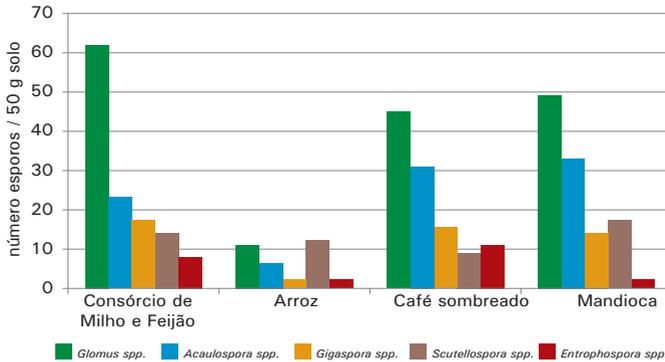


Figura 4. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em cultivos na propriedade 3. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Saggin Júnior e Siqueira (1996) afirmam que a disponibilidade de fósforo no solo é o fator edáfico mais importante sobre o funcionamento da simbiose micorrízica. Partindo-se de um solo extremamente deficiente em P, uma pequena aplicação desse nutriente pode levar a um aumento de colonização micorrízica, mas o efeito mais consistente e comum é o de a aplicação de P no solo reduzir acentuadamente a colonização micorrízica. Já a maior deposição de matéria orgânica aumenta a diversidade de fungos micorrízicos no solo. Ambos os fatores podem, portanto, ter condicionado a ocorrência desses fungos nas áreas.

As culturas implantadas e o sistema de plantio consorciado exerceram influência sobre a ocorrência desses fungos (Figura 4). Todas as espécies são tidas como de alta dependência micorrízica, à exceção do arroz, que é pouco dependente da associação (MIRANDA, 2008). As plantas, em função da estrutura de seus sistemas radiculares, apresentam diferentes graus de dependência micorrízica e também de capacidade de multiplicar os FMAs. Assim, podem alterar a quantidade de estruturas dos fungos micorrízicos arbusculares, como os esporos no solo (MIRANDA et al., 2005). Nos solos cuja população nativa do fungo é baixa, o cultivo de plantas com elevado grau de dependência micorrízica aumenta essa população e beneficia os cultivos subsequentes (MIRANDA; MIRANDA, 2004).

A área onde se plantou milho consorciado com feijão foi onde se obteve maior número de esporos, seguida da área com os plantios de mandioca e café, e por último a do arroz, corroborando as informações de Miranda (2008) acerca da dependência micorrízica e capacidade de multiplicação dos fungos por essas espécies. Miranda e Miranda (2004) e Miranda et al. (2001) mostraram que a introdução do arroz no sistema de rotação reduz o número de esporos no solo, e a sua colonização radicular é, também, inferior a de outras culturas como o milho e o feijão. Já a dependência da mandioca pode chegar a 95%, o que também pode beneficiar a multiplicação dos fungos micorrízicos no solo (MIRANDA et al., 2005).

Glomus e *Acaulospora* predominaram em todas as áreas, à exceção do arroz, em que os gêneros de maior ocorrência foram *Glomus* e *Scutellopora*.

Na propriedade 4, a área estudada corresponde ao único espaço que é cultivado na propriedade, sempre fazendo a rotação de milho com feijão. Por ocasião da amostragem para fungos micorrízicos, a cultura implantada era o milho.

Assim como para as outras propriedades, aqui também se verifica a maior ocorrência dos gêneros *Glomus* e *Acaulospora* (Figura 5), que corresponderam, respectivamente, a 44% e 25% do total de esporos.

O número de esporos de *Entrophospora*, cuja ocorrência se dá preferencialmente em solos mais ácidos ($\text{pH} < 5,5$) (SIEVERDING, 1991), foi maior que a observada em várias áreas das diferentes propriedades, sendo igual ao gênero *Gigaspora*. Nessa área, cujo pH é de 5,2, há Al trocável em quantidade considerada baixa e os teores de nutrientes importantes como o P e Ca são muito baixo e baixo, respectivamente, assim como a matéria orgânica.



Figura 5. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em área de rotação de milho e feijão na propriedade 4. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Para Miranda e Miranda (2004), ao manejar os sistemas de produção para favorecer a simbiose micorrízica, recomenda-se utilizar plantas dependentes da micorriza arbuscular no processo de rotação, ou que essas sejam usadas no cultivo seguinte ao cultivo de plantas menos ou não dependentes da associação. O manejo utilizado nessa propriedade, em que há o cultivo de milho e feijão, pode ser um exemplo disso. Provavelmente a quantidade de esporos identificados na área tenha sido favorecida por essas culturas consideradas altamente dependentes da micorrização (MIRANDA; MIRANDA, 2004). É interessante observar que as condições de fertilidade limitantes nessa propriedade, cuja lavoura é conduzida sem a adição de qualquer adubo ou corretivo, levaram à ocorrência de uma população de FMAs maior que a estimada em lavoura semelhante na propriedade 2, onde a fertilização e correção, embora restritas, são desbalanceadas e o uso da área é intensivo, anos após ano, sem pousio (FERNANDES, 2008).

Na propriedade 5, a área amostrada é utilizada, normalmente, para o cultivo de mandioca e feijão. É um solo de textura arenosa em que as principais limitações de fertilidade decorrem da deficiência de P e do baixo teor de matéria orgânica. Não há Al trocável e os teores de Ca e Mg são considerados médio e bom, respectivamente (Tabela 1). Trata-se de uma área cultivada intensivamente pela família, que nunca foi adubada e que, por ocasião desse estudo, estava ocupada pelo plantio consorciado de mandioca e guandu.

O total de esporos bem como a predominância dos gêneros de FMAs identificados nas amostras coletadas na área de plantio de mandioca e guandu são apresentados na Figura 6. Essas culturas possuem elevada dependência dos FMAs e favorecem a sua multiplicação (MIRANDA et al., 2001; MIRANDA et al., 2005).

Mais uma vez o maior número de esporos ocorreu para os gêneros *Glomus* e *Acaulospora*, que representaram, respectivamente, 55% e 30% do total de esporos. *Gigaspora* e *Scutellospora* perfizeram 10% e 5% do total, respectivamente, não se observando a ocorrência de *Entrophospora*, provavelmente limitada pelo valor de pH 6,0 (Tabela 1).

Nesta lavoura, observou-se a cobertura do solo por restos culturais e por plantas espontâneas. O solo coberto e culturas altamente micorrízicas, como mandioca e guandu, podem ter potencializado a ocorrência dos FMAs.

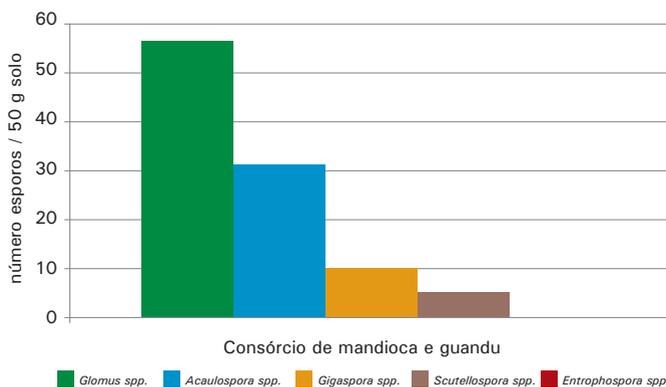


Figura 6. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em plantio consorciado de mandioca e guandu na propriedade 5. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Na propriedade 6, foram amostrados dois cultivos de milho, um localizado na parte mais alta do terreno e o outro em área de baixada onde se observou maior umidade, que constituíram umas das áreas com menor número de esporos. Um maior número de esporos foi observado na parte de cima do terreno (Figura 7), especulando-se que o encharcamento à qual a área de baixada está sujeita possa ter influenciado negativamente a produção e sobrevivência dos esporos.

A condição de inundação é desfavorável à ocorrência dos FMAs, sobretudo no período chuvoso, quando ocorre maior elevação do lençol freático. Segundo Sieverding (1991), a boa aeração do solo é pré-requisito para o bom desenvolvimento dessa associação.

Da mesma forma que para as outras propriedades agrícolas, nesta também se verificou predominância dos gêneros *Glomus* e *Acaulospora*, que representaram, respectivamente, 41% e 25% do total de esporos. *Scutellospora* e *Gigaspora* perfizeram 20% e 12% do total, respectivamente, e *Entrophospora* apenas 2%.

Em ambas as posições no terreno, predominou o gênero *Glomus*. Na parte inferior, onde o pH é de 6,3 (Tabela 2), não se observou ocorrência de *Entrophospora* e a contagem de esporos de *Acaulospora* e *Scutellospora* foi mais baixa que na porção superior do terreno. Nesta, sob pH de 5,2 (Tabela 2), verificaram-se esporos de *Entrophospora*.

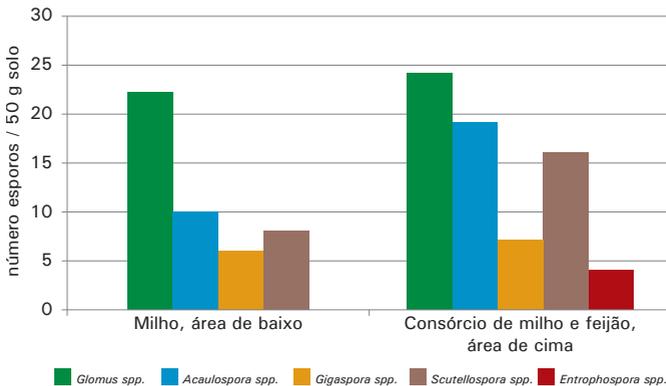


Figura 7. Número e porcentagem de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em lavouras de milho e de milho e feijão em diferentes posições no terreno na propriedade 6. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Na propriedade 7, avaliou-se a ocorrência dos FMAs em quatro subsistemas: uma área plantada com cana, uma lavoura de mandioca e duas áreas de plantio de milho consorciado, uma com mandioca e outra com quandu.

Os subsistemas avaliados nessa propriedade apresentaram maior número de esporos quando comparados aos subsistemas das demais propriedades e houve variação entre os cultivos no número de esporos,

mas a predominância dos gêneros foi semelhante em todas as áreas avaliadas. *Glomus* e *Acaulospora* foram novamente os gêneros de maior ocorrência, representando, respectivamente, 40% e 25% do total de esporos isolados em todas as áreas (Figura 8).

Pousio e rotação de culturas são práticas usuais nessa propriedade. No ano anterior (2006/2007), a área ocupada pelo o consórcio de milho e mandioca foi plantada com feijão gorutuba (feijão de corda ou feijão caupi) e, em 2005/2006, foi mantida em pousio. Na área da mandioca, cultivou-se feijão comum no ano anterior.

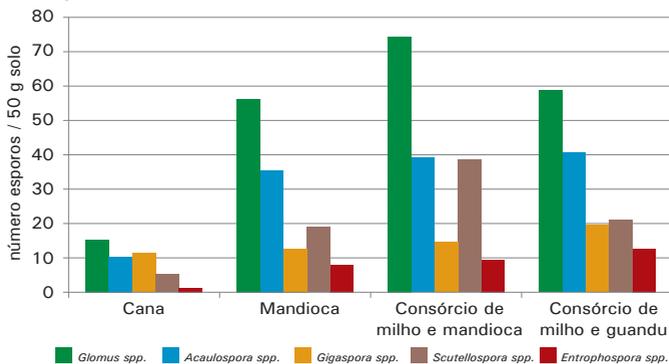


Figura 8. Número e porcentagem de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em cultivos de cana, mandioca e milho consorciado com mandioca ou guandu na propriedade 7. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Esta propriedade é, entre as estudadas, a que possui áreas com menos limitações de fertilidade do solo (Tabela 1). A deficiência de P é generalizada em todas as áreas e esta constitui a principal restrição de fertilidade desses solos, que possuem valores de pH variando entre bom e alto (5,7 a 6,2), teores de Ca e Mg considerados médios e/ou bons. Os teores de matéria orgânica são considerados médios nas áreas dos consórcios de milho com mandioca e milho com guandu e também na área da cana, apresentando-se baixo na área da mandioca. A presença de Al trocável só foi detectada na área da cana, mesmo assim em valor considerado baixo (Tabela 1).

A ocorrência dos FMAs pode ter sido influenciada pelos níveis de fertilidade encontrados nessas áreas, corroborando com o que afirma

Miranda (2008), que níveis mínimos de nutrientes são necessários para promover a associação simbiótica.

As culturas implantadas também exerceram influência sobre a quantidade de esporos encontrada. A mandioca (MIRANDA et al., 2005), o milho e o guandu (MIRANDA; MIRANDA, 2004) são culturas consideradas altamente dependentes da associação micorrízica. A micorrização em cana (SIQUEIRA; FRANCO, 1988) também ocorre naturalmente, mas esta se apresenta em menor intensidade pela menor dependência da cana à simbiose.

Os resultados confirmam essas observações descritas na literatura. Na área da cana, o número total de esporos contados em 50 g de solo foi de 42. Já na mandioca, o total foi de 129 esporos/50 g de solo, com aumento considerável na população de todos os gêneros. Nos consórcios de milho com guandu e milho com mandioca, os totais foram de 149 e 172 esporos/50 g (Figura 8), indicando a vantagem da adoção sistêmica de plantios consorciados e rotacionados sobre a multiplicação dos FMAs, sobretudo quando espécies dependentes da associação simbiótica são devidamente combinadas.

Na última propriedade estudada, a área amostrada é utilizada anualmente para o cultivo do guandu. É um solo de textura média em que as principais limitações de fertilidade decorrem da deficiência de P e do baixo teor de matéria orgânica. Não há Al trocável e os teores de Ca e Mg são considerados médio e bom, respectivamente (Tabela 2). É uma área cultivada intensivamente, sem rotação e que nunca foi adubada.

O total de esporos bem como a predominância dos gêneros de fungos micorrízicos arbusculares identificados são apresentados na Figura 9. Houve maior número de esporos para os gêneros *Glomus*, *Gigaspora* e *Scutellospora* (Figura 9), que representaram, respectivamente, 27%, 23% e 22% do total de esporos. *Acaulopsisora* e *Entrophospora* perfizeram 16% e 12% do total.

A área amostrada apresentou menor número de esporos quando comparada aos plantios de guandu das demais propriedades. Nesse caso, o agricultor não utiliza o consórcio e anualmente o guandu é cultivado na área, que é mantida sempre capinada, sem qualquer cobertura viva ou morta. Isso pode explicar a ocorrência dos FMAs em menor quantidade, pela limitação imposta pelo monocultivo e uso intensivo da área, sem rotação ou pousio.

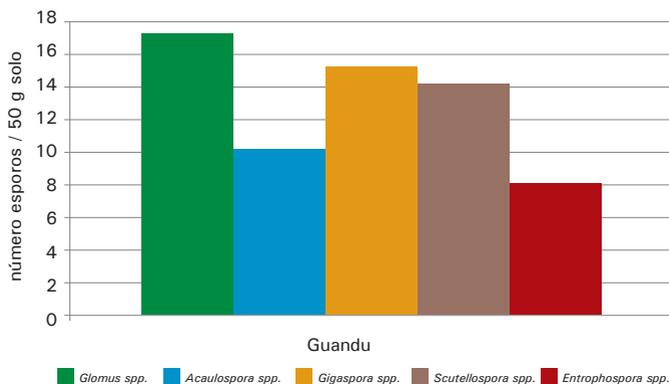


Figura 9. Número e porcentagem de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em lavoura de guandu na propriedade 8. Comunidade Água Boa 2, fevereiro de 2008.

Os benefícios dos fungos micorrízicos nos solos, sobretudo nos sistemas de baixo insumo, são de grande importância. Como já foi comentado, é importante o uso adequado de plantas dependentes e a execução correta do sistema de rotação, visando beneficiar a simbiose micorrízica, especialmente, no solo com população nativa deficiente em número de esporos e número de espécies (MIRANDA et al., 2005).

Em virtude na natureza exploratória do presente trabalho, as determinações feitas e os critérios de amostragem utilizados, notadamente o número de repetições em cada área, não permitiram análises estatísticas conclusivas a respeito do efeito das diferentes variáveis (culturas, rotações, consórcios, atributos químicos e físicos dos solos) sobre a população dos FMAs nas áreas. Por sua vez, a contagem de esporos é o ponto de partida para estudos de potencial de inóculo micorrízico, mas possui limitações por estimar apenas um tipo

de propágulo desses fungos. Quando combinado a outros métodos, fornece dados mais consistentes. Já a identificação dos FMAs em nível de gênero apenas também não permitiu a exploração de índices de diversidade empregados em estudos de ecologia de populações.

Apesar dessas limitações e na condição de avaliação preliminar, o estudo da ocorrência dos FMAs nas propriedades dos agricultores da Comunidade Água Boa 2, sob diferentes situações de fertilidade dos solos e manejo destes e das culturas, revelou peculiaridades interessantes, em grande parte descritas na literatura, como os benefícios de práticas como rotações, consórcios, pousio, manutenção de cobertura morta e de vegetação espontânea. Foi também uma pesquisa inédita sobre a ocorrência de FMAs em ambientes de produção familiar na região norte do Estado de Minas Gerais, nas condições de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga.

Esses resultados permitiram vislumbrar perspectivas interessantes de estudos mais detalhados sobre a população dos FMAs indígenas em solos das diferentes áreas submetidas a diferentes manejos e cultivos. Essas pesquisas já estão em andamento, com métodos mais acurados de avaliação de potencial de inóculo, quantificando também a glomalina, que é uma glicoproteína produzida exclusivamente pelas hifas dos FMAs. A glomalina é uma estimativa quantitativa indireta da ocorrência desses fungos, estando também diretamente relacionada com a matéria orgânica dos solos e com os atributos texturais e estruturais destes, e, conseqüentemente com as estratégias de manejo de solo adotadas.

Conclusões

Os gêneros *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* e *Scutellospora* ocorreram em todas as áreas, sendo que os dois primeiros predominaram sobre os demais.

A ocorrência dos FMAs relacionou-se com as espécies hospedeiras e com as condições de fertilidade, sendo determinadas pelas culturas mais micotróficas e pela baixa fertilidade das áreas.

Consórcios ou rotações envolvendo guandu, mandioca, milho e feijão foram as condições que mais favoreceram a ocorrência dos FMAs.

Referências

- ALVAREZ, V.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de fertilizantes e corretivos em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p. 25-32.
- AMES, R. N.; REID, C. P. P.; PORTER, L. K.; CAMBARDELLA, C. Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ¹⁵N-labelled sources by *Glomus mosseae*, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. **New Phytologist**, v. 95, p. 381-396, 1983.
- AQUINO, A. M. de.; ASSIS, R. L. de. **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 368 p.
- CARRENHO, R. Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores edáficos no desenvolvimento de fungos micorrízicos (FMA). 1998. 226 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.
- CORREIA, J. R. Pedologia e conhecimento local: proposta metodológica de interlocução entre saberes construídos por pedólogos e agricultores em área de Cerrado em Rio Pardo de Minas, MG. 2005. 239 f. Tese (Doutorado em Agronomia). UFRRJ. Seropédica, RJ.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FERNANDES, A. B. **Micorrizas vesículo-arbusculares em cafeeiro da região sul do estado de Minas Gerais**. 1987. 98 f. Dissertação (Mestrado). UFLA. Lavras, MG (Dissertação, Mestrado).
- FERNANDES, S. G. **Fertilidade e fungos micorrízicos em solos de áreas de agricultores familiares e a sua relação com as práticas de manejo**. 119 f. (Trabalho de conclusão de curso de Agronomia). Universidade Federal de Minas Gerais. ICA. Montes Claros, MG.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. W. 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.
- HAYMAN, D. S. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Phytopatology**, v. 72, p. 1119-1125, 1982.
- JOHANSEN, A.; JAKOBSEN, I.; JENSEN, E.S. Hyphal N transport by a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus associated with cucumber grown at three nitrogen levels. **Plant and Soil**, v. 160, p. 1-9, 1994.
- KOTHARI, S. K.; MARSCHNER, H.; RÖMHELD, V. Direct and indirect effects of VAM fungi and rizosphere microorganisms on acquisition of mineral nutrients by maize (*Zea mays* L.) in a calcareous soil. **New Phytologist**, v. 116, p. 637-645, 1990.
- LIU, A.; HAMEL, C.; HAMILTON, R. I.; MA, B. L.; SMITH, D. L. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. **Mycorrhiza**, v. 9, p. 331-336, 2000.
- MILLER, R.M.; REINHARDT, D.R.; JASTROW, J.D. External hyphal production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in pasture and tallgrass prairie communities. **Oecologia**, v. 103, p. 17-23, 1995.

- MIRANDA, J. C. C. de. **Utilização de micorrizas na agricultura**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1986. 16 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 20).
- MIRANDA, J. C. C. de. **Micorriza arbuscular: ocorrência e manejo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 169 p.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Contribuição da micorriza arbuscular na resposta das culturas à calagem e adubação fosfatada em solos de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 89).
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Dependência micorrízica de diferentes culturas anuais, adubos verdes e pastagens em solos de Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 114).
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Impacto do sistema de plantio direto na diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares nativos em solos de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 135).
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N.; VILELA, L.; VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. **Manejo da micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 3 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 42).
- MIRANDA, J. C. C. de; FIALHO J. F. de; MIRANDA, L. N. **Importância da micorriza arbuscular para o cultivo da mandioca na Região do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 119).
- PARNISKE, M. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. **Nature Reviews**, v. 6, p. 763-775, 2008.
- PEREIRA, E. G.; SIQUEIRA, J. O.; CURTI, N.; MOREIRA, M. F. S.; PURCINO, A. A. C. Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 8, n. 1, p. 59-65, 1996.
- RENKER, C.; HEINRIDHS, J.; KALDORF, M.; BUSCOT, F. Combining nested PCR and restriction digest of the internal transcribed spacer region to characterize arbuscular mycorrhizal fungi on roots from the field. **Mycorrhiza**, v. 13, p. 191-198, 2003.
- SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O. **Micorrizas arbusculares em cafeeiro**. In: SIQUEIRA, J. O. (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicações de micorrizas**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, MG, p. 203-254, 1996.
- SCHENCK, N. C.; PEREZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. 3rd ed. Gainesville: INVAM, University of Florida, 1988.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília, DF: MEC/ABEAS/Lavras, MG: ESAL/FAEPE, 1988. 236 p.
- SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1991. 371 p.
- SILVA, E. M. R. da; SUDO, A.; ALMEIDA, D. L. de; MATOS, R. M. B.; PEREIRA, M. G.; BOVI, M. L. A.; MACHADO, C. T. de T. **Ocorrência e efetividade de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cultivadas**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 1998. 25 p.
- SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. San Diego: Academic Press, 1997. 603 p.
- SMITH, S. E.; SMITH, F. A. Structure and function of the interfaces in biotrophic symbiosis as they relate to nutrient transport. **New Phytologist**, v. 114, n. 1, p. 1-38, 1990.

Embrapa

Cerrados

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

