



## **AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA NATURAL DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NAS PLANTAS UTILIZADAS COMO ADUBOS VERDES EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Edmilson José Ambrosano<sup>1</sup>, Patricia Prati<sup>1</sup>, Celina Maria Henrique<sup>1</sup>, Fabio Luis Ferreira Dias<sup>1</sup>; Fabrício Rossi<sup>2</sup>; Silvio Tavares<sup>1</sup>; Gláucia Maria Bovi Ambrosano<sup>3</sup>

### **RESUMO**

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são membros importantes do sistema solo-planta, visto que, a sua própria diversidade está intimamente ligada à diversidade e a produtividade de comunidades vegetais. Eles ocorrem de forma natural nos solos e formam uma associação benéfica com as raízes na maioria das plantas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar ocorrência dos fungos micorrízicos arbusculares em plantas utilizadas como adubos verdes na prática de rotação de culturas em cana-de-açúcar. O experimento foi realizado na cidade de Piracicaba-SP, no período de novembro de 2006 a agosto de 2008 em um Argissolo Vermelho Escuro. Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições e 14 tratamentos: Amendoim IAC-Tatu, Amendoim IAC-Caiapó, Crotalária Juncea IAC-1, Soja IAC-23, Mucunas (Preta, Cinza e Verde), Girassol IAC-Uruguai, Girassol IAC-larama, Feijão-Mungo, Guandu IAC-Fava Larga, Guandu IAC-Anão e dois tratamentos testemunhas, sem adubo verde, sendo um capinado, através de 3 capinas manuais, e outro com a presença do mato. Em relação à ocorrência dos FMAs os tratamentos que mais se beneficiaram com a simbiose foram: Soja, Crotalária Júncea, Guandu IAC-Fava Larga e Girassol IAC-Uruguai.

**Palavras chaves:** adubos verdes, cana-de-açúcar, fungos micorrízicos, agricultura ecológica.

## **EVALUATION OF THE NATURAL OCCURRENCE OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON THE PLANTS USED AS GREEN MANURES IN SUGARCANE**

### **SUMMARY**

The arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) are important members of the soil-plant system, since its very diversity is closely linked to the diversity and productivity of plant communities. They occur naturally in soils and form a beneficial association with the roots of most plants. The purpose of this study

<sup>1</sup> Doutor, Pesquisador, Polo Centro Sul, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Rodovia SP 127 km 30 CP 28, CEP 13400-970 – Piracicaba/SP, e-mail: pprati@apta.sp.gov.br.

<sup>2</sup> Docente, Universidade de São Paulo, USP/FZEA-Pirassununga-SP. Av. Duques de Caxias Norte, 225. CEP 13 635-900-Pirassununga-SP-Brasil.

<sup>3</sup> Docente, UNICAMP/FOP Departamento de Odontologia Social, Bioestatística, C.P. 52, CEP: 13414-903 - Piracicaba, SP, Brasil.



was to evaluate occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi on plants used as green manures in crop rotation in sugarcane. The experiment was conducted in the city of Piracicaba-SP, in the period from November 2006 to August 2008 in a Arenic Hapludult. We used experimental design of randomized blocks with five repetitions and 14 treatments: Peanuts IAC-Tatu, Peanuts IAC-Caiapó, Crotalaria Juncea IAC-1, Soybean IAC-23, dark, gray and green Velvet Bean, Sunflower IAC-Uruguai, Sunflower IAC-Iarama, Mung Bean, Pegeon Pea IAC-Fava Larga, Pegeon Pea IAC-Anão and two control, no green fertilizer treatments, being a weeded through 3 hoeing and another with the presence of weeds. In relation to the occurrence of the FMAs treatments that most benefited from the symbiosis were: Soybean, Crotalaria Juncea, Pegeon Pea IAC-Fava Larga and Sunflower IAC-Uruguai.

**Key-words:** green manures, sugarcane, mycorrhizal fungi, organic farming.

## INTRODUÇÃO

Segundo Ambrosano *et al.* (2000), na busca de agricultura menos agressiva ao ambiente introduz-se a adubação verde, que é definida como sendo o cultivo de plantas, na mesma área ou em áreas vizinhas, para produzir grande quantidade de massa para ser, depois de completado seu ciclo vegetativo, incorporada ou deixada sobre o solo para agir como proteção e para atuar positivamente no sistema. Embora, sejam utilizadas como adubos verdes diferentes plantas, inclusive gramíneas, o uso das leguminosas constitui prática mais difundida para essa finalidade.

O solo é um recurso natural finito e um dos principais recursos na exploração dos agrossistemas. Considerado como base da agricultura, pode também ser encarado como habitat de inúmeras e variadas populações de microorganismos de vida livre ou em associações com outros organismos. O conhecimento da contribuição dos microorganismos do solo, principalmente aqueles em interação com plantas, pode resultar no uso de práticas que favoreçam a sustentabilidade dos agrossistemas. Das interações entre organismos, as simbióticas despertam maior interesse, especialmente aquelas entre fungos do solo e raízes de plantas (Durazzini, 2008).

Segundo Souza & Berbara (2007), Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs), Filo Glomeromycota, Classe Glomeromycetes (glomeromicetos), são membros importantes do sistema solo-planta, uma vez que a sua própria diversidade está intimamente ligada à diversidade e a produtividade de comunidades vegetais.

Existem fortes evidências de que os FMAs desempenharam um papel crucial na conquista do ambiente terrestre pelas plantas. Essa premissa é corroborada por evidências de estudos de biologia molecular que confirmam que a origem dos FMAs coincide com a origem das plantas terrestres, há cerca de 350-462 milhões de anos. Essa origem também foi confirmada por análises de materiais fósseis do Devoniano, os quais revelaram a presença de



estruturas fúngicas similares àquelas formadas por fungos Glomeleanos atuais, (Siqueira *et al.*, 2002)

Segundo Miranda *et al.* (2001), os FMAs ocorrem naturalmente nos solos e formam uma associação benéfica com as raízes na maioria das plantas. Os vários filamentos que compõem o corpo dos fungos penetram nas raízes e passam a funcionar como um sistema radicular adicional que se estende por espaços físicos não alcançados pela raiz. Essa associação aumenta a capacidade de as plantas absorverem nutrientes do solo, principalmente o fósforo, melhorando a sua resposta aos diversos adubos beneficiando seu crescimento e produção.

As micorrizas são de interesse especial para o Brasil, devido à baixa fertilidade dos solos e elevado requerimento de nutrientes pela maioria das culturas (Durazzini, 2008).

Nas últimas décadas intensificaram-se os estudos com os FMAs, na busca de maior conhecimento dos seus efeitos nas plantas e na perspectiva de utilização de práticas em culturas de interesse econômico. Inúmeros trabalhos de levantamento populacional de FMAs, em ecossistemas naturais e em culturas de interesse econômico, têm sido conduzidos. Também têm sido isoladas novas espécies de fungos, testando-se sua eficiência em aumentar o crescimento e melhorar a nutrição das plantas cultivadas (Colozzi-Filho & Balota, 1994).

A adequação das práticas agrícolas, buscando um manejo da associação que lhe propicie expressar todo seu potencial, é objetivo final das pesquisas sobre os FMAs, o que, sem dúvida, reverterá em benefícios significativos para a agricultura (Silveira, 1992).

## OBJETIVO

A pesquisa objetivou avaliar a ocorrência natural de FMAs nas plantas utilizadas como adubos verdes na prática da rotação de culturas nas áreas de reforma do canavial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Piracicaba – São Paulo, no Pólo Centro Sul - APTA, situada na latitude 22° 42'S, longitude 47° 38'W e altitude média de 560 m, em Argissolo Vermelho escuro, no período de novembro de 2006 a agosto de 2008. O solo foi caracterizado quimicamente como apresentado na TABELA 1.

**TABELA 1 - Características químicas do solo na época do plantio da cana, Piracicaba, 2006.**

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	S.B.	CTC	V
	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>		-----	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----		%
4,1	26	3	0,7	7	6	13,7	63,7	22

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições e 14 tratamentos: Amendoim IAC-Tatu, Amendoim IAC-Caiapó





(*Arachis hypogaea*), Crotalária Júncea IAC-1 (*Crotalaria juncea*), Soja IAC-23 (*Glycine Max*), Mucuna Preta (*Mucuna aterrima*), Girassol IAC-Uruguai (*Helianthus annuus*), Feijão Mungo (*Vigna radiata*), Mucuna Cinza (*Mucuna cinereum*), Mucuna Verde (*Mucuna pruriens*), Guandu IAC-Fava Larga (*Cajanus cajan*), Guandu IAC-Anão (*Cajanus cajan*), Girassol IAC-larama (*Helianthus annuus*) e dois tratamentos testemunhas, sem adubo verde, sendo um capinado, através de três capinas manuais, e outro com a presença do mato.

Para a realização do experimento foi feito a semeadura dos tratamentos em campo, em novembro de 2006 no espaçamento de 0,5m entre linhas. O tamanho de cada parcela foi de 7m de largura e 8m de comprimento. A colheita foi feita em uma área útil de 1m<sup>2</sup> da área central de cada parcela, em março de 2007. Após a colheita, as plantas foram trituradas e mantidas sobre o solo. Foi feito plantio da cana em cada parcela, usando espaçamento de 1,4m entre linhas e o cultivar IAC87-3396 em abril de 2007; a cana foi colhida em agosto de 2008, permanecendo no campo por 16 meses.

Amostras de raízes dos adubos verdes foram coletadas na época da avaliação da produção de biomassa dos adubos verdes, para avaliar a porcentagem de colonização natural dos fungos micorrízicos arbusculares.

O nível de colonização micorrízica foi estimado após a coloração das raízes de acordo com Phillips & Hayman (1970) - adaptado. As raízes foram tratadas com solução de hidróxido de potássio (KOH) 10% em banho-maria a 90°C por 30 minutos, lavadas com água corrente e clarificadas com peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a 20% e coloridas com uma solução de tinta de caneta preta a 5%. A determinação da porcentagem de colonização das raízes pelo fungo micorrízico foi feita por observação em uma lupa com auxílio de uma placa reticulada, segundo Giovanetti & Mosse (1980).

Após a análise exploratória dos dados das variáveis estudadas aplicou-se análise de variância (ANOVA) para o delineamento em blocos casualizados e teste de Scott-Knott e F para comparar os tratamentos. O nível de significância foi de 5% e utilizado o programa estatístico SISVAR, segundo Ferreira (2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colonização natural observada de fungos micorrízicos arbusculares presente na TABELA 2 aponta quatro plantas como as mais colonizadas: Soja IAC-23, Guandu IAC-Fava Larga, Girassol IAC-Uruguai e Crotalária Júncea. Esse efeito foi notado na produção de matéria fresca e verde dos adubos, onde os melhores tratamentos foram Crotalária e Guandu IAC-Fava Larga. Já na produtividade de açúcar produzida (TPH e TCH) a infestação micorrízica se correlacionou positivamente com a Soja IAC-23 e a com a Crotalária.

**TABELA 2 - Porcentagem de colonização por micorriza das culturas utilizadas em sistemas de rotação com cana-de-açúcar, Piracicaba, 2007.**

Tratamentos	FMA's colonização natural
	-----%-----



Amendoim IAC-Tatu	42,74 b
Amendoim IAC-Caiapó	43,33 b
Crotalária Júncea IAC-1	68,66 a
Feijão Mungo	60,67 a
Girassol IAC-Iarama	46,02 b
Girassol IAC-Uruguai	68,76 a
Guandu IAC-Anão	53,52 b
Guandu IAC-Fava Larga	68,81 a
Mucuna Cinza	54,00 b
Mucuna Preta	47,94 b
Mucuna Verde	53,00 b
Soja IAC-23	73,00 a
C.V. (%)	21,82

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott e F ( $p \leq 0,05$ ).

Ambrosano *et al.* (2010) evidenciaram que a infestação por FMAs se relacionou positivamente com a altura das plantas de cana-de-açúcar no primeiro corte, porém não obteve relação com produção dos adubos verdes, TCH e TPH.

Miranda & Miranda (2002), constataram que a dependência micorrízica da soja, é em geral, elevada, podendo atingir cerca de 80% em relação ao seu crescimento.

As culturas anuais (soja, milho, feijão) e de adubos verdes (mucuna, crotalária, feijão-de-porco, guandu, girassol, milheto, mamona) apresentam elevado grau de dependência micorrízica. Quando utilizadas em sistemas de rotação, essas plantas podem aumentar a população de FMAs nativos do solo (Miranda *et al.*, 2001).

No presente trabalho o tratamento Girassol IAC-Uruguai apresentou uma elevada porcentagem de colonização micorrízica, porém essa variável não se relacionou positivamente com os dados estudados (produção de material vegetal fresco e seco e TPH/TCH), comparando com os demais tratamentos. Esse resultado pode ser interpretado com a citação acima, ou seja, o tratamento pode não ter sido eficiente na produção da cana, entretanto, pode ter aumentado a população natural dos FMAs do solo. Essa suposição poderá ser confirmada em um estudo posterior e mais abrangente sobre as comunidades nativas desses fungos no solo.

## CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir os tratamentos que mais se beneficiaram com a simbiose foram: Soja, Crotalária Juncea, Guandu IAC-Fava Larga e Girassol IAC-Uruguai.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSANO, E.J.; AZCON, R.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B; SCHAMMAS, E.A.; MURAOKA, T.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; UNGARO, M.R.



Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effects on sugarcane yield. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 67, n.6, dez. 2010.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L. Micorrizas Arbusculares. In: Hungria, M.; Araújo, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. v.1. Brasília: EMBRAPA, 1994, p. 383-418.

DURAZZINI, A. M. S. **Fungos Micorrízicos Arbusculares em solos sob diferentes cultivos na Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes – MG.** (Monografia). Disponível em: [http://www.ifs.ifsuldeminas.edu.br/pesquisas/TCC/TCC\\_Ana.pdf](http://www.ifs.ifsuldeminas.edu.br/pesquisas/TCC/TCC_Ana.pdf) Acesso em: 13 out. 2008.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...**São Carlos: UFSCar, 2000, p.255-258.

GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. No evolution of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal spores. **The New Phytologist**, Oxford, v. 84, n. 3, p. 489-500, 1980.

MIRANDA, J.C.C. *et al.* Manejo da micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do cerrado. **Comunicado Técnico Embrapa Cerrados**, Planaltina, n. 42, p. 1-3, 2001.

MIRANDA, J.C.C.; MIRANDA, N.D.M. Importância da Micorriza Arbuscular para o Cultivo da Soja na Região do Cerrado. **Comunicado Técnico Embrapa Cerrados**, Planaltina, n. 75, p. 1-5. 2002.

PHILIPS, JM; HAYMAN, D.S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for trapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 55, n.1, p. 158-162, 1970.

SILVEIRA, A.P.D.; Micorrizas.. In: Cardoso, E.J.B.N.; Tsai, S.M.; Neves, M.C.P. **Microbiologia do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992, p. 258-276.

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

SOUZA, A.D.S.; BERBARA, R.L.L. **Diversidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares**. Revista eletrônica Iniciativa Amazônica. Disponível em [http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/biodiversidadeSolo/pdf/resumos/Painel2\\_RicardoB.pdf](http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/biodiversidadeSolo/pdf/resumos/Painel2_RicardoB.pdf). Acesso em 05 nov. 2007.