



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas  
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas  
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo  
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo  
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.  
Centro de Convenções do SESC

## Impacto da Retirada da Palhada de Áreas com Cana-de-Açúcar sobre os Fungos Micorrízicos Arbusculares em Solo de Cerrado, em Dourados – MS

**Guilherme Augusto Robles Angelini<sup>(1)</sup>; Fabiano de Carvalho Balieiro<sup>(2)</sup>; Orivaldo José Saggin Júnior<sup>(3)</sup>; Josiléia Acordi Zanatta<sup>(4)</sup>; Heitor Luiz da Costa Coutinho<sup>(5)</sup>, Júlio Cesar Salton<sup>(6)</sup> & Avílio Antônio Franco<sup>(7)</sup>**

(1) Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Fitotecnia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro / Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22460-000, [guilhermeangelini@yahoo.com.br](mailto:guilhermeangelini@yahoo.com.br); (apresentador do trabalho); (2) Pesquisador Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000, [balieiro@cnps.embrapa.br](mailto:balieiro@cnps.embrapa.br); (3) Pesquisador Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000, [saggin@cnpab.embrapa.br](mailto:saggin@cnpab.embrapa.br); (4) Pesquisadora Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 661. Dourados, MS, CEP: 79804-970, [josizanatta@yahoo.com.br](mailto:josizanatta@yahoo.com.br); (5) Pesquisador Embrapa Solos, [heitor@cnps.embrapa.br](mailto:heitor@cnps.embrapa.br); (6) Pesquisador Embrapa Agropecuária Oeste, [jcsalton@hotmail.com](mailto:jcsalton@hotmail.com); (7) Superintendente da Área de Institutos Tecnológicos e de Pesquisa da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP/ Ministério da Ciência e Tecnologia, Praia do Flamengo, 200, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22210-030, [af franco@finep.gov.br](mailto:af franco@finep.gov.br)

**RESUMO** – O trabalho objetivou avaliar a colonização micorrízica (quantitativa e qualitativamente) e a densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na rizosfera de cana-de-açúcar em solo de Cerrado, influenciada pela retirada total e parcial da palhada. O experimento localiza-se na Fazenda Cristal, Dourados, MS. Os tratamentos correspondem a três níveis de palhada remanescente após a colheita mecanizada da cana-de-açúcar, sendo 100% de palhada sobre o solo, 50% e 0%, no qual removeu-se toda palhada da superfície do solo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 8 repetições. As avaliações foram realizadas na profundidade de 0,0-0,10m. Todas as amostras de raízes da cultura apresentaram alta colonização micorrízica. A porcentagem de colonização apresentou variação entre os diferentes tratamentos de níveis de palhada no solo quando quantificada por uma adaptação da metodologia de McGonigle et al. (1990), ao contrário de quando analisada através do Índice Global de colonização de Trouvelot et al. (1986) que não mostrou diferenças entre os tratamentos. A maior ocorrência de arbúsculos foi no tratamento com 100% de palhada. Verificou-se maior esporulação no tratamento com 50% de palhada sobre o solo. Os níveis de palhada no solo influenciaram a colonização e a densidade de esporos no solo, porém ainda não indicaram uma tendência clara dos efeitos dos tratamentos.

**Palavras-chave:** Colonização Micorrízica, Níveis de Palhada, Manejo do Solo

**INTRODUÇÃO** - A cana-de-açúcar tem avançado em todo território nacional, e não diferentemente no Estado do Mato Grosso do Sul (Alves, 2008). Este aumento ocorreu após o advento dos veículos bicombustíveis e, ainda, pelas perspectivas futuras do mercado internacional de combustíveis renováveis.

A possibilidade de retirada parcial ou total da palhada de áreas produtoras de cana (sob colheita mecanizada) para utilização na co-geração de energia ou álcool por via celulósica de produção, levanta o questionamento sobre o real impacto dessa prática sobre a sustentabilidade da cultura. Embora os efeitos benéficos da palhada sobre o solo de áreas manejadas sem queima estejam bem sedimentados quanto à fertilidade (Resende, 2005), da agregação e estocagem de C do solo (Resende et al., 2006), muitas questões precisam ser elucidadas, principalmente para aquelas relacionadas à dinâmica dos microrganismos do solo, em especial dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).

Sabe-se que os FMAs desempenham um papel importante na absorção e transporte de nutrientes do solo para planta (Tobar et al., 1994), e também na diminuição de estresses provocados por fatores abióticos e bióticos (Siqueira et al., 1999). O

interesse pelas micorrizas tem sido intensificado nas últimas duas décadas como consequência da crise energética (que afeta o setor de fertilizantes), de suas implicações na disponibilidade de nutrientes sintéticos, e da crescente preocupação mundial pela preservação de ecossistemas nativos, tendo em vista que os FMAs são tidos como indicadores biológicos de qualidade ambiental (Souza et al., 2006).

Para a cana-de-açúcar esta simbiose tem sido pouco estudada e poucos trabalhos sobre o assunto foram publicados, principalmente estudos realizados diretamente em campo.

Desta forma, o presente estudo teve o objetivo de avaliar a colonização micorrízica (quantitativa e qualitativamente) e a densidade de esporos de FMAs na rizosfera de cana-de-açúcar em solo de Cerrado, influenciadas pela retirada total e parcial da palhada, no município de Dourados, MS.

**MATERIAL E MÉTODOS** - A área experimental localiza-se na Fazenda Cristal, do Grupo Unialco (Dourados AS Alcool e Açúcar) em um experimento montado na gleba 114, no município de Dourados, MS, a 22°44' Sul e 43°42' Oeste, cerca de 408m de altitude. A precipitação média anual é de 1635 mm; a temperatura média anual é de 23°C e a umidade relativa do ar média é de 64%. O clima é classificado como Caw, clima mesotérmico úmido, segundo a classificação de Köppen, apresentando verões quentes e invernos secos. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Eutroférrico (Embrapa, 1996). Os tratamentos do experimento correspondem a três níveis de palhada remanescente após a colheita mecanizada da cana-de-açúcar, sendo 100% de palhada sobre o solo, 50% e 0%, no qual removeu-se toda palhada da superfície do solo. O delineamento experimental foi blocos casualizados com 8 repetições. Os tratamentos foram estabelecidos em janeiro de 2008 após o primeiro ciclo da cultura implantada em 2007. Cada parcela constou de 10 linhas de cana espaçadas de 1,0 m, com 20 m de comprimento, desta forma o experimento abrangeu uma área 2400 m<sup>2</sup>. Em dezembro de 2009 foram coletados raízes e solo rizosférico (0,0-0,10 m) da cana-de-açúcar para as avaliações da colonização micorrízica e densidade de esporos de FMAs. Cada amostra das parcelas foram compostas por 5 subamostras simples, coletadas aleatoriamente dentro da parcela experimental, nas linhas de plantio. As raízes frescas foram clarificadas e coloridas segundo Koske & Gemma (1989) e Grace & Stribley (1991). Em seguida, foram montadas em lâmina para microscopia e observados aleatoriamente 100 segmentos de raiz de 1 mm de comprimento, utilizando o aumento de 200x, sendo esta metodologia de avaliação da porcentagem de

colonização micorrízica uma adaptação da descrita em McGonigle et al. (1990). A Intensidade Global de Colonização (M%) que corresponde ao grau de córtex colonizado conforme notas estabelecidas em uma escala visual descrita por Trouvelot et al. (1986) foi calculada pela equação:

$$M\% = \frac{(95n_5 + 70n_4 + 30n_3 + 5n_2 + n_1)}{\text{Número total de fragmentos}}$$

Onde n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, n<sub>3</sub>, n<sub>4</sub> e n<sub>5</sub>, correspondem aos números de segmentos de raiz com notas de 1 a 5 segundo a escala visual de Trouvelot et al. (1986), num total de 60 segmentos observados.

Nestes 60 segmentos foram também avaliados a frequência de ocorrência de arbúsculos e demais estruturas fúngicas; de vesículas e hifas e de apenas hifas conforme proposto por Trouvelot et al. (1986), sendo que o total desta quantificação de estruturas fúngicas foi considerado uma outra estimativa da porcentagem de colonização micorrízica.

Para a contagem do número de esporos de FMAs, estes foram extraídos de amostras de 50 cm<sup>3</sup> de solo utilizando a técnica de peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963). A quantificação foi realizada sob microscópio estereoscópio (40x).

As variáveis foram submetidas aos testes de homogeneidade das variâncias e de normalidade dos dados utilizando o programa estatístico SAEG versão 5.0, e posterior análise de variância e teste Scott Knott a 5% de probabilidade nas médias, utilizando-se o programa SISVAR 5.0.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - Todas as amostras de raízes de cana-de-açúcar analisadas apresentaram colonização micorrízica acima de 75% (Figura 1). A colonização micorrízica apresentou variação entre os diferentes níveis de palhada no solo quando avaliada conforme a adaptação da metodologia de McGonigle et al. (1990). Verificou-se que a retirada total da palhada da área aumentava a colonização micorrízica em relação as área com 50% e 100% de palhada sobre o solo. A porcentagem de colonização micorrízica estimada pela somatória das estruturas fúngicas quantificadas segundo Trouvelot et al. (1986) não mostrou diferenças entre os tratamentos de níveis de palhada. A colonização micorrízica nas raízes de cana-de-açúcar estimadas por estrutura fúngica apresentou resultados diferentes para os tratamentos de níveis de palhada para cada estrutura fúngica quantificada (Tabela 1). Para a colonização por arbúsculos e outras estruturas foi observada diferença estatística entre os três tratamentos de palhada, sendo que com 100% de palhada observou-se o maior porcentagem de arbúsculos, este número foi reduzindo junto com o nível de palhada. Isto sugere que o maior nível de

palhada no solo proporciona uma colonização micorrízica com mais sítios de troca eficiente, como é considerado o arbúsculo. Os arbúsculos correspondem à interface da simbiose onde ocorre a maior parte das trocas bidirecional de nutrientes (Clapperton & Reid, 1992). O tratamento com 50% de palhada sobre o solo foi o que apresentou maior número de vesículas, considerada estruturas de reservas dos FMAs, diferindo dos outros dois tratamentos, que não se diferenciam estatisticamente entre si. Já para a colonização apenas por hifas verifica-se que o tratamento com 0% de palha sobre o solo foi que apresentou maior colonização deste tipo, superior aos demais níveis de palhada. Isto pode indicar uma simbiose ainda não estabilizada, ou uma simbiose cuja maioria dos arbúsculos já iniciou a sua degeneração, já que estes tratam-se de estruturas efêmeras.

A avaliação da Intensidade Global de Colonização Micorrízica (M%) também não indicou diferenças entre os níveis de palhada. Entretanto, a densidade de esporos foi maior no tratamento com 50% de palhada sobre o solo (Tabela 1), apesar da diferença na magnitude do número de esporos entre tratamentos ter sido considerada pequena.

Embora o presente estudo não compare manejos de queima ou não queima da palhada da cana-de-açúcar, a literatura tem evidenciado que raízes de cana sob manejo sem queima da palhada apresentam maiores taxas de colonização quando comparado ao manejo com queima (Azevedo, 2008), corroborando com os resultados de colonização por arbúsculos obtidos aqui. A manutenção de palhada sob o solo pode manter mais arbúsculos ou preservá-los por mais tempo, precisando de avaliações adicionais para comprovação desta hipótese.

Como estes são os resultados das primeiras avaliações de FMAs neste experimento ainda é bastante cedo para afirmarmos a influência da palhada sobre a colonização e esporulação de FMAs na cana-de-açúcar. Muitos são os fatores que condicionam o estabelecimento e funcionamento da simbiose. Entretanto, pode-se afirmar que a cana-de-açúcar cultivada em solo de Cerrado está grandemente usufruindo a simbiose micorrízica para sua nutrição, devido ao elevado grau de colonização micorrízica nas suas raízes. O mesmo não é observado em canaviais antigos amostrados em Barra Bonita – SP (Orivaldo José Saggin Júnior observação pessoal.) As características químicas do solo de Cerrado, o número de anos com cultivo seguido de cana e possivelmente diferenças na intensidade de adubação podem ter contribuído para esta diferença.

**CONCLUSÕES** - Todas as amostras de raízes de cana-de-açúcar analisadas apresentaram alta colonização por FMAs.

A porcentagem de colonização apresentou variação entre os níveis de palhada somente quando quantificada por uma adaptação do método de McGonigle et al. (1990).

Os níveis de palhada no solo influenciaram a colonização e a densidade de esporos no solo, porém ainda não indicaram uma tendência clara.

**AGRADECIMENTOS** – A CAPES e a Embrapa Agropecuária Oeste. Esta pesquisa recebeu financiamento do Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), através do programa CRN II (PROJETO 2031), que é apoiado pela US National Science Foundation (Grant Geo-0452325) e do projeto IAI 104.358, com o apoio do International Development Research Center (IDRC).

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. A situação atual do estado de Goiás em relação ao cultivo da cana-de-açúcar e o mercado de biocombustíveis. Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. Disponível em: <<http://www.faeg.org.br/webfaeg/conteudo.php?jane-la=informacao&info=14>>. Acessado em: 19 de novembro de 2008.

AZEVEDO, M. C. B. Efeito de três sistemas de manejo físico do solo no enraizamento e na produção de cana-de-açúcar. 2008. 100p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

CLAPPERTON, M.J.; REID, D.M. A relationship between plant growth and increasing VA mycorrhizal inoculum density. *New Phytologist*, v.120, p.227-234, 1992.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transaction of British Mycology Society*, v.46, p.234-244, 1963.

GRACE, C.; STRIBLEY, D.P.A. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, Cambridge, v. 5, n. 10, p. 1160-1162, 1991.

KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research*, Cambridge, v. 92, n. 4, p. 486-488, 1989.

McGONIGLE, T.P.; FITTER, A.H. Ecological specificity of vesicular arbuscular mycorrhizal associations. *Mycological Research*, New York, v.94, n.1, p.120-122, jan.1990.

RESENDE, A.S.; XAVIER, R.P.; OLIVEIRA, O.C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Long-term effects of pré-harvest burning and nitrogen and vinasse applications on yield of sugar

cane and soil carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco, N.E. Brazil. *Plant and Soil*, 281:339-351, 2006.

RESENDE, A. S. Efeito da queima e das aplicações de nitrogênio e vinhaça após 16 anos de cultivo de cana-de-açúcar. 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Solos, Seropédica, RJ.

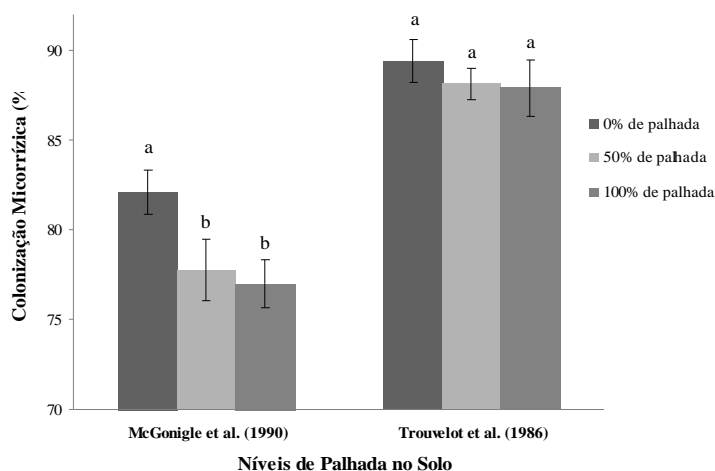
SIQUEIRA, J.O.; POUYÚ, E.; MOREIRA, F.M.S. Micorrizas arbusculares no crescimento pós-transplântio de mudas de árvores em solos com excesso de metais pesados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.23, n.5, p. 569-580, 1999.

SOUZA, V.C.; SILVA, R.A. CARDOSO, G.D.; BARRETO, A.F. Estudos sobre fungos micorrízicos.

*Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. vol.10 no.3 Campina Grande/PA, 2006.

TOBAR, R.; AZCÓN, R.; BAREA, J. M. Improved nitrogen uptake and transport from N-15- labeled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed conditions. *New Phytologist*, New York, v. 126, n.1, p. 119-122, 1994.

TROUVELOT, A.; KOUGH, J.L.; GIANINAZZIPEARSON, V. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire: recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In: GIANINAZZI, S.; GIANINAZZI-PEARSON, V. (Ed.). *Mycorrhizas: physiologie et génétique*. Dijon: Inra, 1986. p. 217-220.



**Figura 1.** Porcentual de colonização micorrízica em raízes de cana-de-açúcar com diferentes níveis de palhada no solo, avaliada segundo adaptação da metodologia de McGonigle et al. (1990) e pela somatória das estruturas fúngicas estimada segundo Trouvelot et al. (1986). Médias seguidas de mesma letra dentro de cada metodologia não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

**Tabela 1.** Porcentagem de colonização micorrízica por estruturas fúngicas, intensidade global de colonização micorrízica (M%) e densidade de esporos na rizosfera de cana-de-açúcar com diferentes níveis de palhada sobre o solo, em Dourados – MS.

Níveis de Palhada no Solo	Colonização Micorrízica por estrutura fúngica			Intensidade da colonização (M%)	Densidade de Esporos (Nº em 50 cm <sup>3</sup> de solo)
	Arbúsculos e outros (%)	Vesículas e hifas (%)	Apenas Hifas (%)		
0%	9,12 c	15,00 b	29,90 a	24,89 a	407 b
50%	13,50 b	17,25 a	22,15 b	25,79 a	504 a
100%	17,38 a	14,35 b	21,00 b	24,55 a	436 b
C.V. <sup>(1)</sup> %	14,65	13,40	16,36	8,77	16,51

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. <sup>(1)</sup>: Coeficiente de variação (C.V.) da análise de variância.

