Incidência de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) no crescimento inicial da cana-de-açúcar após a aplicação de fósforo

Juliana Cristina Sodario Cruz[1], Glauber José de Castro Gava[2], Oriel Tiago Kölln[3], Djanira Rodrigues Negrão[4], Marli Teixeira de Almeida Minhoni[5], Elisangela Marques Jerônimo[1]

[1]Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo/APTA, Polo Centro Oeste, Avenida Rodrigues Alves, 40-40, Bauru-SP; [2]Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo/APTA, IAC, Rodovia SP 304, Km 304, Jaú-SP; [3]UENP, Campus Luiz Meneghel, Rodovia BR 369, Km 54, Bandeirantes, PR; [4]Laboratório Nacional de Biorrenováveis, LNBR, Rodovia Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000, Campinas, SP; [5]UNESP, FCA, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu, SP.

Resumo

Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) proporcionam uma série de benefícios na agricultura, porém podem ser impactados negativamente pela aplicação de fertilizantes fosfatados. Diante disso, foi avaliada a incidência de esporos de FMAs nativos do solo de uma área agrícola comercial de cana-de-açúcar, durante a fase de desenvolvimento inicial da cultura, após a utilização de diferentes fontes e formulações de fósforo. Para tanto os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, compostos por cinco repetições e caracterizados da seguinte forma: 1-Testemunha com adição de Uréia e KCl; 2- Formulação líquida (02-10-10); 3- STP (Super Triplo) + formulação líquida; 4- Formulação 00-27/09-00+ 27%Ca+ 7%S + formulação líquida e 5- Fosfato Natural Reativo + formulação líquida. Aos 180 dias após o plantio foram realizadas as coletas de amostras de solo, para o levantamento da incidência do número de esporos de FMAs, bem como a contagem manual de perfilhos para a avaliação do desenvolvimento inicial da cultura. Os resultados foram analisados através do teste de Tukey a 5% de significância. Durante o desenvolvimento inicial da cultura a incidência de esporos de FMAs e o número de perfilhos não sofreram a ação das diferentes fontes e formulações de fósforo utilizadas.

Palavras chave: micorrizas, *Saccharum officinarum,* perfilhamento

Introdução

Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs), ou micorrizas são microrganismos simbiontes e de ocorrência generalizada nas raízes de plantas superiores, que estão diretamente relacionados com a absorção de nutrientes (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Na cultura das cana-de-açúcar as espécies *Glomus clarum* e *Entrophospora colombiana* estão associadas à promoção de crescimento nas plantas (SIQUEIRA & KLAUBERG FILHO, 2000). Entretanto as micorrizas podem ser impactadas negativamente com a aplicação de fertilizantes fostados, tradicionalmente utilizados na cultura da cana-de-açúcar via solo, e com isso diminuir sua colonização e esporulação (BALOTA, et al., 2012).

O elemento fósforo está diretamente relacionado com o enraizamento e perfilhamento da cana-de-açúcar e consequentemente com a produtividade final e rendimento (SANTOS et al., 2009). Sua deficiência reduz a absorção de nitrogênio e dificulta a clarificação do caldo, elevando o custo final em virtude da necessidade de adição de fosfatos solúveis para atingir o

teor ideal de P_2O_5 para uma clarificação eficiente no processamento industrial (MAHADEVAIAH et al., 2007).

Uma das maneiras de realizar a aplicação de fósforo na cultura é através da aplicação no sulco no momento de plantio, o que proporciona maior proximidade do elemento às raízes das plantas. Para que o fornecimento deste nutriente ocorra em diferentes fases de desenvolvimento da cultura, recomenda-se realizar a aplicação das doses de P_2O_5 na forma de mistura de fosfatos solúveis acidulados e fosfatos naturais reativos, que apresentam diferentes velocidades de solubilização e disponibilidade para as plantas (ROSSETO & DIAS, 2005).

Diante disso, foi realizado um ensaio para avaliar a incidência de esporos de FMAs durante o desenvolvimento inicial da cultura da cana-de-açúcar, cultivada com formulações e fontes (líquidas e sólidas) de fósforo.

Material e Métodos

O ensaio foi desenvolvido em uma área comercial agrícola localizada próximo ao município de Santa Maria da Serra (SP), composta por um solo caracterizado como Areia Quartzosa (PRADO, 2003) com baixos teores de fósforo, como mostrado na Tabela 1. Antes do plantio foi realizada calagem para a elevação da saturação de bases a 60%, conforme recomendado por Raij et al., (1997) para a cultura da cana-de-açúcar.

Tabela1: Características químicas do solo da área experimental antes da instalação do experimento

Profundidade cm	pH $CaCl_2$	M.O. g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	Al^{3+}	S B	CTC	V %
				mmol dm^{-3}							
0-25	4,8	9	7	0,4	6	2	16	1	8	24,3	35

Foi realizado o preparo convencional do solo para o plantio da cana-de-açúcar, que ocorreu em abril de 2009, onde foi utilizado aproximadamente quinze gemas por metro linear da cultivar RB867515. No momento do plantio a quantidade de cada formulação da adubação utilizada foi padronizada para que cada tratamento recebesse 30 Kg de N ha^{-1}, 150 Kg de P_2O_5 ha^{-1} e 120 Kg de K_2O ha^{-1}, considerando a adubação usual utilizada na cultura.

As formulações sólidas utilizadas foram calculadas, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos individuais, para que as quantidades ideais de cada fertilizante fossem distribuídas em cada linha de plantio de maneira uniforme. Posteriormente as formulações foram manualmente incorporadas na área experimental no fundo de cada linha com o auxílio de enxadas.

A quantidade de fertilizante líquido utilizada em cada tratamento foi ajustada para que fossem adicionados em cada sulco a mesma quantidade de NPK citada acima. Para a aplicação dos fertilizantes líquidos foram utilizados pulverizadores manuais costais, após calibração da velocidade de aplicação de cada aplicador, para que as quantidades necessárias fossem distribuídas de maneira uniforme em cada sulco. Desta forma tanto os tratamentos que receberam adubação líquida quanto sólida tiveram as mesmas quantidades de cada elemento, com exceção do tratamento testemunha que não recebeu formulação contendo fósforo.

Cada parcela apresentou nove linhas com espaçamento de um metro, possuindo vinte metros de comprimento. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, compostos por cinco repetições, implantados no momento do plantio: 1-Testemunha sem a adição de fontes de fósforo, mas com Uréia e KCl; 2- Formulação líquida (02-10-10); 3- STP (Super Triplo) + formulação líquida; 4- Formulação 00-27/09-00+ 27%Ca+ 7%S + formulação líquida e 5- Fosfato Natural Reativo + formulação líquida.

Aos 120 DAP (dias após o plantio) foi realizada a adubação de cobertura para todos os tratamentos junto com a operação de "quebra-lombo" utilizada para padronizar o terreno e permitir a colheita mecanizada. Na adubação de cobertura foram utilizados 1500 $Kg.ha^{-1}$ do fertilizante 08-00-12 na formulação líquida. Para sua aplicação, foi utilizado aplicador próprio para fertilizantes líquidos.

Aos 180 dias após o plantio foram realizadas as coletas de amostras de solo para o levantamento da incidência do número de esporos de FMAs, bem como a realização da contagem manual de perfilhos. As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm com o auxílio de pás manuais individuais, de onde foram retiradas três amostras simples de solo que foram misturadas e homogeneizadas, dando origem a uma amostra composta para cada tratamento e repetição. Posteriormente foram acondicionadas em sacos plásticos de polietileno e imediatamente transportadas para os laboratórios de Microbiologia de Solo do Departamento de Proteção Vegetal-FCA-UNESP, Campus de Botucatu-SP, para a extração e quantificação dos esporos.

Os esporos foram extraídos de cada amostra contendo 50g de solo, segundo metodologia de extração úmida proposta por Gerdemann & Nicolson (1963), onde as amostras passaram por peneiras de 0,71 mm e 0,045 mm em sequência e centrifugados em água destilada, a 3000 rpm, durante três minutos em solução aquosa de sacarose a 50%, a 200 rpm, por dois minutos, sendo essa etapa repetida duas vezes. Os esporos foram contados com o auxílio de microscópio óptico comum.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicada conforme o delineamento executado em blocos ao acaso, sendo os dados de número de esporos micorrízicos transformados em logx antes da realização da mesma (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002). Em caso de evidência estatística, ao nível de 5% de significância, de diferença de médias entre os tratamentos considerados, as análises tiveram sequência com a execução do teste de Tukey.

Resultados e Discussão

A incidência de esporos de FMAs nativos do solo não foi afetada pelas diferentes fontes de fósforo utilizadas, bem como para o número de perfilhos de cana-de-açúcar aos 180 DAP, como apresentado nos Gráfico 1. Embora tenha ocorrido tendência de maior número de esporos de FMAs nos tratamentos testemunha, sem a adição de fósforo, e menor nos tratamentos que receberam somente adubação líquida. Provavelmente isso ocorreu pelo fato de existir maior disponibilidade de fósforo na formulação líquida utilizada, prontamente assimilável, o que geralmente afeta o metabolismo dos FMAs (ZHANG et al., 2011).

Souza et al., (2015) também observaram que FMAs não interferiram no desenvolvimento inicial da cultivar RB867515, embora tenham utilizado espécies pré-selecionadas de FMAs e realizado as avaliações em fase de desenvolvimento anterior à este trabalho. Já para os tratamentos com liberação mais lenta de fósforo (Super Triplo e Fosfato Natural Reativo), observamos uma tendência de aumento do número de esporos nativos de FMAs no solo e de número de perfilhos, quando comparados aos tratamentos que receberam somente a formulação líquida. Portanto, essas fontes e fórmulas são mais adequadas tanto para o desenvolvimento das plantas quanto para a incidência de esporos de FMAs, mesmo com a adição conjunta da fórmula líquida (02-10-10).

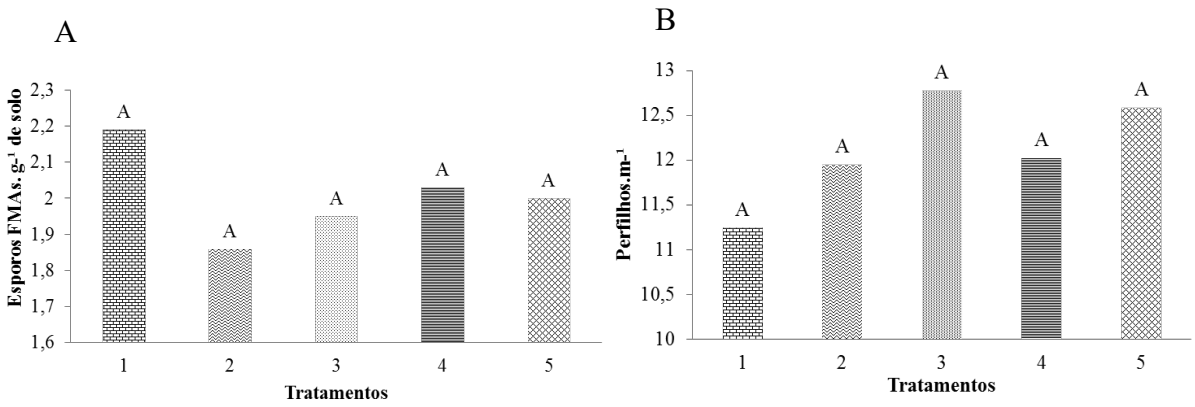

Gráfico 1.A) Médias do número de esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs).g-[1] de solo (CV (%) 20,81) e **B)** Médias do número de perfilhos por metro linear, (CV (%) 8,43), para os seguintes tratamentos: 1-Testemunha; 2- Formulação líquida (02-10-10); 3- STP (Super Triplo) + formulação líquida; 4- Formulação 00-27/09-00+ 27%Ca+ 7%S + formulação líquida e 5- Fosfato Natural Reativo + formulação líquida. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si segundo Tukey a 5% de significância.

Resultados mais promissores talvez sejam obtidos com a realização de adubação verde e rotação de culturas antes ao plantio de cana-de-açúcar, como observado por Ambrosano et al., (2010) que observaram correlação da colonização de FMAs com o crescimento de cana-de-açúcar, no primeiro corte após a realização de adubação verde. Heberle, et al., (2015), também obtiveram bons resultados para colonização micorrízica em mandioca cultivada após a realização de rotação de culturas, mesmo com altas concentrações de fósforo no solo.

A realização de análises complementares, como as de colonização radicular por FMAs, bem como maior periodicidade de coletas de amostras, dentro de um mesmo ano agrícola ou em anos agrícolas consecutivos, associadas aos dados de produtividade poderão trazer melhor entendimento sobre a atuação destes microrganismos no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, após a utilização de diferentes fontes e formulações de fósforo no momento do plantio.

Portanto a incidência de esporos de FMAs nativos do solo e o número de perfilhos não sofreram a ação das diferentes fontes e formulações de fósforo neste momento, embora o número de esporos tendesse a ser maior nos tratamentos testemunha, sem a adição de fósforo,

e menor nos tratamentos que receberam somente adubação líquida, nessa fase de desenvolvimento da cultura.

Agradecimentos

Agradecemos à empresa Bunge Fertilizantes S.A. pela disponibilização dos fertilizantes utilizados neste trabalho, bem como à equipe do setor agrícola do grupo Raízen – Usina Barra Bonita- Fazenda Itaúna, pelo auxílio na instalação e desenvolvimento do mesmo.

Referências bibliográficas

AMBROSANO, BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; SCHERER, A. Mycorrhizal effectiveness on physic nut as influenced by phosphate fertilization levels. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p.23-32, 2012.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; SCHERER, A. Mycorrhizal effectiveness on physic nut as influenced by phosphate fertilization levels. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 23-32, 2012.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species ectractes from soil by wet sieving and decanting. **Transaction of the British Mycological Society**, London, v.46, p. 232-246, 1963.

HEBERLE, E. S.; ARMAS, R. D.; HEBERLE, D. A.; STÜRNER, S. L.; PERUCH, L. A. M.; LOVATO, P. E.; SOARES, C. R. F. S. Occurrence an structure of arbuscular mycorrhizal fungal communities in cassava after cultivation of cover crops as observed by the "PCR-DGGE" technique. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 5, p.1292-1301, 2015.

MAHADEVAIAH, M. S.; KUMAR, Y.; GALIL, M. S. A.; SURESHA, M. S.; SATHISH, M. A.; NAGENDRAPPA, G. A simple spectrophotometric determination of phosphate in sugarcane juices, water and detergent samples. **E-Journal of Chemistry**, v. 4, p.467-473, 2007.

MOREIRA F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Micorrizas, In:. MOREIRA F. M.S.; SIQUEIRA, J. O. (Ed.) **Microbiologia e Bioquímica do Solo**, 2°Ed., Lavras, UFLA, 2006, p.543-661.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. 11ed., Piracicaba, FEALQ, 2002, 309p.

PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento e manejo.** 3 ed. Piracicaba: H. do Prado, 2003. 275p.

RAIJ, van B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, Campinas, IAC, 1997, 285p.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões. **Informações Agronômicas**, n. 110, p.6-11, 2005.

SIQUEIRA, J. O.; KLAUBERG FILHO, O. Micorrizas arbusculares: a pesquisa brasileira em perspectiva. In: NOVAIS, R. F.; ALVARES, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, v.1, 2000, p.235-264.

SANTOS, V. R.; MOURA FILHO, G.; ALBUQUERQUE, A. W.; COSTA, J. P. V.; SANTOS, C. G.; SANTOS, A. C. I. Crescimento e produtividade agrícola de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.389-396, 2009.

SOUZA, C. C. M.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; CAVALCANTE, U. M. T.; MONTE JUNIOR, I. P.; PEREIRA FILHO, J. V. Initial development and chemical componentes of sugarcane under water stress associated with arbuscular mycorrhizal fungi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 19, n. 6, p.548-552, 2015.

ZHANG, Q.; XU, L.; TANG, J.; BAI, M.; CHEN, X. Arbuscular mycorrhizal mediation of biomass-density relationship of *Medicago sativa L*. under two water conditions in a field experiment. **Mycorrhiza**. v.21, p.269-277, 2011.