

BENEFÍCIOS DA INOCULAÇÃO DE FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR DA ESPÉCIE *Rhizophagus clarus* NA CULTURA DA SOJA.

BENEFITIS OS INOCULATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS *Rhizophagus clarus* IN SOYBEAN CROPS.

¹FERREIRA, Thaina Dutra

¹Departamento de Ciências Agrárias – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são microrganismos simbiotes mutualístico com as plantas e que desempenham funções nos ecossistemas, como o melhoramento das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, que agregam em qualidade no crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas. O objetivo desse estudo foi realizar os benefícios de inoculação de FMA na cultura da soja. Diversos benefícios podem ser obtidos pelas plantas a partir da associação com FMA, como maior a capacidade de absorção de água e nutrientes do solo quando este apresenta baixa fertilidade e/ou baixo potencial hídrico

Palavras-chave: Soja; *Rhizophagus clarus*; Fungos Micorrízicos Arbusculares.

ABSTRACT

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are mutualistic symbiotic microorganisms with plants that perform functions in ecosystems, such as improving the physical, chemical and biological qualities of the soil, which add to the quality of plant growth and vegetative development. The objective of this study was to realize the benefits os AMF inoculation in soybean crops Several benefits can be obtained by plants from the association with AMF, such as greater soil water and nutrient absorption capacity when it has low fertility and/or low water potential.

Keywords: Soybean; *Rhizophagus clarus*; Arbuscular Mycorrhizal Fungi.

INTRODUÇÃO

Devido as progressivas demandas por alimentos, e escassa disponibilidade de terras agricultáveis, de água e insumos, exigiu estudos formas sustentáveis de produção. A exploração dos microrganismos presentes no solo, tende a ser uma das formas sustentáveis de se aumentar a produção. Os fungos micorrízicos arbusculares, são fungos presentes na rizosfera do solo, que podem ser utilizados como inoculantes, sendo de grande importância para aumentar a eficiência da planta com relação a absorção de nutrientes e água, melhora no desenvolvimento radicular, aumento da produção, ataques de patógenos, aumento na tolerância a estresses abióticos (Souza, F.A, *et al.* 2017). Os FMA são de grande eficiência em solos com baixa quantidade de nutrientes, sobretudo, em solos com alta fertilidade, a colonização pode não ser tão eficiente (Costa *et al.*, 2013), eles desempenham funções nos ecossistemas, no qual ocorrem o melhoramento das qualidades físicas,

químicas e biológicas do solo (Van Der Heijden *et al.*, 2006; Leifheit *et al.*, 2014; Cavagnaro *et al.*, 2015; Bergman *et al.*, 2016).

Existem sete tipos de micorrizas, consideradas as mais importantes são as micorrizas arbusculares, estando presente em grande parte dos ecossistemas naturais (Turrini; Giovannetti, 2012; Zangaro *et al.*, 2012a). Dentro do filo Glomeromycota, encontramos os fungos que realizam simbiose, denominados fungos micorrízicos arbusculares (Schübler *et al.*, 2001). Quando associados às raízes, esse fungo apresenta hifas internas e externas. As internas crescem no apoplasto das células corticais, e as externas estendem pelo solo, aumentando a área de exploração da planta, tornando possível a exploração de regiões onde o sistema de raízes não alcançam, além de absorver quantidades maiores de nutrientes por unidade de superfície (Smith *et al.*, 2011). A inoculação com FMA deve ser feita na formação das mudas para que ela consiga garantir o estabelecimento da simbiose (Zangaro *et al.*, 2002).

A diferença entre as espécies, de forma morfológica, é a estrutura das raízes, sendo elas, finas de acordo com os estádios, plantas de raízes finas possuem elevado comprimento total e específico, pequeno diâmetro, e alta ocorrência de pelos absorventes (Rondina, 2017). Já as plantas das fases tardias possuem raízes finas com pequeno comprimento total e específico, grande diâmetro e baixa ocorrência e pequeno comprimento de pelos absorventes (Zangaro *et al.*, 2005, 2014). Dessa forma, se faz necessário a utilização de inoculantes para um melhoramento dessas plantas, e conseqüentemente uma estabilidade em ambientes com poucos nutrientes.

Estudos desenvolvidos por Cely *et al.* (2016) mostraram que a inoculação com a espécie de micorriza *Rhizophagus clarus* apresentou eficiência no melhoramento da nutrição das plantas, como algodão e soja. Além do melhoramento na nutrição, esse inoculante ocasionou o aumento da absorção de fósforo e nitrogênio pelas culturas citadas anteriormente, promovendo incremento em produtividade e de forma generalista auxilia no crescimento das plantas em demais espécies vegetais (Cely *et al.*, 2016). Além de todos esses benefícios, em estudos realizados por Thales *et al.*, (2019), mostrou que em plantas sem irrigação, a taxa de colonização por FMA pode ser maior que em plantas em processo de irrigação.

DESENVOLVIMENTO

Cely *et al.*, 2016, realizou dois experimentos de inoculação na soja, o primeiro na safra 2012/2013, com uma variedade convencional de soja, BRS 133. O segundo experimento, realizou-se com uma soja transgênica, BRS 359RR. Nos dois experimentos foram compostos pelos seguintes grupos: Controle (sem FMA e fertilizante); Fertilizante (200kg ha⁻¹ NPK 0:20:20); FMA (inoculação de *Rizophagus clarus* mais 65kg ha⁻¹ KCl); FMA + fertilizante (inoculação de *R. clarus* mais 200kg de ha⁻¹ NPK 0:20:20); e FMA + ½ fertilizante (*R. clarus* mais 100kg há-1 NPK 0:20:20). Houve o fornecimento de nitrogênio (N) em todos os tratamentos.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com cinco repetições cada.

O efeito do FMA foi avaliado pela quantificação da colonização micorrízica das raízes e seu efeito na absorção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, produção de biomassa, rendimento de grãos soja.

O experimento realizado por Thales *et al.* (2019) também foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, sendo divididos em sistema irrigados e não irrigados, com os tratamentos: 1) Plantas sem FMA em sistema irrigado; 2) Plantas sem FMA em sistema não irrigado; 3) Plantas inoculadas com FMA em sistema irrigados e 4) Plantas inoculadas com FMA em sistemas não irrigados.

Através de estudos realizados por Cely *et al.* (2016) e Thales *et al.* (2019), demonstraram a eficiência da utilização do FMA *R. clarus* na cultura da soja. Ambos os experimentos foram realizados em campo aberto, com delineamento em blocos casualizados. Nos dois estudos a realização ocorreu em campo aberto e a inoculação por FMA *R. clarus* se mostrou eficiente

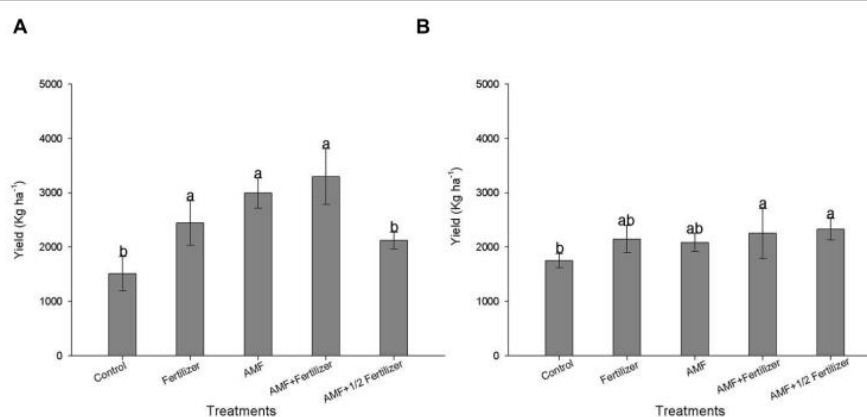
Nos estudos realizados por Cely *et al.* (2016) o efeito do FMA foi avaliado pela quantificação da colonização micorrízica das raízes e seu efeito na absorção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, produção de biomassa, rendimento de grãos soja, tendo como efeito no aumento com relação ao crescimento e rendimento das plantas na absorção de P dos fertilizantes e mostrou alto potencial para uso em combinação com fertilizantes convencionais, conforme demonstrados nas tabelas abaixo. Nesse experimento o FMA foi associado a aplicação de fertilizantes no solo NPK 0:20:20.

Tabela 1 – Efeito da inoculação com FMA no crescimento, biomassa e nutrientes na soja com 80 dias de inoculação. Resultados obtidos através de teste de Tukey, no qual demonstrou resultado positivo na inoculação de FMA + fertilizante com relação ao aumento da biomassa, fósforo e nitrogênio.

Treatments	Height (cm)	Biomass (g plant ⁻¹)	P (mg plant ⁻¹)	N (mg plant ⁻¹ (x10))	RMD (%)
Control	64 ± 5 ^a	21.4 ± 11 ^c	52 ± 29 ^c	190 ± 90 ^c	–
Fertilizer	64 ± 8 ^a	32.4 ± 10 ^{ab}	82 ± 30 ^{ab}	300 ± 80 ^{ab}	–
AMF	62 ± 7 ^a	28.9 ± 7 ^{ab}	73 ± 13 ^{ab}	280 ± 50 ^{ab}	26
AMF+ Fertilizer	57 ± 6 ^a	40.0 ± 8 ^a	102 ± 25 ^a	380 ± 90 ^a	47
AMF+ 1/2 Fertilizer	65 ± 11 ^a	28.6 ± 9 ^{ab}	75 ± 24 ^{ab}	300 ± 90 ^{ab}	26

Fonte: Cely *et al.* (2016).

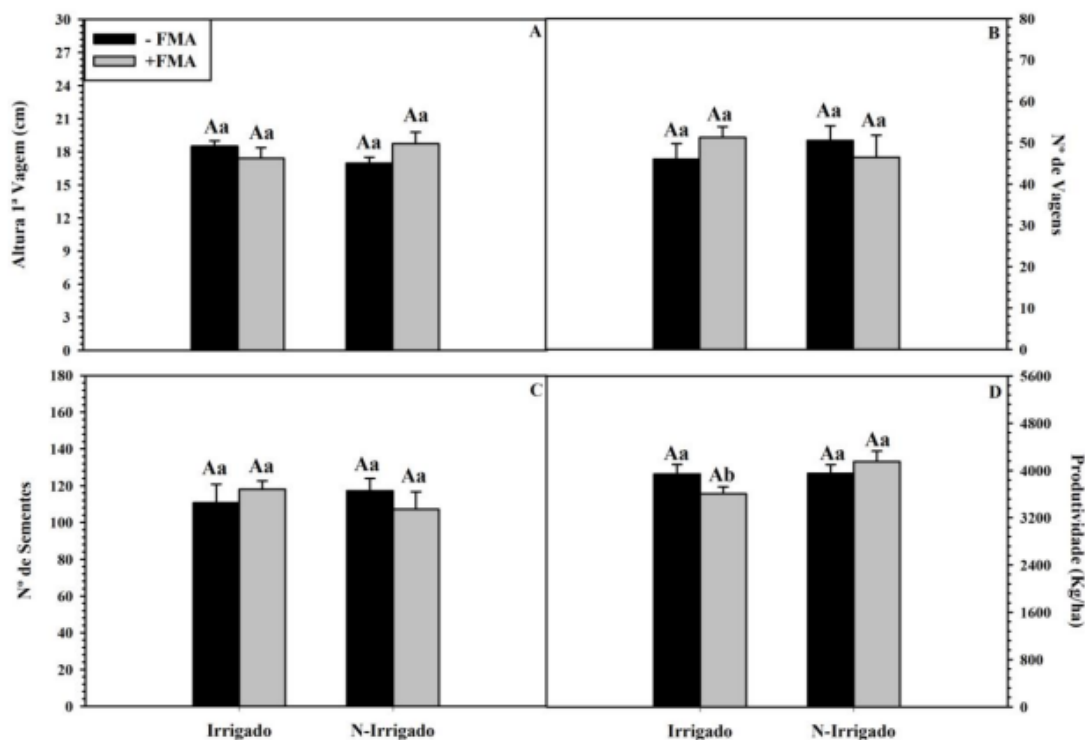
Tabela 2 – Efeitos da inoculação de FMA com relação a produtividade de grãos de soja nas duas variedades analisadas, BRS 133 (A) e BRS 359 RR (B). As diferenças significativas aconteceram mais na variedade BRS 133, principalmente no tratamento FMA + fertilizante.



Fonte: Cely *et al.* (2016).

Nos estudos realizados por Thales *et al.* (2019), o processo foi separado em campo irrigado e não irrigado. A variedade utilizada da soja foi a ANTA82. Para tratamento, utilizou-se 10g de FMA, contendo 3,5 esporos g⁻¹ em cada orifício de semeadura. A inoculação por FMA *R. clarus*, no qual tiveram um efeito significativo em culturas em campo sem irrigação, no qual ocasionou um aumento da produtividade, número de esporos no solo. Em situações de estresses hídricos os FMA tendem a aumentar o número de esporos, a fim de evitar que a planta sofra com a situação. Com isso, aumentando a taxa de colonização, aumenta a absorção de nutrientes das plantas. As plantas de soja inoculadas em campos não irrigáveis produziu 4,151kh/ha, 69 sacas/hectares. Já nos campos inoculados e irrigados, a produtividade foi menor, 60 sacas/hectares. Os resultados desse estudo, está demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 3 – Resultados das análises da soja em cultivares não irrigadas, com relação à altura da primeira vagem, número de vagem, número de sementes e produtividade.



Fonte: Thales *et al.* (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São necessárias mais áreas experimentais para estudos dos benefícios do FMA na soja, mas os estudos analisados nesse artigo demonstraram que o inoculante *R. clarus* se demonstrou eficiente no aumento com relação ao crescimento e rendimento das plantas, absorção de P dos fertilizantes e mostrou alto potencial para uso em combinação com fertilização convencional. Além de todos os benefícios, a inoculação pode ser uma grande aliada ao produtor, em tempos de seca, pois a planta não sofre tanto com o estresse, portanto, não ocasiona tantas perdas, como tem ocorrido nos tempos atuais.

REFERÊNCIAS

BERGMAN, J.; VERBRUGGEN, E.; HEINZE, J.; XIANG, D.; CHEN, B.; JOSHI, J.; RILLIG, M. C. The interplay between soil structure, roots, and microbiota as a determinant of plant-soil feedback. *Ecol Evol*, v. 6, p. 7633–7644, 2016.

CAVAGNARO, T. R.; BENDER, S. F.; ASGHARI, H. R.; van der HEIJDEN, M. G. A. The role of arbuscular mycorrhizas in reducing soil nutrient loss. **Trends Plant Sci**, v. 20, p. 283–290, 2015.

CELY, M. V. T.; OLIVEIRA, A. G.; FREITAS, V. F.; LUCA, M. B.; BARAZETTI, A. R.; SANTOS, I. M. O.; GIOCONDO, B.; GARCIA, G. V.; PRETE, C. E. C.; ANDRADE, G. Inoculant os Arbuscular Mycorrhizal Fungi (*Rhizophagus clarus*) increase yield of soybean and cotton under field conditions. **Frontiers in Microbiology**, 25 maio 2016.

COSTA, R. S. C.; MENDES, A. M.; RODRIGUES, V. G. S.; LEÔNIDAS, F. C. Micorrizas arbusculares em sistemas agroflorestais. **Embrapa Rondônia**, nov. 2013. ISSN 0103-9865.

LEIFHEIT, E. F.; VERESIGLOU, S. D.; LEHMANN, A.; MORRIS, E. K.; RILLIG, M. C. Multiple factors influence the role of arbuscular mycorrhizal fungi in soil aggregation – a meta-analysis. **Plant Soil**, v. 374, p. 523–537, 2014.

RONDINA, A. B. L. **Fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de espécie herbáceas e arbustivas de início de sucessão ecológica tropical**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RONDINA, A. B. L. **Influência da sucessão e da sazonalidade nas interações entre raízes e microrganismos em ecossistema de Floresta Atlântica do sul do Brasil**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

TURRINI, A.; GIOVANNETTI, M. Arbuscular mycorrhizal fungi in national parks, nature reserves and protected areas worldwide: a strategic perspective for their in situ conservation. **Mycorrhiza**, v. 22, p. 81–97, 2012.

van der HEIJDEN, M. G. A.; STREITWOLF, E. R.; RIEDL, R.; SIEGRIST, S.; NEUDECKER, A.; INEICHEN, K.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A.; SANDERS, I. R. The mycorrhizal contribution to plant productivity, plant nutrition and soil structure in experimental grassland. **New Phytol**, v. 172, p. 739–752, 2006.

ZANGARO, W.; ASSIS, R. L.; ROSTIROLA, L. V.; SOUZA, P. B.; GONÇALVES, M. C.; ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M. A. Changes in arbuscular mycorrhizal associations and fine root traits in sites under different plant successional phases in southern Brazil. **Mycorrhiza**, v. 19, p. 37–45, 2008.

ZANGARO, W.; ALVES, R. A.; SOUZA, P. B.; ROSTIROLA, L. V.; LESCANO, L.; RONDINA, A. B. L.; NOGUEIRA, M. A. Succession and environmental variation influence soil exploration potential by fine roots and mycorrhizal fungi in an Atlantic ecosystem in southern Brazil. **J Trop Ecol**, v. 30, p. 237–248, 2014.

ZANGARO, W.; BONONI, V. L. R.; TRUFEM, S. B. Mycorrhizal dependency, inoculum potential and habitat preference of native woody species in South Brazil. **J Trop Ecol**, v. 16, p. 603–622, 2000.

ZANGARO, W.; NISIZAKI, S. M. A.; DOMINGOS, J. C. B.; NAKANO, E. M. Mycorrhizal response and successional status in 80 woody species from south Brazil. **J Trop Ecol**, v. 19, p. 315–324, 2003.

ZANGARO, W.; NISHIDATE, F. R.; VANDRESEN, J.; ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M. A. Root mycorrhizal colonization and plant responsiveness are related to root plasticity, soil fertility and successional status of native woody species in southern Brazil. **J Trop Ecol**, v. 23, p. 53–62, 2007.

ZANGARO, W.; NISHIDATE, F. R.; CAMARGO, F. R. S.; ROMAGNOLI, G. G.; VANDRESEN, J. Relationships among arbuscular mycorrhizas, root morphology and seedling growth of tropical native woody species in southern Brazil. **J Trop Ecol**, v. 21, p. 529–540, 2005.

ZANGARO, W.; ALVES, R. A.; LESCANO, L. E.; ANSANELO, A. P.; NOGUEIRA, M. A. Investment in fine roots and arbuscular mycorrhizal fungi decrease during succession in three Brazilian ecosystems. **Biotropica**, v. 44, p. 141–150, 2012.

ZANGARO, W.; NISIZAKI, S. M. A.; DOMINGOS, J. C. B.; NAKANO, E. M. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do Rio Tibagi, Paraná. **CERNE**, v. 8, n. 1, p. 77–87, 2002.

SOUZA, F. A. de, SCHLEMPER, T. R., STÜRMER, S. L., A importância da tecnologia de inoculação de fungos micorrízicos para a sustentabilidade na olericultura, **Embrapa**, p. 223-252, 2017.