



Avaliação da simbiose de fungos micorrízicos arbusculares nativos de pastagens do cerrado maranhense associado com a cultura de milho (*Zea mays* L.)

*Evaluation of the symbiosis of arbuscular mycorrhizal fungi native to pastures in the Maranhão savannah associated with corn crops (*Zea mays* L.)*

ALMEIDA, Brunna Silva de¹; SILVA, Bruno Sousa²; CUNHA, Wanderson Lima³; RODRIGUES, Antonia Alice Costa⁴; NOBRE, Camila Pinheiro⁵; NASCIMENTO, Ivaneide de Oliveira⁶.

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, brunnaalmeida.20200002076@uemasul.edu.br; ² Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, brunosilva.20200002791@uemasul.edu.br; ³ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, wandersoncunha.201703870@uemasul.edu.br; ⁴ Universidade Estadual do Maranhão, aacordrigues@outlook.com.; ⁵ Universidade Estadual do Maranhão, camilaenobre@yahoo.com.br.; ⁶ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, ivaneide@uemasul.edu.br.

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: Os fungos micorrízicos arbusculares, são uma alternativa sustentável na agricultura por promover maior crescimento das plantas, absorção de água e nutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a simbiose de fungos micorrízicos arbusculares em associação com o milho e a eficiência na absorção de P. O experimento foi em esquema fatorial com duas linhagem de milho, V1 Híbrido e V2 Caboclo com 6 tratamentos e 4 repetições, sendo VIT1 e V2T1 as testemunhas sem inoculação no solo, V1T2 e V2T2 solo sem inoculação com adubação fosfatada, V1T3 e V2T3 inoculado com *Glomus glomerulatum*, V1T4 e V2T4 inoculado com *Rhizophagus intraradices*, V1T5 e V2T5 inoculados com FMA nativos e V1T6 e V2T6 inoculados com Rootella BR®. Para massa seca da parte aérea e teor de fósforo nas folhas não houve diferença significativa para as duas variedades. A maior média de colonização radicular na variedade de milho Híbrido foi obtida com a inoculação de Rootella BR®.

Palavras-chave: Agricultura sustentável; Cereal; Meio Ambiente.

Introdução

O milho (*Zea mays*) é o componente essencial para segurança alimentar global, pois é utilizado como alimento básico por milhões de pessoas (BEGUN et al., 2019). No Brasil, a área cultivada de milho pode atingir 13,5 milhões de hectares (Conab, 2020). Somando as três safras do cereal em toda a temporada 2022/23, a Conab estima uma produção de 126,9 milhões de toneladas.

Nesse contexto, alternativas sustentáveis que aumentem a produtividade agrícola, mas que não agredam o meio ambiente se fazem necessárias. Levando-os a utilização de mecanismos que sejam de baixo custo e que melhorem o nível da



produtividade, destacando assim a o uso dos fungos micorrízicos. Dentre os quais, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), filo Glomeromycota (TEDERSOO et al., 2018), os quais associam-se com cerca de 71 das espécies vegetas conhecidas (BRUNDRETT; TEDERSOO, 2017).

Na simbiose micorrízica a planta transfere carbono produzido através da fotossíntese para os FMA que através de sua rede de hifas absorvem e transferem para a planta água, Fósforo (P), Cálcio (Ca), Zinco (Zn), Manganês (Mn) dentre outros elementos pouco móveis no solo e necessários para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais (JÚNIOR et al., 2018; BAGYARAJ et al., 2015; SALGADO et al., 2016).

Sendo assim, é notória a importância e, a eficiência dos fungos micorrízicos arbusculares, na absorção de nutrientes e proteção de efeitos bióticos e abióticos (MOURA et al., 2016), e esses benefícios são levado a planta pelas hifas, as mesmas também contribuem na absorção de compostos que prejudiquem o meio ambiente causadores do efeito estufa (SINGH., et al 2010; STORER et al., 2017).

Neste sentido a presente pesquisa objetivou avaliar a simbiose de fungos micorrízicos arbusculares do solo do Cerrado maranhense sob pastagem, em associação com o milho e verificar quais espécies de fungos micorrízicos arbusculares estabelecem simbiose com essa cultura e a eficiência na absorção de P.

Metodologia

Em área de vegetação nativa de Cerrado maranhense sob pastagem no município de Governador Edson Lobão (5°74' S e 47°36' W) foram coletadas 5 amostras compostas de solo, formadas por cinco amostras simples coletadas em 5 pontos equidistantes 3m entre si, com auxílio de trado holandês a uma profundidade de 0-20 cm, o qual foi armazenada a 4 °C para análise de densidade de esporos e identificação dos FMA. Para a instalação do bioensaio, utilizou-se solo do mesmo município caracterizado na tabela 1.

Tabela 1 - Análise química e física do solo utilizado para plantio do milho em casa de vegetação

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CT C
CaCl ₂	g/Kg	mg/dm ³	cmol/ dm ³						
4,7	12,2	12,4	0,09	2,71	0,64	0,00	2,48	3,44	5,92



V	m	Ca	Mg	K	Areia	Silte	Argila
%							
58,1	0,0	45,8	10,8	1,5	74	11	15

Foram selecionadas duas linhagens de milho, sendo uma linhagem híbrido e outra linhagem cabocla. Deu-se preferência às linhagens já utilizadas por produtores. As espécies de fungos micorrizicos selecionadas foram *Rhizophagus intraradices* e *Glomus glomerulatum*. Utilizou-se também um produto comercial Rootella BR à base de *Rhizophagus intraradices*.

O bioensaio foi realizado em vasos com capacidade de 3 L, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial com 2 linhagens, 6 tratamentos de solo e 4 repetições, para cada cultura. Sendo, V1 Híbrido e V2 Caboclo com VIT1 e V2T1 as testemunhas sem inoculação no solo, V1T2 e V2T2 solo sem inoculação com adubação fosfatada, V1T3 e V2T3 solo inoculado com *Glomus glomerulatum*, V1T4 e V2T4 solo inoculado com *Rhizophagus intraradices*, V1T5 e V2T5 solo inoculado com FMA nativos e V1T6 e V2T6 solo inoculado com Rootella BR®.

O ensaio foi conduzido até a época de floração da cultura, as plantas foram coletadas e a parte aérea foi separada da parte radicular. As amostras (raiz e parte aérea) foram armazenadas em sacos de papel e secas em estufa de ar forçado a 60 °C, até o peso constante, para determinação da massa seca e o P acumulado na parte aérea. Antes de ser levada a estufa, uma subamostra da raiz foi retirada, higienizada com água destilada e armazenada em álcool 50% para posterior verificação da colonização micorrízica.

Após coleta das raízes estas foram higienizadas para retirada de resíduos sólidos e em seguida, clareadas com KOH 5%, e coloridas com azul de triptan 0,05% e a colonização micorrízica foi determinada pelo método de intersecção em placas quadriculadas, de acordo com metodologia descrita por GIOVANETTI e MOSSE (1980).

A determinação do fósforo deu-se através de kits comerciais (Labtest(r) Diagnóstica SA, Belo Horizonte, Brasil) Uma alíquota de 2,5 mL da solução estoque, foi utilizada para determinação de fósforo total espectrofotometricamente por um ensaio colorimétrico baseado na reação de molibdênio em meio ácido, formando um complexo, reduzido pelo ácido ascórbico, resultando em um composto de coloração azul, cuja absorção espectrofotômica foi de 650 nm (MACEDO 2001).



Resultados e Discussão

Não houve interação significativa entre os fatores variedade (milho híbrido e milho caboclo) e tratamento (solo inoculado e não inoculado com fungos micorrízicos arbusculares) aos 60 dias após o plantio, para as variáveis índice de colonização radicular, massa seca da parte aérea e teor de fósforo ($P=0,5009$; $P=0,8734$; $P=0,7617$) respectivamente.

Na análise estatística dos tratamentos em cada variedade, observou-se que a simbiose de fungos micorrízicos arbusculares em solo do Cerrado maranhense sob pastagem, em associação com as variedades de milho Híbrido e Caboclo, não promoveu incremento para as variáveis, massa seca da parte aérea e teor de fósforo nas folhas, pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira et al. (2021) ao analisar adubo fosfatado e inoculante à base de fungo micorrízico no cultivo do feijão, os parâmetros massas das matérias verde e seca não apresentaram diferença significativa em relação aos tratamentos utilizados e não houve efeito da inoculação sobre este nutriente.

Em relação a colonização radicular houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, para a variedade milho híbrido, a maior colonização de raízes ocorreu com a inoculação no solo do produto comercial Rootella BR®, a base de *Rhizophagus intraradices* ($P=0,0003$). Para a variedade de milho Caboclo, as maiores taxas de colonização radicular foram observadas nos tratamentos com *Rhizophagus intraradices*, FMA Nativos e Rootella BR®, os quais foram estatisticamente iguais ($P=0,0022$) (Tabela 2). De acordo com Campos et al. (2010) a colonização micorrízica pode ser afetada por inúmeros fatores, como a espécie vegetal, a idade da planta, a densidade de raízes, dos propágulos de FMA no solo, a eficiência de colonização de FMA e o manejo do solo, dentre outros.

Tabela 2: Média da colonização radicular, massa seca da parte aérea e teor de fósforo em folhas de milho (*Zea mays* L.) aos 60 dias após o plantio, cultivado em solo inoculado e não inoculado com fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamento	COLONIZAÇÃO RADICULAR (%)	MSPA (g)	Teor de P (mg) em folhas
V1 T1	0,001 c	5,36 a	1,33 a
V1 T2	0,001c	5,50 a	1,70 a
V1 T3	12,25ab	4,27 a	1,01 a
V1 T4	5,00 bc	4,57 a	1,64 a
V1 T5	11,75 ab	5,25 a	1,13 a
V1 T6	20,00 a	5,16 a	1,42 a
CV (%)	32,16	26,1	22,86
P	0,0003	0,7178	0,0344
V2 T1	0,001b	4,057 a	1,33 a
V2 T2	0,001 b	5,150 a	1,71 a



V2 T3	3,658 ab	4,517 a	1,01 a
V2 T4	4,4098 a	4,160 a	1,64 a
V2 T5	4,5824 a	4,295 a	1,13 a
V2 T6	5,0060 a	4,853 a	1,42 a
CV (%)	45,74	26,12	22,86
P	0,0022	0,7578	0,0344

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). MSPA = Massa seca da parte aérea, P = Fósforo, V1 = Var. híbrido 1, V2 = Var. cabocla 2, T1 = Testemunha, T2 = Adubação fosfatada, T3 = *Glomus glomerulatum*, T4 = *Rhizophagus intraradices*, T5 = FMA Nativos, T6 = Rootella BR®, CV = Coeficiente de variação, P = Significância.

Conclusões

A simbiose de fungos micorrízicos arbusculares em solo do Cerrado maranhense sob pastagem, em associação com as variedades de milho Híbrido e Caboclo, não promoveu incremento para as variáveis massa seca da parte aérea e teor de fósforo nas folhas. Para colonização radicular, houve incremento com variação entre as variedades e o período analisado.

A maior taxa de colonização radicular na variedade de milho Híbrido, foi obtida com a inoculação do produto comercial Rootella BR®, a base de *Rizophagus intraradices*, superando a adubação fosfatada. Para a variedade de milho Caboclo, as maiores taxas de colonização radicular foram observadas nos tratamentos com *Rhizophagus intraradices*, FMA Nativos e Rootella BR®.

Agradecimentos

Fundação de Apoio e Amparo à Pesquisa no Maranhão e Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão.

Referências bibliográficas

BAGYARAJ, Davis J.; SHARMA, Mahaveer P.; MAITI, Debabrata. Phosphorus nutrition of crops through arbuscular mycorrhizal fungi. **Currentscience**, [S.L], v.108, n. 7, p. 1288-1293, 2015.

BEGUN, Naheeda et al. Improved Drought Tolerance by AMF Inoculation in Maize (*Zea mays*) Involves Physiological and Biochemical Implications. **Plants**, v. 8, n. 579, p. 1-20, 2019.

BRUNDRETT, Mark C.; TEDERSOO, Leho. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. **New Phytol**, v.220, p.1108–1115, 2018.



CAMPOS, Daniela Tiago da Silva et al. Crescimento e micorrização de genótipos de milho em casa de vegetação. **Bragantia**, v. 69, p. 555-562, 2010.

CONAB- Companhia nacional de abastecimento. Perspectiva para agropecuária. Brasília, v. 10. **Safra 2022-023**. Out. 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em 10 de novembro de 2022.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Perspectiva para agropecuária. Brasília, v. 7. **Safra 2019-020**. Out. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>> Acesso em: 10 setembro de 2022.

GIOVANNETTI, Mil.; MOSSE, Barbara. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection on roots. **New Phytologist**, Oxford, v. 84, n. 3, p. 489-500, 1980.

JÚNIOR, Gedeon. A. G. et al. Absorption of nutrientes by soursop seedlings in response to mycorrhizal inoculation and addition of organic compost. **Pesq. Agropec. Trop**, [S.L], v. 48, n.3, p. 287-294, jul./set. 2018.

DE MOURA, Jadson Belem et al. Taxa de colonização micorrízica sob diferentes sistemas de cultivo no cerrado em cana-de-açúcar. **Diálogos & Ciência**, v. 2, n. 40, 2018.

MACEDO, Jorge A. B. **Águas & águas: métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Ed. J.A.B. de Macêdo, p.77-79, 2001.

SALGADO, Fabrício H. M. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi and mycorrhizal stimulant affect dry matter and nutrient accumulation in bean and soybean plants. **Pesq. Agropec. Trop**, [S.L], v. 46, n. 4, p. 367-373, out./dez. 2016.

SINGH, Brajesh K. et al. Microorganisms and climate change: terrestrial feedbacks and mitigation options. **Nature reviews**, [S.L], v. 8, p. 779-790, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.nature.com/reviews/micro>>; Acesso em: 15 fev. 2019.

STORER, Kate et al. Arbuscular mycorrhizal fungi reduce nitrous oxide emissions from N₂O hotspot. **New Phytologist**, [S.L], v. 220, p. 1285–1295, ago./out. 2017.

TEDERSOO, Leho et al. High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses. **Springer**, v. 90, p. 135–159, jan. 2018.

VIEIRA, Maria Olívia Cunha Santos et al. Utilização de adubo fosfatado e inoculante à base de fungo micorrízico no cultivo do feijão. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 19, n. 1, p. 16-24, 2021.