



MICORRIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO GIRASSOL EM SOLOS COM DIFERENTES TEMPOS DE CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO DIESEL

Gabriela Aparecida Beserra¹ (IC)*, Gabriela Gomes da Silva², Lavínia Alves de Souza², Murilo Silva Machado², Talles Eduardo Borges Dos Santos³ (PQ)

¹ Graduanda em Agronomia e bolsista de Iniciação Tecnológica pela Universidade Estadual de Goiás- Unidade Universitária de Ipameri. ² Graduando (a) em Agronomia, Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Ipameri. ³ Docente na Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Ipameri. *gabriela.beserra@aluno.ueg.br

Resumo: Objetivou-se medir o efeito do tempo de contaminação por óleo diesel na taxa de micorrização por esporos autóctones e *Glomus intraradices* nas plantas de girassol em solo contaminado com óleo diesel. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial 3 x 4 com 4 repetições, sendo sem sementes (SS – Controle); plantas de sementes não inoculadas (PSNI) e inoculadas (PSI) com esporos micorrízicos da espécie *Glomus intraradices* e cinco períodos de contaminação: sem contaminação 0 – (T0), 50 – (T50), 100 - (T100), 150 - (T150) e 200 – (T200) dias após a contaminação do solo com óleo diesel, totalizando 48 unidades experimentais. O óleo diesel afetou negativamente o crescimento do Girassol (*Helianthus annuus* L.). A inoculação com *Glomus intraradices* proporcionou as plantas de girassol maior diâmetro e massa seca da parte aérea. Após 50 dias de contaminação com óleo diesel a inoculação com *Glomus intraradices* proporcionou as plantas de girassol um incremento significativo na altura de planta, massa seca de raiz e colonização micorrízica.

Palavras-chave: Fitorremediação. Inoculação. Microrganismos.

Introdução

Segundo Souza et al. (2015) o girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie em que está sendo amplamente implantada no Brasil. Esta cultura tem sido usada para produzir óleo comestível, biodiesel, decoração, ração animal, etc. Em levantamento realizado pela Conab, (2020) o girassol tem sofrido perda de espaço a cada ano e calcula-se que, neste ciclo, 25,2 mil hectares foram semeados, queda de 33,7% em relação aos 38 mil hectares plantados na última safra. Em passado recente, a área da cultura chegou a 126 mil hectares.

A consolidação do Programa Biodiesel Nacional tem como propósito a obtenção da independência energética do país. Estes biocombustíveis podem ser





utilizados puros ou em mistura com o óleo diesel, no qual é considerada uma excelente fonte de energia renovável, além de contribuir na geração de emprego e renda, reduzindo os níveis de poluição no meio ambiente. Com o aumento da demanda por biocombustíveis, várias espécies de plantas oleaginosas têm se apresentado com potencial no fornecimento de matéria prima para a extração de óleo e obtenção de biodiesel (BALOTA, et al., 2010).

A biorremediação é um processo que utiliza microrganismos para remover poluentes tóxicos do meio ambiente. Esta tecnologia é extremamente promissora porque visa minimizar o impacto humano e reconstruir habitats naturais. Por ser uma tecnologia relativamente nova, tem se tornado objeto de muitos estudos por proporcionar maior segurança, menor interferência ao meio ambiente e ser uma ferramenta de baixo custo e eficiente. A biorremediação tem alta aplicabilidade, sendo que a otimização do seu processo depende das condições ambientais, do tipo de poluente e da tecnologia utilizada. (CARNEIRO e GARIGLIO, 2010).

Objetivou-se mesurar efeito do tempo de contaminação por óleo diesel na taxa de micorrização por esporos autóctones e *Glomus intraradices* nas plantas de girassol em solo contaminado com óleo diesel. Além de avaliar agronomicamente a resposta das plantas de girassol associadas a inoculação de esporos micorrízicos da espécie *Glomus intraradices*, e o seu potencial como fitorremediador em um solo contaminado com óleo diesel.

Material e Métodos

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial 3 x 4 com 4 repetições na qual foram estabelecidas os seguintes tratamentos: sem sementes (SS – Controle); plantas de sementes não inoculadas (PSNI) e inoculadas (PSI) com esporos micorrízicos da espécies *Glomus Intraradices* e cinco períodos de contaminação: sem contaminação 0 – (T0), 50 – (T50), 100 – (T100), 150 – (T150) e 200 – (T200) dias após a contaminação do solo com óleo diesel, totalizando 48 unidades experimentais.

Os esporos micorrízicos foram obtidos de um produto comercial que oferece uma concentração de 2.496.000 propágulos de FMAs da espécie *Glomus Intraradices* (hifas e esporos). ha⁻¹ na dose de 120g.ha⁻¹. O solo foi umedecido com 50% de sua





capacidade de campo (CC) após drenagem livre, para posterior aplicação do tratamento almejado, para quantidade de óleo diesel por kg de solo que foi definida pela quantidade máxima retida no solo previamente hidratado com 50% de sua CC conforme o trabalho de (REZENDE et al., 2006).

Aos 30 DAS foi feita uma nova aplicação de ureia e aos 52 DAS foram realizadas as análises agronômicas (altura da planta, diâmetro do caule, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea) e deu início as análises micorrízicas do girassol.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância para o desenvolvimento das plantas de girassol apresentaram efeitos significativos para a inoculação micorrízica de sementes nas variáveis diâmetro do caule (DC) e massa seca da parte aérea (MSPA). Houve interação entre os tratamentos com população micorrízica e tempo de aplicação do óleo diesel para as variáveis: altura de planta (AP), massa seca da raiz (MSPA) e colonização micorrízica (CM), assim como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Valores de F para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSSR) e colonização micorrízica (CM) para tempo de aplicação do óleo diesel (TAOD), inoculação micorrízica (IM) e Interação (TAOD) x (IM) no desenvolvimento inicial do Girassol.

Fontes de Variação	AP	DC	MSPA	MSSR	CM
TAOD	6,23**	1,91 ^{ns}	2,22 ^{ns}	14,14**	8,87**
IM	13,75**	11,09**	8,82**	22,24**	42,51**
TAOD x IM	4,11**	1,14 ^{ns}	1,40 ^{ns}	8,31**	8,30**
CV (%)	8,16	12,95	23,09	22,17	16,69

*, ** e ^{ns}: significativo a 5% e 1% de probabilidade e não-significativo respectivamente, CV: Coeficiente de Variação.

No desenvolvimento inicial do girassol, as plantas que foram inoculadas com micorrizas apresentaram maior diâmetro do caule (5,3 cm) e maior massa seca da parte aérea (4,3 g) (Figura 1). O uso da micorriza arbuscular *G. intraradices* é amplamente utilizado pois coloniza mais rapidamente suas plantas hospedeiras, incluindo espécies agrícolas importantes para a agricultura como o arroz, alfafa e o trigo (SEDDAS, et al., 2009; SANDERS e CROLL, 2010). Os benefícios da inoculação devem-se a alta eficácia na mobilização, captação e transferência de nutrientes minerais do solo para as plantas (SMITH e SMITH, 2011).





Colla et al. (2014) utilizando *G. intraradices* associado a um composto orgânico obtiveram massa seca da parte aérea superior a testemunha (areia) e somente o uso do composto orgânico com areia nas culturas do tomate, da alface e da abobrinha. Constantino et al. (2011) também encontraram diâmetro do caule e massa seca da parte aérea superiores na cultura do mamão papaia com a aplicação de *G. intraradices* associado a casca de cacau, quando comparados com uso de *Azotobacter chroococcum* e o uso de composto orgânico (serrapilheira).

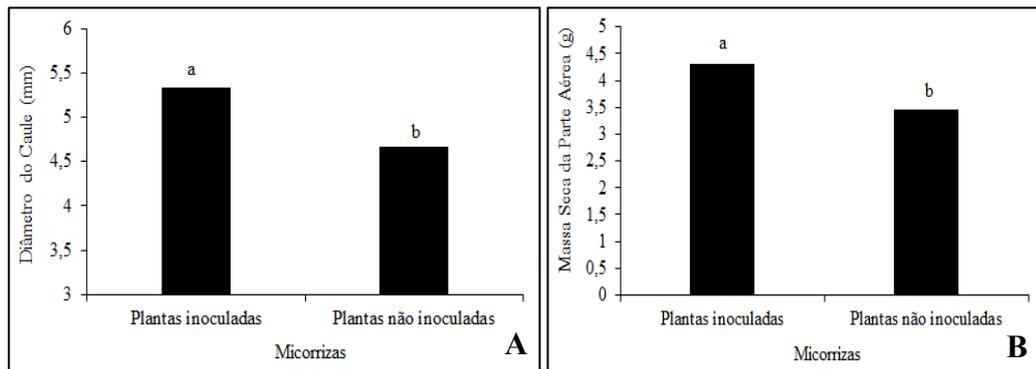


Figura 1. Valores de diâmetro do caule (DC) (A), Massa seca da parte aérea (MSPA) (B) para o desenvolvimento inicial do girassol inoculado com micorrizas e cultivado em solos contaminados com óleo diesel em diferentes tempos.

Para altura de plantas o presente trabalho revelou comportamento semelhante até aos 50 dias após contaminação, inoculado ou não inoculado, após o período as plantas inoculadas foram superiores as não inoculadas até os 200 dias (Figura 2A). A inoculação aumentou massa seca da raiz, comparada a não inoculação, que se faz notar aos 100 dias após a contaminação o qual a contribuição das micorrizas foram mais relevantes (Figura 2B). Já para a colonização micorrízica houve um comportamento distinto entre as plantas inoculadas e não inoculadas, sendo uma regressão linear e a outra quadrática, respectivamente. Nas plantas inoculadas houve o aumento crescente da colônia ao longo dos dias atingindo o máximo (13%) aos 200 dias. Em todas a variáveis analisadas foi observado efeito nocivo do óleo diesel reduzindo o desenvolvimento do Girassol.

Díaz-Martínez et al. (2013) também observaram que a contaminação por diesel em *Casuarina equisetifolia* reduziu a altura da planta (40%), a biomassa seca total 52% e a colonização quando associada a *G. intraradices*, com isso a inoculação não





contribuiu para biorremediação dos efeitos do diesel no desenvolvimento do pinheiro. Hernández-Ortega et al. (2012) identificaram que o diesel afeta a colonização de *G. intraradices* nas raízes de *Melilotus albus* em até 100%, demonstrando os efeitos negativos dos hidrocarbonetos na simbiose. No entanto o trabalho apresentou desempenho distinto aos autores, pois a inoculação com do *G. intraradices* permitiu melhor desenvolvimento do girassol mesmo com a contaminação pelo diesel.

O efeito da inoculação de *G. intraradices* como possível biorremediador foi observado. Dong et al. (2014) destacaram o efeito remediador de *G. intraradices* em solo contaminado com petróleo, onde houve o aumento na massa seca total e na taxa de degradação dos hidrocarbonetos de petróleo com uso do fungo, comprados a aveia sozinha plantada em solos contaminados.

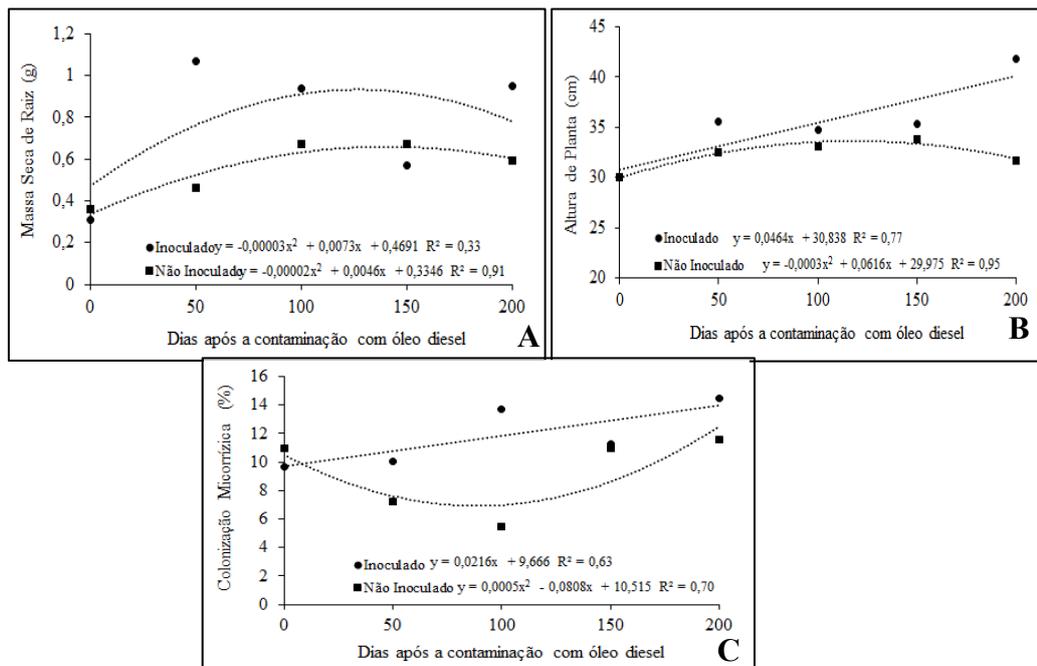


Figura 2. Altura da planta (A), Massa seca da raiz (B) e Colonização micorrízica (C) para o desenvolvimento inicial do girassol inoculado e não inoculado com micorrizas e cultivado em solos contaminados com óleo diesel em diferentes tempos.

O efeito da inoculação de *G. intraradices* como possível biorremediador foi observado. Dong et al. (2014) destacaram o efeito remediador de *G. intraradices* em solo contaminado com petróleo, onde houve o aumento na massa seca total e na taxa





de degradação dos hidrocarbonetos de petróleo com uso do fungo, comprados a aveia sozinha plantada em solos contaminados.

O potencial uso da micorriza *G. intraradices* como bioremediador também foi notado na cultura da cenoura devido sua resistência na germinação dos esporos ou o crescimento do tubo germinativo no solo, a qual não foi afetada pela contaminação por óleo diesel, no entanto, quando associado as raízes das plantas, o crescimento do tubo germinativo de foi reduzido e atrasado na presença do diesel e não foram detectadas a colonização da raiz (KIRK, et al. 2005). Logo os resultados sugerem que o inóculo com *G. intraradices* pode ser estabelecido em locais contaminados com óleo diesel, porém a forma e momento de aplicação dos fungos influência na probabilidade de colonização e crescimento das micorrizas suficientes, para possível efeito fitoremediador.

Considerações Finais

O óleo diesel afetou negativamente o crescimento do Girassol (*Helianthus annuus* L.). A inoculação com *Glomus intraradices* proporcionou as plantas de girassol maior diâmetro e massa seca da parte aérea. Após aos 50 dias de contaminação com óleo diesel a inoculação com *Glomus intraradices* proporcionou as plantas de girassol um incremento significativo na altura de planta, massa seca de raiz e colonização micorrízica.

Agradecimentos

Agradeço ao meu Grupo de Estudo e Pesquisa em Biologia do Solo (GEPBIOS) da unidade Ipameri-GO e a Universidade Estadual de Goiás pela concessão da bolsa.

Referências

BALOTA, Elcio L.; MACHINESKI, Oswaldo; TRUBER, Priscila V.; CERZINI, Paula; MILANI, Karina Lima; SCHERER, Alexandra; HONDA, Carolina; LEITE, Larissa G. **Efeito dos fungos micorrízicos arbusculares em culturas oleaginosas**. IV Congresso brasileiro de mamona e Simpósio internacional de oleaginosas energéticas. João Pessoa-PB, p. 680-684, 2010.

CARNEIRO, Danielle de Arruda; GARIGLIO, Lucas Paulo. A biorremediação como ferramenta para a descontaminação de ambientes terrestres e aquáticos. **Revista Tecer**. Belo Horizonte-BH, vol. 3, nº 4, p.82-95, 2010.

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; DI MATTIA, E.; EL-NAKHEL, C.; CARDARELLI, M. Co-inoculation of *Glomus intraradices* and *Trichoderma atroviride* acts as a biostimulant to promote growth, yield and nutrient uptake of vegetable crops. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 8, p. 1706-1715, 2014.





CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7. n.7, Safra 2019/20 - Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-66, Abril de 2020.

CONSTANTINO, M.; GÓMEZ, R.; ÁLVAREZ, J. D.; PAT, J. M.; ESPÍN, E. G. Efecto de la inoculación de *Azotobacter chroococcum* y *Glomus intraradices* en el crecimiento y nutrición de plántulas de papaya en fase de vivero. **Agronomía Costarricense**, v. 35, n. 1, p. 15-31, 2011.

DÍAZ-MARTÍNEZ, M. E.; ALARCÓN, A.; FERRERA-CERRATO, R.; ALMARAZ-SUAREZ, J. J.; GARCÍA-BARRADAS, O. Crecimiento de *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) en suelo con diésel, y aplicación de bioestimulación y bioaumentación. **Revista de Biología Tropical**, v. 61, n. 3, p. 1039-1052, 2013.

DONG, R.; GU, L.; GUO, C.; XUN, F.; LIU, J. Effect of PGPR *Serratia marcescens* BC-3 and AMF *Glomus intraradices* on phytoremediation of petroleum contaminated soil. **Ecotoxicology**, v. 23, n. 4, p. 674-680, 2014.

HERNÁNDEZ-ORTEGA, H. A.; ALARCÓN, A.; FERRERA-CERRATO, R.; ZAVALA-MANCERA, H. A.; LÓPEZ-DELGADO, H. A.; MENDOZA-LÓPEZ, M. R. Arbuscular mycorrhizal fungi on growth, nutrient status, and total antioxidant activity of *Melilotus albus* during phytoremediation of a diesel-contaminated substrate. **Journal of Environmental Management**, v. 95, p. S319-S324, 2012.

KIRK, J. L.; MOUTOGLIS, P.; KLIRONOMOS, J.; LEE, H.; TREVORS, J. T. Toxicity of diesel fuel to germination, growth and colonization of *Glomus intraradices* in soil and in vitro transformed carrot root cultures. **Plant and soil**, v. 270, n. 1, p. 23-30, 2005.

REZENDE, I. M. **Efeito do solo contaminado com óleo diesel na estrutura da raiz e da folha de plântulas de *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae)**. 2066. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2006.

SANDERS, I.R.; CROLL, D. Arbuscular mycorrhiza: the challenge to understand the genetics of the fungal partner. **Annual Review of Genetics**, v. 44, p. 271-292, 2010.

SEDDAS, P.M.; ARIAS, C.; ARNOULD, C.; VAN TUINEN, D.; GODFROY, O.; BENHASSOU, H.; GOUZY, J.; MORANDI, D.; DESSAINT, F.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Symbiosis-related plant genes modulate molecular responses in an arbuscular mycorrhizal fungus during early root interactions. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 22, p.341-351. 2009.

SMITH, S.E.; SMITH, F.A. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales. **Annual Review of Plant Biology**, v. 62, p. 227–250, 2011.

SOUZA, Fábio Régis; SILVA, Ismael Martins; PELLIN, Douglas Martins Pereira; BERGAMIN, Anderson Cristian; SILVA, Renan Pereira. Características agronômicas do cultivo de girassol consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza-CE, v. 46, n. 1, p. 110-116, 2015.

