

APLICAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO TOMATEIRO *(Solanum lycopersicum)*

FRANCIELE APARECIDA DOS REIS^{1*}; MARLENE CRISTINA DE OLIVEIRA LAURINDO²;

¹Graduada em Agronomia, UDC, Foz do Iguaçu-PR, francielereis.agro@gmail.com;

²Mestra em Engenharia Agrícola, Prof. Titular UDC, Foz do Iguaçu-PR, marlenemedianeira@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho teve o objetivo de explorar os benefícios das associações mutualísticas dos fungos micorrízios arbusculares (FMAs) e seus efeitos no desenvolvimento do tomateiro, utilizando para isso um inoculante com presença de esporos dos fungos, em substituição de fertilizantes químicos. O estudo foi realizado na casa de vegetação do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, no município de Foz do Iguaçu. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 5 repetições. Os vasos com capacidade de 5 litros foram preenchidos com substrato. O inoculante com propágulos de fungos micorrízios arbusculares foi disponibilizado pela Embrapa. Foram utilizadas sementes de tomate pera vermelho Topseed®. As doses por vaso foram definidas de acordo com a quantidade de esporos presente. Os tratamentos foram T1 somente com substrato, sendo a testemunha; T2, com uma dose (3,6 g- 50 esporos); T3 valor definido por uma regra de três simples (5,82 g- 80 esporos) e T4 com duas doses (7,2 g- 100 esporos). Foi possível observar que no desenvolvimento das plantas o T4, o tratamento de maior dosagem de inoculante, 7,2 g- 100 esporos, apresentou melhor desenvolvimento das plantas, quando se avaliou altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule, o pior desempenho foi da testemunha que não recebeu o tratamento com os esporos de FMAs.

PALAVRAS-CHAVE: Simbiose, Inoculante, Esporos, FMAs.

APPLICATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN TOMATO *(Solanum lycopersium)*

ABSTRACT: This work aimed to explore the benefits of mutualistic associations of fungi micorrízios fungi (FMAs) and its effects on development of tomato plants using Inoculants with presence of spores of fungi, in replacement of chemical fertilizers. The study was carried out in the greenhouse of the Dynamic University Center of the falls, in the town of Foz do Iguacu. The experimental design was completely randomized design (DIC), with 4 treatments and 5 repetitions. The vessels with a capacity of 5 L were filled with substrate. The inoculant with propagating material of arbuscular mycorrhizal fungi was made available by Embrapa, which defines how a 3.6 g dose of inoculum, which contains 50 spores of fungi. We used tomato red pear seeds Topseed®. The doses per pot were set according to the number of spores present. The treatments were T1 only, substrate being the witness; T2, with a dose (3.6 g-50 spores); T3 value set by a rule of three (5.82 g-80 spores) and T4 with two doses (7.2 g-100 spores). It was possible to observe that in the development of plants the T4, the treatment of higher dosage of inoculant, 7.2 g-100 spores, introduced better development of plants, when it evaluated the plant height, number of leaves and stem diameter, the worst performance was the witness who did not receive treatment with FMAs spores.

KEYWORDS: Symbiosis, Inoculant, Spores, FMAs.

INTRODUÇÃO

As hortas eram primordiais nas moradias da zona rural e da cidade antes do movimento de urbanização ocorrido no Brasil a partir de 1960 (EMBRAPA, 2006). Mas atualmente, a produção de hortaliças é uma atividade agroeconômica executada por propriedades de todos os portes, das micros as grandes, que podem estar localizadas no interior ou próximas aos grandes centros urbanos (SEBRAE, 2015).

Os vegetais constituem associações mutualísticas com diversos microrganismos, que aproveitam as partes aéreas ou subterrâneas das plantas para encontrar ambientes favoráveis para seu desenvolvimento. Uma das relações mais comuns é a micorriza, que é formada por fungos de solo e as raízes das plantas (Smith & Read, 1997). O grupo dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) é o de maior interesse para estudos dentro os grupos de fungos. O aumento do crescimento dos vegetais por meio da absorção de nutrientes, principalmente os menos solúveis, é o resultado mais favorável e marcante dessa associação, o que resulta em plantas mais viçosas e nutridas e ainda resistentes às condições edafoclimáticas (Chu, 2005).

Quando se trata de contaminação por agroquímicos, as hortaliças são o grupo que mais são afetadas. Os consumidores estão cada vez mais exigentes e a procura por produtos orgânicos tem aumentado, por isso o desenvolvimento de tecnologias que facilitem esse sistema tornam-se necessárias, para além de atender o comprador, melhorar a renda do produtor (Sediyama, 2014).

Entre as hortaliças, uma das espécies que é mais exigente em adubação é o tomateiro (*Solanum lycopersicum*), tal exigência se dá pelo fato da planta ter uma capacidade de absorção de nutrientes baixa. No entanto, adubações pesadas podem culminar em níveis tóxicos, na área cultivada e para quem se envolve diretamente na produção (EMBRAPA, 2006).

Para atender os consumidores cada vez mais minuciosos nas escolhas alimentares, há a necessidade de desenvolvimento de ações e tecnologia mais sustentáveis, que aumentem a produção e produtividade de alimentos mais saudáveis e não agridam o meio ambiente. Partindo-se dessa problemática, a pesquisa teve por objetivo explorar os benefícios da associação mutualística dos fungos micorrízicos no desenvolvimento do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, na cidade de Foz do Iguaçu, localizada no extremo oeste do Paraná, na fronteira do Brasil com o Paraguai e a Argentina, latitude 25°32'45" e longitude 54°35'07". O clima é considerado subtropical úmido, geadas pouco frequentes e verões intensos. Entre o inverno e verão, a diferença média de temperatura é aproximadamente 11 °C. Isso acontece porque, diferente de outros municípios, a maritimidade é pouco influente. (Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, 2015).

O delineamento experimental obedeceu a um esquema inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. O experimento foi realizado em vasos com capacidade de 5 litros, que foram preenchidos com substrato Humusfértil® e com inoculante em pó que foi misturado direto no substrato quando necessário. O inoculante com concentrações de propágulos de fungos micorrízicos arbusculares misto, foi disponibilizado pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), em sua composição algumas espécies de FMAs e quantidade de esporos presentes. Segundo a EMBRAPA, uma dose corresponde a 3,6 g de inóculo e contém 50 esporos fúngicos. A quantidade de esporos foi utilizada na definição dos tratamentos, que foram T1 somente com substrato; T2, com uma dose (3,6g-50 esporos), T3 valor definido por uma regra de três simples (5,82g – 80 esporos) e T4 com duas doses (7,2g – 100 esporos).

As sementes utilizadas foram de tomate pera vermelho Topseed®. Planta de crescimento indeterminado, o ciclo varia entre 90 a 100 dias, a germinação ocorre de 7 a 9 dias após a sementeira. É indicado semear na região Sul entre janeiro a abril e de agosto a dezembro, sendo os meses mais indicados fevereiro, março, setembro e outubro. A taxa de germinação é de 85% e de pureza 99%. Para a sementeira foram utilizadas 4 sementes de tomate em cada vaso, a sementeira foi manual e as sementes foram colocadas a uma profundidade de 0,5 cm. A irrigação foi manual 1 vez ao dia, considerada suficiente para manter a umidade do substrato e conveniente para as necessidades do tomateiro. Após a germinação, que aconteceu no 9º dia, foi realizado o desbaste sendo conduzida uma planta por vaso.

Para dar início as análises, foram retiradas as plantas dos vasos uma a uma, em seguida as raízes foram lavadas, para retirada de substrato e qualquer resto de material que viesse interferir nos resultados

e analisados os seguintes parâmetros: comprimento da raiz, altura de plantas, diâmetro do caule, massa fresca e massa seca de raiz e parte aérea.

Foi feita a medição dos comprimentos de parte aérea da planta (cm) e raiz (cm) com trena graduada, onde para a altura da planta foi medido da base até o início da gema apical e da raiz da base até sua extremidade. Para determinar o diâmetro do caule (mm) foi utilizado paquímetro digital. Após a secagem das plantas, depois de serem lavadas, ocorreu a pesagem da massa úmida, para isso foram separadas a parte aérea e as raízes em seguida pesadas em balança de precisão. Para determinar a massa seca, as raízes e parte aérea foram separadamente colocadas em estufa de secagem a 65 °C por 72 horas, após foi realizada nova pesagem.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com nível de significância de 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, com nível de significância de 5%. O software utilizado para análise foi o Assistat (Silva et al. 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros, comprimento da raiz (cm), altura de plantas (cm) e diâmetro do caule (mm).

Tabela 1: Comprimento da raiz (cm), altura da planta (cm) e diâmetro do caule (mm) do tomateiro.

Tratamento	Comprimento da raiz (cm)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro do caule (cm)
T1*	36,0 b	64,2 b	6,5 b
T2	46,0 ab	65,4 ab	6,52 b
T3	44,2 b	73,4 a	7,65 a
T4	58,2 a	74,2 a	7,79 a
MG	46,1	69,3	7,11
C.V%	15,94	7,16	5,74

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Testemunha

MG: Média geral.

CV: Coeficiente de variação.

É possível observar que para o parâmetro comprimento de raiz o melhor resultado foi observado no tratamento 4 com 58,2 cm de comprimento de raiz, porém não diferiu estatisticamente do tratamento 2, que apresentou 46 cm. Ambos os tratamentos diferiam dos tratamentos 1 e 3.

Lopes et al. (2014), tiveram resultados diferentes em seu experimento quanto ao comprimento de raízes, apesar de notarem um maior número de ramificações nas raízes inoculadas, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Em relação a variável altura, os tratamentos 1 e 2 obtiveram os menores resultados, 64,2 cm e 65,4 cm respectivamente. O melhor resultado deu-se no tratamento 4 com a maior altura, 74,2 cm, entretanto não teve uma diferença significativa ao tratamento 3, que apresentou 73,4 cm de altura de planta.

Os resultados encontrados concordam com Alvarado et al. (2014), que também observaram um aumento significativo na altura do tomateiro em associação com os fungos.

Assim como ZhongQun et al. (2007) observaram acréscimo significativo de 25% na altura do tomateiro da variedade Zhongzha inoculado com fungos micorrízicos, em relação ao tratamento sem micorrizas.

Ainda na Tabela 2, é possível observar que na variável diâmetro de caule os tratamentos 3 e 4 tiveram resultados superiores e não diferiram entre si, com o tratamento 4 apresentando uma diferença superior de apenas 0,14 mm quanto ao tratamento 3. Os outros dois tratamentos demonstraram valores relativamente menores e se equipararam com uma diferença mínima, onde o tratamento 1 resultou em 6,5 mm e o tratamento 2 em 6,52 mm.

Gomes Junior et al. (2011), atingiram um resultado significativo em seu experimento quanto ao diâmetro do caule do tomateiro, obtendo 17,13 mm de diâmetro no tratamento micorrizado e 13,80 mm na planta testemunha, sem a presença dos fungos.

ZhongQun et al. (2007) também observaram um aumento significativo do diâmetro do caule (1,15 mm) em plantas de tomateiro inoculadas, em comparação aos tratamentos sem fungos (0,96 mm).

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para as variáveis massa úmida da raiz (g), massa seca da raiz (g), massa úmida da planta (g) e massa seca da planta (g).

Tabela 3. Massa úmida da raiz (g), massa seca da raiz (g), massa úmida da planta (g) e massa seca da planta (g) do tomateiro.

Tratamento	Massa úmida raiz (g)	Massa seca raiz (g)	Massa úmida planta (g)	Massa seca planta (g)
T1*	4,68 b	0,37 b	53,26 a	4,96 a
T2	6,79 b	0,54 b	64,69 a	5,25 a
T3	7,91 b	0,69 b	67,15 a	5,28 a
T4	19,45 a	1,7 a	68,39 a	5,42 a
MG	9,71	0,82	63,37	5,23
CV%	26,65	47,98	21,72	35,06

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Testemunha.

MG: Média geral.

CV: Coeficiente de variação.

Para a análise da massa úmida da raiz, observou-se que o tratamento 4 foi muito superior ao restante, com 19,45 g. Os outros 3 tratamentos não tiveram diferença significativa entre si, embora a testemunha tenha apresentado o menor valor de massa úmida (4,68 g). É possível observar uma diferença evidente de 14,77 g entre o tratamento 4 e a testemunha.

No experimento de Gomes Junior et al. (2011), a associação de fungos micorrízicos com plantas de tomateiro da variedade cereja, promoveu um acréscimo significativo na massa fresca da raiz com resultados de 59,8 g planta⁻¹ no tomateiro com a presença de micorrizas e 31,58 g planta⁻¹ na planta testemunha.

Com relação a massa seca da raiz, é possível também observar um aumento considerável desse parâmetro no tratamento 4, que resultou em 1,7 g de massa seca, com uma diferença significativa de 1,33 g em relação a testemunha, que apresentou o menor resultado.

Al-Karaki (2006), também observou um bom resultado com a inoculação, com um aumento de 42% na matéria seca das raízes do tomateiro da variedade cereja, em comparação ao tratamento não micorrizado.

Este resultado concorda com os constatados por Gomes Junior et al. (2011), onde houve uma promoção de um aumento de 38% da matéria seca da raiz, quando comparada as raízes das plantas não inoculadas.

Com esses resultados de matéria fresca e seca da raiz, é possível constatar que os fungos estão cumprindo sua função na expansão das raízes, torna-se notável quando se compara o tratamento T4 (maior dose) e T1 (testemunha), resultando em diferenças de pesos úmido (14,77 g) e seco (1,33 g) das raízes, esse aumento das ramificações posteriormente proporcionou um aumento da área de absorção de nutrientes e água, característica que traz muitos benefícios para as plantas, que com uma nutrição satisfatória, terão uma maior taxa metabólica, sobretudo da fotossíntese, que tem relação direta ao crescimento, a concentração de reservas e finalmente a produtividade.

Para os resultados das variáveis massa úmida e seca da planta, os 4 tratamentos não apresentaram diferença significativa e nem diferiram entre si, ainda assim o tratamento 4 com 68,39 g de massa úmida e 5,42 g de massa seca, resultou em um valor maior quando comparado aos outros tratamentos. Isso pode ter acontecido pelo fato dos fungos estabelecerem a associação no subsolo, sendo na raiz da planta hospedeira que eles se estabelecem e passam a agir.

CONCLUSÃO

Os resultados numéricos que estão na tabela mostram que a utilização dos fungos micorrízicos arbusculares foi benéfico na associação com o tomateiro. Foi possível observar que houve aumento das ramificações das raízes, com a dose maior do inoculante, assim a área a ser explorada para absorção de nutrientes essenciais e água é aumentada. Uma planta bem nutrida, terá uma produção melhor e maior.

Além de que o inoculante pode vir a substituir futuramente adubos químicos, diminuindo tanto para o produtor, quanto para o consumidor final o contato com resíduos tóxicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Orivaldo Saggin, da EMBRAPA, pelo envio do inoculante e pela gentileza com que atendeu a primeira autora.

REFERÊNCIAS

Al-Karaki, G.N. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia Horticulturae*, v.109, n.1, p.1-7, 2006. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423806001075>> Acesso em 10 jun. de 2017.

Alvarado, M. C.; Díaz, A. F.; Peña, Rio, M. L. Á. Productividad de tomate mediante micorriza arbuscular en agricultura protegida. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Texcoco, v. 5, n. 3, p.513-518, abr./maio 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000300014>. Acesso em: 08 jun. 2017.

Chu, E. Y. Sistema de Produção da Pimenteira-do-reino. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/micorrizas.htm>> Acesso em: Acesso em 20 abr. 2016.

EMBRAPA Hortaliças. Cultivo de tomate para industrialização, 2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm> Acesso em: Acesso em 20 abr. 2016.

Gomes júnior, J.; Silva, A. J. N.; Silva, L. L. M.; Souza, F. T.; Silva, J. R. Crescimento e produtividade de tomateiros do grupo cereja em função da aplicação de biofertilizante líquido e fungo micorrízico arbuscular. *Rev. Bras. Ciência Agrária*, Recife, v. 6, n. 4, p. 627-633, 2011.

Lagos, S. M. M. Evaluación de cuatro cepas de micorriza arbuscular en plantas de tomate en vivero, Zamorano, Honduras. 2010. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 2010. Disponível em:< <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/605/1/T2951.pdf> >. Acesso em: 10 jun. 2017.

Latef, A. A. H. A., Chaoxing, H. 2011. Effect of arbuscular mycoorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. *Scientia Horticulturae* 127: 228-233.

Lopes, P. Z.; Souza, P. V. D.; Soglio, F. K. D. Cultivo in vitro de raízes de tomateiro para a produção de inóculo de *Glomus etunicatum*. 2014. (Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)), Porto Alegre, RS. Departamento de Horticultura e Silvicultura.

SEBRAE. O mercado de hortaliças no Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-de-hortalicas-no-brasil,92e8634e2ca62410VgnVCM100000b272010aRCRD#0>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

Sedyama, A. N. I.; Santos, C.; Lima, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 829-837, nov/dez, 2014.

Silva, F. de A. S. E. ; Azevedo, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78, 2009.

Smith, S.E.; Read, D.J. *Micorrhizal symbiosis*. 2ed. Academic Press, London. 1997.

Zhongquna, H.; Chaoxing, H.; Zhibin, Z.; Zhirong, Z.; Huaisong, W. Changes of antioxidative enzymes and cell membrane osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhizae under NaCl stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v.59, n.2, p.128-133, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927776507001786>> Acesso em 08 jun. 2017.