

EFETO DA INFECÇÃO POR FUNGOS MICORRÍZICOS DO TIPO VESICULAR-ARBUSCULAR SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO FEJÓEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)^{1/}

Laércio Zambolim^{2/}

Antonio A.R. Oliveira^{3/}

Antonio Carlos Ribeiro^{4/}

1. INTRODUÇÃO

As micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) são conhecidas desde o século passado, mas somente depois da década de sessenta acumularam-se evidências de que alguns fungos do solo, em associação com as raízes das plantas, aumentam a absorção de nutrientes, principalmente em solos de baixa fertilidade (12).

Em feijoeiro, a ocorrência de micorrizas pode estimular o crescimento das plantas, como reflexo do aumento da absorção de nutrientes e água (4, 7). Entretanto, há casos em que a planta hospedeira apresenta redução no desenvolvimento, em consequência da maior quantidade de carboidratos demandada pelo fungo (1).

Outro aspecto para considerar é a diferença da afinidade entre os gêneros e espécies de fungos micorrízicos e a planta hospedeira. DAINESI e CARDOSO (6) verificaram que *Glomus* associava-se com cana-de-açúcar melhor que *Gigaspora*. Por outro lado, EZETA e SANTOS (8) encontraram maior compatibilidade entre *Gigaspora margarita* e cacauzeiro, enquanto *Glomus macrocarpum* e *Gigaspora heterogama* mostraram-se menos adaptadas à cultura. GIOVANETTI e MOSSE (9), trabalhando com feijoeiro, encontraram diferença de afinidade entre *Glomus mosseae* e *Acaulospora laevis*, com maior infecção radicular pelo primeiro fungo.

O presente estudo visou avaliar o efeito de espécies de fungo MVA sobre o crescimento de plantas de feijoeiro, cv. 'Costa Rica'.

^{1/} Recebido para publicação em 8-3-1985.

^{2/} Departamento de Fitopatologia da UFV. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} EMBRAPA/CNPMPF. 44380 Cruz das Almas, BA.

^{4/} Departamento de Solos da UFV. 36570 Viçosa, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A partir de sete espécies de *Glomus*, provenientes da Universidade da Flórida-EUA, mantidas em casa de vegetação do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, em plantas de sorgo (*Sorghum vulgare* L.), preparou-se, para cada espécie, um inóculo, que consistiu num composto uniforme de solo, raízes, esporos e micélio. Na inoculação foram adicionados, por dois orifícios equidistantes e opostos, a uma profundidade aproximada de 5 cm, vinte gramas do composto a cada vaso de argila, que continham solo previamente fumigado. A seguir, depositaram-se as sementes de feijão logo acima do inóculo, recobrendo-as com fina camada de solo. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com seis repetições, cada uma representada por um vaso com duas plantas. Os tratamentos consistiram na inoculação das sete espécies de *Glomus* e uma testemunha sem inoculação: 1. *G. epigaeum*, 2. *G. mosseae*, 3. *G. claroideum*, 4. *G. macrocarpum*, 5. *G. fasciculatum*, 6. *G. monosporum*, 7. *G. etunicatum* e 8. testemunha.

A média das temperaturas mínimas e máximas no transcorrer do experimento foi de 18,8°C.

O solo utilizado tinha textura argilosa, obtido no campo de produção de feijão da Universidade Federal de Viçosa. Pela análise química foram obtidas as seguintes informações: pH em água (1:2,5), 6,1; P, 88 ppm; K, 134 ppm; Ca⁺⁺, 3,8; Mg⁺⁺, 0,8; e Al⁺⁺⁺, 0,0 eq. mg/100 g de solo.

Após 50 dias da inoculação, mediu-se a altura das plantas. Logo em seguida, a parte aérea e as raízes foram separadas e colocadas para secar em estufa, a 75-80°C. Obteve-se o peso da matéria seca da parte aérea e da raiz, sendo o material vegetal moído, em moinho com peneira de 20 meshes, e acondicionado em sacos de papel pequenos.

Os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio na matéria seca da parte aérea e no sistema radicular foram determinados por digestão nitroperclórica. A determinação do nitrogênio foi realizada pelo método microkjeldahl, em extrato do material vegetal, obtido após digestão sulfúrica (11). O teor de fósforo foi determinado por colorimetria, segundo o método descrito por DEFELIPO (2), baseado na redução do complexo fosfomolibdico com ácido ascórbico. Cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e as análises de potássio foram efetuadas por fotometria de emissão de chama.

A concentração dos nutrientes foi transformada em quantidades totais absorvidas e acumuladas na parte aérea e nas raízes.

Do sistema radicular fresco de cada tratamento foram retiradas cinco amostras para estimar a percentagem de infecção micorrízica. Considerava-se infectado o segmento radicular com vesículas e/ou arbuscúlos presentes no córtex, determinados com o emprego da técnica de PHILIPS e HAYMAN (14), com algumas modificações. As raízes foram clarificadas em KOH 10%, durante 20 minutos, em chapa aquecida. Em seguida, foram coradas com azul de algodão 0,05%, em lactofenol, durante 24 horas. O excesso de corante foi retirado por meio de lactofenol incolor. De cada repetição montaram-se 10 lâminas, cada uma com 10 segmentos de raízes de aproximadamente 1 cm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem de raízes com infecção micorrízica correspondente a cada espécie de MVA está no Quadro 1.

Das espécies testadas, somente *Glomus epigaeum* ocasionou baixa taxa de

QUADRO 1 - Percentagem de infecção micorrízica em feijoeiro inoculado com *Glomus* spp.

Tratamentos	Infecção micorrízica ^{1/} (%)
<i>G. epigaeum</i>	29,1 a
<i>G. mosseae</i>	52,4 b
<i>G. claroideum</i>	47,6 ab
<i>G. macrocarpum</i>	38,9 ab
<i>G. fasciculatum</i>	56,6 b
<i>G. monosporum</i>	57,2 b
<i>G. etunicatum</i>	56,3 b
C.V. (%)	23,24

^{1/} Dados reais de percentagem de infecção micorrízica. Esses dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{\% / 100}$, para análise de variância. As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

infecção. *Glomus macrocarpum* e *G. claroideum* tiveram comportamento intermediário, não diferindo, contudo, significativamente, de *G. epigaeum* nem das demais espécies testadas. Com as maiores percentagens de colonização de raízes, destacaram-se *G. mosseae*, *G. etunicatum*, *G. fasciculatum* e *G. monosporum*.

Os resultados demonstram haver diferença de afinidade entre o hospedeiro e as espécies do fungo micorrízico. Esse aspecto vem sendo mencionado em diversos trabalhos com associações micorrízicas, principalmente no que se refere à resposta da planta hospedeira a diferentes gêneros do fungo (5, 6, 8, 13). WILSON e TRINICK (16) verificaram, em plantas de trevo, que *Glomus tenue* ocasionava maior infecção por unidade de propágulo inoculado que *G. monosporum*.

Em resposta à colonização micorrízica, as plantas apresentaram desenvolvimento superior a 50%, quando comparadas às testemunhas não micorrizadas (Quadro 2). Independentemente da espécie de *Glomus*, a altura das plantas inoculadas foi sempre superior à das não inoculadas.

A quantidade de nutrientes absorvida foi sempre superior nas plantas micorrizadas, que apresentaram elevadas taxas de infecção (Quadro 3).

De maneira geral, nessas plantas foram registrados aumentos superiores a 100% na quantidade de elementos minerais absorvidos, quando comparadas à testemunha. O melhor aproveitamento do fósforo disponível no solo e a maior translocação de água, induzidos pela associação micorrízica, provavelmente criaram condições favoráveis para a absorção dos demais nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados por McGRAW e SCHENCK (13) quando avaliaram o crescimento induzido por vários fungos MVA em «citrus», tomate, pêssego e duas espécies ornamentais. Verificaram que a infecção por *G. etunicatum*, *G. fasciculatum* e *G. mosseae* foi benéfica para a maioria das culturas, enquanto *G. epi-*

QUADRO 2 - Peso da matéria seca e altura de feijoeiro após infecção com sete espécies de *Glomus* sp.^{1/}

Tratamentos	Peso da matéria seca (g)		Altura (cm)
	Parte aérea	Sistema radicular	
<i>G. epigaeum</i>	1,8 a	0,7 ab	35,7 b
<i>G. mosseae</i>	1,9 ab	0,9 ab	32,7 b
<i>G. claroideum</i>	2,0 ab	1,3 b	35,6 b
<i>G. macrocarpum</i>	2,1 b	1,0 ab	31,3 b
<i>G. fasciculatum</i>	2,2 b	1,1 ab	34,7 b
<i>G. monosporum</i>	2,3 b	1,2 b	37,1 b
<i>G. etunicatum</i>	2,8 b	1,3 b	33,7 b
Testemunha	1,1 a	0,5 a	22,9 a
C.V. (%)	25,87	30,45	10,82

^{1/} As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

gaeum, *G. macrocarpum* e *Glomus margarita* restringiram-se à infecção de determinados hospedeiros, observando ainda que a resposta máxima de crescimento resultava da combinação específica fungo-planta. Segundo HAYMAN (10), as associações micorrízicas podem incrementar a absorção de diversos nutrientes do solo, além do fósforo. ROSS (15), trabalhando com soja, encontrou maiores concentrações de fósforo, cálcio e cobre na parte aérea das plantas micorrizadas e CALDEIRA *et al.* (3) observaram que a inoculação de capim-gordura com *G. fasciculatum* propiciou aumento nos teores de fósforo, potássio e magnésio da parte aérea das plantas.

4. CONCLUSÕES

1. As espécies de MVA que provocaram alta percentagem de infecção no sistema radicular do feijoeiro foram *G. etunicatum*, *G. monosporum*, *G. fasciculatum* e *G. mosseae*.
2. A percentagem de infecção micorrízica variou de acordo com a espécie de fungo micorrízico inoculado.
3. Todas as espécies de fungos micorrízicos propiciaram aumento no peso da matéria seca da parte aérea, no sistema radicular e na altura das plantas, em relação à testemunha (sem inoculação de MVA).
4. Obteve-se aumento de peso da matéria seca da parte aérea, entre 160% (*G. epigaeum*) e 250% (*G. etunicatum*), em relação à testemunha; o ganho em altura

QUADRO 3 - Quantidade de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio absorvida pelo feijoeiro inoculado com *Glomus spp.*^{1/}

	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Cálcio		Magnésio	
	Parte aérea	Sistema radicular	Parte aérea	Sistema radicular	Parte aérea	Sistema radicular	Parte aérea	Sistema radicular	Parte aérea	Sistema radicular
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
<i>G. epigaeum</i>	34,1ab	9,9ab	1,5ab	0,3ab	165,2 b	1,7	84,1 b	3,1ab	2,1	0,6a
<i>G. mosseae</i>	35,6ab	12,3ab	1,5ab	0,5ab	140,5ab	2,3	87,8 b	3,1ab	1,9	0,7a
<i>G. claroidium</i>	33,8ab	13,8ab	1,1ab	0,5ab	152,8 b	1,7	85,0 b	2,7a	2,4	0,8a
<i>G. macrocarpum</i>	37,7ab	13,4 b	1,4ab	0,4ab	160,8 b	1,5	95,8 b	3,4ab	2,2	0,5a
<i>G. fasciculatum</i>	40,9ab	12,6ab	1,7 b	0,4ab	158,6 b	2,1	84,6 b	3,9ab	2,4	1,0a
<i>G. monosporum</i>	39,9ab	13,8 b	1,9 b	0,4ab	212,1 b	2,1	104,9 b	3,1ab	2,8	0,8a
<i>G. etunicatum</i>	49,9 b	16,5 b	1,8 b	0,6 b	192,8 b	2,4	116,4 b	6,4 b	3,2	1,4 b
Testemunha	25,3a	6,3a	0,7a	0,2a	76,2a	0,7	38,3a	1,7a	1,0	0,3a
C.V. (%)	15,74	19,62	22,33	24,44	15,61	39,92	18,53	35,39	14,87	41,07

^{1/} Resultados estatisticamente não-significativos.

das plantas, em relação à testemunha, variou de 130% (*G. macrocarpum*) a 150% (*G. epigaeum*).

5. A quantidade de nutrientes absorvidos pela parte aérea e pelo sistema radicular foi sempre superior nas plantas micorrizadas, que apresentaram alta percentagem de infecção.

5. RESUMO

O efeito dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares, *G. epigaeum*, *G. mosseae*, *G. claroideum*, *G. macrocarpum*, *G. fasciculatum*, *G. monosporum* e *G. etunicatum*, sobre o desenvolvimento do feijoeiro, cv. 'Costa Rica', inoculados na sementeira, foi estudado em casa de vegetação.

Somente *G. epigaeum* apresentou baixa taxa de infecção de raízes. Todas as espécies induziram aumento no crescimento e na absorção de nutrientes das plantas. A altura das plantas micorrizadas, independentemente da espécie de *Glomus*, foi superior à das não inoculadas com o fungo micorrízico.

6. SUMMARY

(GROWTH STIMULATION OF BEAN BY SELECTED VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI)

An experiment was carried out in the greenhouse to determine the effect of vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi, *Glomus epigaeum*, *G. mosseae*, *G. claroideum*, *G. macrocarpum*, *G. fasciculatum*, *G. monosporum* and *G. etunicatum*, on the development of bean plants (cv. 'Costa Rica') inoculated at seeding.

The lowest root infection level was obtained with *G. epigaeum*. All *Glomus* species evaluated were efficient in promoting bean growth responses and nutrient uptake. The height of mycorrhizal plants, independent of *Glomus* species, was greater than that of non-mycorrhizal plants.

7. LITERATURA CITADA

1. BETHLENFALVAY, G.J.; PACOVSKY, R.S.; BAYNE, H.G. & STAFFORD, A.E. Interactions between nitrogen fixation, mycorrhizal colonization, and host-plant growth in the *Phaseolus-Rhizobium-Glomus* symbiosis. *Plant Physiol.*, 70:446-450. 1982.
2. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solos e material vegetal. *Rev. Ceres* 21:73-85. 1974.
3. CALDEIRA, S.F.; CHAVES, G.M. & ZAMBOLIM, L. Associação de micorriza vesicular-arbuscular com café, limão e capim-gordura. *Pesq. Agrop. Brasileira* 18:223-228. 1983.
4. DAFT, M.J. & EL-GIAHMI, A.A. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. VII. Influence of infection on the growth and nodulation in French bean (*Phaseolus vulgaris*). *New Phytol.* 73:1139-1147. 1974.
5. DAFT, M.J. & HOGARTH, B.G. Competitive interactions amongst four species of *Glomus* on maize and onion. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 80:339-345. 1983.

6. DAINESE, M.G. & CARDOSO, E.J.B.N. Algumas observações sobre fungos endomicorrízicos em associação com cana-de-açúcar em Piracicaba, SP. *O Solo* 73(1):24-27. 1981.
7. DEHNE, H.W. Morphologische veränderungen unter dem einfluß der endotrophen mycorrhiza. *Beitr. Biol. Pflanzen*. 56:209-215. 1982.
8. EZETA, F.N. & SANTOS, O.M. Importância da endomicorriza na nutrição mineral do cacauzeiro. *R. Bras. Ci. Solo*. 5:22-27. 1981.
9. GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* 84:489-500. 1980.
10. HAYMAN, D.S. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopath.* 72:1119-1125. 1982.
11. JACKSON, M.L. *Análise química de solos*. 2 ed. Barcelona, Omega, 1970. 662 pp.
12. LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O. & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *R. Bras. Ci. Solo* 7:1-19. 1983.
13. MCGRAW, A.C. & SCHENCK, N.C. Growth stimulation of citrus, ornamental and vegetable crops by selected mycorrhizal fungi. *Proc. State Hort. Soc.* 93: 201-205. 1981.
14. PHILIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55:158-161. 1970.
15. ROSS, J.P. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and non-mycorrhizal soybeans. *Phytopath.* 61:1400-1403. 1971.
16. WILSON, J.M. & TRINCK, M.J. Infection development and interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 93:543-553. 1983.