

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

Laércio Zambolim ^{2/}
Antonio A.R. Oliveira ^{3/}
Antonio Carlos Ribeiro ^{4/}

I. 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. DAINENSE 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 cacaueiro, 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, recobrindo-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. claroides*, 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 atómica 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 arbúsculos 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 arc sen $V^{\frac{1}{2}}/100$, 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 intermédio, 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. epigaeum*

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 *Giagaspory 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

- 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*.
- A percentagem de infecção micorrízica variou de acordo com a espécie de fungo micorrízico inoculado.
- 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).
- 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	Sistema		Parte	Sistema		Parte	Sistema		Parte	Sistema		Parte	Sistema	
		aérea	radicular		aérea	radicular		aérea	radicular		aérea	radicular		aérea	radicular
	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. mossaeae</i>	35,6ab	12,3ab	1,5ab	0,5ab	140,5ab		2,3	87,8	b	3,1ab	1,9	0,7a			
<i>G. claroidesum</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	13,4b	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	1,7b	0,4ab	158,6	b	2,1	84,6	b	3,9ab	2,4	1,0a			
<i>G. monosporum</i>	39,9ab	13,8b	1,9b	0,4ab	212,1	b	2,1	104,9	b	3,1ab	2,8	0,8a			
<i>G. etunicatum</i>	49,9b	16,5b	1,8b	0,6b	192,8	b	2,4	116,4	b	6,4b	3,2	1,4b			
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. DAINESI, 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 veranderungen unter dem einfkub der endotrophen mycorrhiza. *Beitr. Biol. Pflanzen*. 56:209-215. 1982.
8. EZETA, F.N. & SANTOS, O.M. Importância da endomicorriza na nutrição mineral do cacaueiro. *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 químico de suelos*. 2 ed. Barcelona, Omega, 1970. 662 pp.
12. LOPEZ, E.S.; SIQUEIRA, J.O. & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorizas 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.