

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E O DESENVOLVIMENTO
VEGETATIVO DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA

Sofia Agostini
Tecnóloga em Viticultura e Enologia/
Escola Agrotécnica Federal Presidente Juscelino Kubitschek

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Mestre
em Fitotecnia, Área de Concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2002

À Thor Vinícius, meu marido.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e pelas pessoas que tenho encontrado.

À minha família, pelo incentivo, em especial ao meu marido, Thor Vinícius, por ter-me mostrado os melhores caminhos; pela ajuda, compreensão e, principalmente, companheirismo, nos momentos de alegria e nos de angústia.

Ao professor Paulo Vitor, por ter aceito ser meu orientador e, pelo apoio, sua orientação qualificada, conhecimentos transmitidos e pela forma gentil como sempre me orientou.

A amiga Adriane Leite do Amaral, pelas longas conversas, que sempre me confortaram.

À Embrapa Uva e Vinho, através do funcionário Adriano Mazzarolo pelo excelente atendimento sempre que solicitado e doação do material vegetativo para realização deste estudo.

Ao Rafael Daudt, por toda a ajuda prestada no início do mestrado.

Aos colegas, Júlio, Ivar, Andréia e Carlos que sempre estiveram a disposição, mostrando amizade e dividindo conhecimentos e, em especial, ao Daniel que foi de fundamental importância na condução teórica e prática dos experimentos.

Aos bolsistas de iniciação científica, Anderson, Vinícius e, especialmente, ao Edgar, pela colaboração durante a condução dos experimentos.

Aos funcionários do DHS, Cleusa e Detamar, pela constante disponibilidade e ao Ernani, pela ajuda nas avaliações.

Aos funcionários da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, pela colaboração durante a condução do experimento.

Ao Departamento de Plantas de Lavoura, em especial ao Laboratorista Celso, pela colaboração no empréstimo do aparelho para medição de área foliar. À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE PORTA - ENXERTOS DE VIDEIRA¹

Autor: Sofia Agostini

Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza

RESUMO

Este estudo foi realizado na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e teve por objetivo avaliar o comportamento de três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre o desenvolvimento vegetativo de dois porta-enxertos (PE) de videira. Foram utilizados os PE 101-14 e P1103 e os FMA *Glomus clarum*, *Scutellospora pellucida* e *Gigaspora margarita*. As estacas dos PE, previamente enraizadas, foram colocadas em sacos de polietileno (5 L), contendo um substrato composto por terra argilosa:areia:casca de acácia (2:2:1; v:v:v) previamente desinfestado com formolaldeído (7%). Utilizou-se, como inóculo, 20 g de solo rizosférico mais fragmentos de raízes contendo as estruturas dos FMA. Após 126 dias avaliou-se o desenvolvimento vegetativo dos PE, através de vários parâmetros, assim como a porcentagem de colonização pelos FMA. *G. clarum* e *S. pellucida* favorecem mais intensamente o desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos de videira 101-14 e P1103 além de proporcionar maior acúmulo de reservas e nutrientes nos tecidos destes PE.

¹Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (57p.), fevereiro, 2002.

ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND VEGETATIVE GROWTH GRAPEVINE ROOTSTOCKS¹

Author: Sofia Agostini
Adviser: Paulo Vitor Dutra de Souza

ABSTRACT

This study was carried out at the Agronomic Experimental Station of the 'Universidade Federal do Rio Grande do Sul' and it was aimed to evaluate the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) (*Glomus clarum*, *Scutellospora pellucida* and *Gigaspora margarita*) on vegetative growth of two grapevine (*Vitis* sp) rootstocks (101-14 and P1103).

The rooted cuttings were cultivated in 5L black plastic bags containing disinfested substrate (2:2:1 (v:v:v) soil: sand: decomposed bark residue of acacia (*Acacia mearnsii* Bark), respectively). Twenty g per plant of rhizospheric soil with AMF structures were used as inoculum. After 126 days, vegetative growth of rootstocks were evaluated based on several parameters, including percentage of rootstock colonization by AMF. *Glomus clarum* and *Scutellospora pellucida* increased vegetative development of 101-14 and P1103 rootstocks, besides these AMF induced high reserve and nutrients accumulation in these rootstock.

¹M.Sc. Dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (57p.), february, 2002.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1 Caracterização dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA).....	04
2.2 Classificação dos FMA.....	05
2.3 Modo de ação dos FMA.....	07
2.4 FMA x nutrientes.....	09
2.5 Outros benefícios dos FMA.....	12
2.6 FMA em videiras.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Local.....	19
3.2 Preparo do substrato.....	19
3.2.1 Análise química e física do substrato.....	19
3.3 Porta-enxertos e FMA.....	20
3.3.1 Tratamentos.....	21
3.4 Inoculação e desenvolvimento vegetativo.....	21
3.5 Delineamento experimental.....	22
3.6 Avaliações.....	22
3.6.1 Avaliação do crescimento.....	22
3.6.2 Número de raízes primárias.....	22
3.6.3 Comprimento da brotação.....	22
3.6.4 Área foliar.....	22
3.6.5 Número de folhas.....	23
3.6.6 Matérias fresca e seca de raízes e parte aérea.....	23
3.6.7 Substâncias de reserva e de nutrientes radiculares e foliares.....	23
3.6.8 Conteúdo nutricional do substrato ao final do experimento.....	24
3.6.9 Conteúdo nutricional foliar.....	24
3.6.10 Colonização rradicular pelos FMA.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26

4.1	Avaliação do crescimento.....	26
4.2	Número de raízes primárias.....	29
4.3	Comprimento da brotação.....	30
4.4	Área foliar.....	31
4.5	Número de folhas.....	32
4.6	Matérias fresca e seca aérea.....	34
4.7	Matérias fresca e seca radicular.....	35
4.8	Substâncias de reserva aérea e radicular.....	37
4.9	Conteúdo nutricional do substrato ao final do experimento....	39
4.10	Conteúdo nutricional foliar.....	40
4.11	Colonização radicular pelos FMA.....	45
5.	CONCLUSÕES.....	49
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Teores de matéria orgânica (M.O.), macronutrientes e pH encontrados no substrato antes da correção.....	20
2. Caracterização física do substrato.....	20
3. Número de raízes primárias de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	30
4. Comprimento dos brotos de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	31
5. Área foliar por folha de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	32
6. Número de folhas de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	33
7. Peso da matéria fresca aérea de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	35
8. Peso da matéria seca aérea de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e	

	Gigaspora margarita. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	35
9.	Peso da matéria fresca radicular de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul,2001..	36
10.	Peso da matéria seca radicular de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	37
11.	Substâncias de reserva aérea de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	38
12.	Substâncias de reserva radicular de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: <i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i> . EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	38
13.	Níveis dos macronutrientes encontrados no substrato após o término do experimento.....	40
14.	Conteúdo nutricional em macronutrientes (%) da parte aérea dos porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp) 101-14 e P1103, inoculados com diferentes fungos micorrízicos arbusculares.EEA/UFRGS, Eldorado do Sul. 2001.....	41
15.	Conteúdo nutricional em micronutrientes (mg/Kg) da parte aérea dos porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp) 101-14 e P1103, inoculados com diferentes fungos micorrízicos arbusculares.EEA/UFRGS, Eldorado do Sul. 2001.....	42
16.	Colonização radicular com estruturas de três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (<i>Glomus clarum</i> , <i>Scutellospora pellucida</i> e <i>Gigaspora margarita</i>) em dois porta-enxertos de videira. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	47

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1 Crescimento do porta-enxerto de videira 101-14 inoculado com três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (T: testemunha; M1: <i>Gigaspora margarita</i> ; M2: <i>Glomus clarum</i> ; M3: <i>Scutellospora pellucida</i>). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	27
2 Crescimento do porta-enxerto de videira P1103 inoculado com três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (T: testemunha; M1: <i>Gigaspora margarita</i> ; M2: <i>Glomus clarum</i> ; M3: <i>Scutellospora pellucida</i>). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.....	28

1. INTRODUÇÃO

Foi a partir da segunda metade do século XIX que a viticultura passou a ter importância comercial no Brasil (Camargo, 1994). Atualmente, a produção de uvas no Brasil se localiza nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Constitui-se em atividade consolidada, com importância sócio-econômica, nos Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais. Cerca de 50% da produção nacional de uva é destinada à elaboração de vinhos, sucos, destilados e outros derivados. Além dos Estados tradicionalmente produtores de uva, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás despontam como potenciais produtores de uvas de mesa (Mello, 2000).

A maior área vitícola do país está localizada no Rio Grande do Sul, na Encosta Superior da Serra do Nordeste, sendo esta região responsável por mais de 70% da produção nacional de uvas, ocupando uma área de mais de 38 mil ha, com uma produtividade média de 12 mil kg/ha. Cerca de 20% da produção é de uvas viníferas e 80% de americanas e híbridas (Mello, 2000).

A viticultura torna-se uma atividade cada vez mais atrativa, com possibilidade de escolha de porta-enxerto para antecipar ou atrasar a maturação da uva, assim como a adoção de tratamentos culturais, como época de poda e/ou poda

verde para que a colheita seja realizada em época de melhores preços (Agostini et al., 2001; Souza et al., 2001).

A propagação comercial da videira (*Vitis* spp.) é feita exclusivamente por via vegetativa, empregando-se ramos do ano, lignificados e coletados durante o período de repouso das plantas. A partir da disseminação da filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*, Fitch, 1855), as videiras passaram a ser enxertadas sobre porta-enxertos resistentes. Isso dificulta a formação de novas plantas, por causa da necessidade de enraizamento desses porta-enxertos e enxertia da copa (Fachinello et al., 1995).

Entre os fatores que influenciam na propagação da videira estão as interações das raízes emitidas pelas estacas com microrganismos e o substrato (Regina et al., 1998).

O solo e qualquer substrato não esterilizado contêm microrganismos em contínua interação com a planta, afetando o desenvolvimento do hospedeiro.

Dentre os microrganismos presentes no solo estão os simbiontes, onde os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) merecem especial atenção por poderem induzir respostas no crescimento das plantas, através da interação planta – fungo (Zambolim, 1991).

Na produção de mudas em recipientes utiliza-se da esterilização do substrato permitindo a produção de plantas isentas de fitopatógenos do solo, havendo a exclusão dos fungos micorrízicos do processo de crescimento das plantas. O potencial de impacto decorrente da ausência desses simbiontes, principalmente dos FMA, no vigor e qualidade das plantas no campo, só recentemente passou a ser devidamente avaliado.

O maior desenvolvimento de mudas frutíferas colonizadas por FMA pode, não somente reduzir o tempo de permanência das mudas no viveiro, reduzindo os custos de insumos e mão-de-obra, como também aumentar o vigor e sobrevivência das mudas após o transplântio para o campo, diminuindo custos adicionais com o replântio (Jaizme-Vega & Azcón, 1995).

Zambolim & Schenck (1983) relatam sobre a compensação do efeito prejudicial que fitopatógenos causam em plantas, quando estas são previamente inoculadas por FMA. No entanto, os resultados da simbiose planta x FMA são variáveis com a espécie e cultivar de planta e com a espécie de fungo em questão (Büttenbender, 2001).

No Brasil a maior parte dos vinhedos é formado por mudas formadas no local definitivo, com plantio do porta-enxerto e posterior enxertia. Atualmente há uma tendência de importação de mudas prontas, vindas da Europa e África do Sul, mostrando que há mercado para a produção de mudas. Segundo Kuhn et al., 1996 na aquisição de mudas prontas é imprescindível que se compre muda de viveirista que tenha boa origem do material vegetativo e sua correta identificação. Deve-se tomar cuidado para não adquirir mudas contaminadas com pragas como a pérola-da-terra, fungos vasculares, fungos causadores de podridões de raízes, bactérias e viroses.

Considerando os efeitos benéficos dos FMA o trabalho foi desenvolvido, tendo como finalidade avaliar a utilização desta classe de fungos sobre o

desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de videira, cultivados em sacos de

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA)

Segundo Lopes et al. (1983) a partir da década de 1960 acumularam-se evidências de que os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), em associação com as plantas, aumentavam a absorção de nutrientes, principalmente em solos de baixa fertilidade. Modificações nos conceitos de fisiologia das raízes, absorção de nutrientes, ecologia de microrganismos na rizosfera (região do solo sob influência das raízes que possui elevado teor de matéria orgânica e um número de microrganismos cerca de 15 vezes maior do que no solo distante das mesmas) e em outras áreas de pesquisa com plantas estão ocorrendo, dada a constatação da presença comum desses fungos nas raízes em condições naturais.

Nos primórdios de 1800 foram iniciados estudos sobre micorrizas. Rayner (1927) cita Kamiensky como o responsável pelo reconhecimento das entidades morfológicas das diferentes associações micorrízicas, e as classificou como endotróficas e ectotróficas, tendo sugerido que as plantas se beneficiavam da associação.

O termo micorriza foi empregado pela primeira vez por Frank, em 1885, citado por Rayner (1927) significando, mikes=fungo e rhiza=raiz, palavras de

origem grega.

Segundo Atlas & Bartha (1998), os FMA estão entre os microrganismos existentes na rizosfera, a qual é influenciada, química e biologicamente, pelas raízes. Segundo Linderman (1992), os FMA constituem-se num dos maiores componentes da rizosfera.

A atividade dos microrganismos na rizosfera é favorecida pelos exudatos das raízes, pelo mucigel e por células epidérmicas da raiz, em decomposição (Salisbury & Ross, 1992).

Segundo Siqueira & Franco (1988) os fungos micorrízicos apresentam o mais alto grau de especialização dos fungos saprofiticos, os quais passaram da condição de necrotrofismo para biotrofismo.

2.2 Classificação dos FMA

Os fungos micorrízicos podem ser divididos em três sub-grupos: ectomicorrizas, ectoendomicorrizas e endomicorrizas (Siqueira & Franco, 1988):

- Ectomicorrizas: o fungo invade o córtex da raiz através dos espaços intercelulares, formando a rede de Hartig (emaranhado de hifas ocupando os espaços intercelulares das camadas superficiais do córtex, porém, não ultrapassando a endoderme). A formação da rede de Hartig corresponde à interface hospedeiro-fungo, onde são estabelecidas as trocas entre os simbioses e há a formação de uma camada de hifas na parte externa da raiz, alterando a morfologia local. Segundo Lopes et al. (1983), as ectomicorrizas associam-se mais comumente a espécies arbóreas florestais de clima temperado.

- Ectoendomicorrizas: os fungos realizam penetração intracelular, formam a rede de Hartig e um manto externo e, como as ectomicorrizas, provocam

modificações na morfologia radicular;

- Endomicorrizas: realizam penetração inter e intracelular, sem modificar a raiz. Não há manto extra-radicular e não há formação da rede de Hartig.

Subdividem-se em Ericóides, Orquidóides e Arbusculares:

- Ericóides: Ascomicetos dos gêneros *Pezizella*, *Clavaria* e *Elaphomyces*, em mutualismo com plantas da Ordem Ericales;

- Orquidóides: colonizam plantas da Família Orquidaceae. *Rhizoctonia* e *Armillaria* são os principais gêneros.

-Arbusculares: fungos da Ordem Glomales (Zigomicotina). Formam arbúsculos e vesículas e ocorrem na maioria das Angiospermas e algumas Gimnospermas. São menos específicos quanto aos seus hospedeiros em relação às ectomicorrizas.

Segundo Alexopoulos et al. (1996) a Ordem Glomales é dividida em três famílias:

Família Gigasporaceae: corresponde aos gêneros *Gigaspora* Gerd e Trappe e *Scutellospora* Walker e Sanders. Estes gêneros formam somente arbúsculos. Células auxiliares são produzidas no solo junto a estruturas chamadas azigosporos. O termo azigosporo é usado para esporos de *Gigaspora* que são produzidos em hifas terminais.

É consenso que esta família só se reproduz assexuadamente.

Família Acaulosporaceae: corresponde aos gêneros *Acaulospora* Gerd. e Trappe e *Entrophospora* Annes e Schneider.

Família Glomaceae: corresponde aos gêneros *Glomus* Tul e Tul e *Sclerocystis* Berk e Br.

As Famílias Acaulosporaceae e Glomaceae produzem vesículas e arbusculos nas raízes, mas não formam células auxiliares.

A esporulação destas famílias é por clamidosporos. Os esporos de *Acaulospora* e *Entrophospora* surgem de uma hifa terminal que incha-se como um saco, referida como “saculo esporifero”.

Em *Glomus* e *Sclerocystis* os clamidosporos surgem apicalmente em hifas férteis. Glomales formam esporos únicos no solo, mas algumas espécies podem formar esporocarpos e não há confirmação de Zigosporo (esporo sexual).

Glomales tem grande importância, associados a culturas de interesse agrônômico.

A reprodução dos FMA em geral é assexuado, com produção de esporos singulares ou de esporocarpos contendo clamidosporos ou azigosporos, sendo que não há confirmação de zigosporos, que denotariam reprodução sexual.

2.3 Modo de ação dos FMA

A atuação dos FMA envolve três componentes da associação: as raízes do hospedeiro, as hifas do fungo no interior das raízes e as hifas externas que se estendem através da rizosfera.

Segundo Silveira (1992), o desenvolvimento dos FMA apresenta cinco estádios: 1) pré-infecção; 2) infecção primária; 3) formação de arbúsculos e vesículas; 4) desenvolvimento do fungo na raiz e na rizosfera e 5) dispersão do fungo no solo ou substrato.

Resumidamente tem-se que: uma raiz viva pode ser colonizada pelo FMA, por intermédio das hifas ou pela germinação de esporos. A raiz é penetrada pela hifa e a colonização instala-se apenas nas células do córtex. As hifas percorrem

os espaços inter e intracelularmente do hospedeiro e, a espaços, são formados os arbúsculos e/ou as vesículas. Fragmentos de lamela média ocorrem junto aos pontos de penetração das hifas, o que pode sugerir algum tipo de participação enzimática. As espécies de FMA que não formam vesículas intra-radicaais possuem células auxiliares no micélio extra-radicular. O desenvolvimento do fungo na raiz e na rizosfera é composto por uma fase inicial (fase lag) durante a qual ocorre a infecção primária; uma fase exponencial, onde há rápida dispersão do fungo na raiz, e uma fase estacionária. Arbúsculos e vesículas são continuamente formados e degenerados durante as fases exponencial e estacionária. A esporulação do fungo normalmente ocorre no micélio externo, embora algumas espécies apresentem esporos no interior das raízes colonizadas (Gerola, 1998).

Através de modificações das hifas, originam-se os arbúsculos, vesículas e esporos. Os arbúsculos são estruturas intracelulares efêmeras formadas por ramificação continuada de hifas, tomando grande parte do volume das células corticais da raiz e constituem o sítio de trocas de carboidratos e nutrientes entre a micorriza e a planta (Alexopoulos et al., 1996). Tanto as hifas externas quanto as internas às células da raiz, podem dar origem a vesículas. Estas, a princípio, são estruturas de reserva que se formam na extremidade das hifas, podendo funcionar como propágulos (Gerdemann, 1968). Apresentam aspecto interno reticulado devido aos grânulos de lipídios encontrados em seu interior (Holley & Peterson, 1979), sugerindo uma função de órgão de reserva. O gênero *Glomus*, por exemplo, forma vesículas, já os gêneros *Scutellospora* e *Gigaspora* não formam.

Segundo Abbott & Robson (1991) os FMA possuem vários tipos de propágulos, como hifas, esporos e vesículas e as fontes mais analisadas de propágulos são raízes micorrizadas e esporos germinados.

Segundo Garret (1956), a associação micorrízica é o ápice da evolução do parasitismo de raízes por fungos, marcado pela natureza mutualística. A colonização é um processo altamente equilibrado, sem aparecimento de lesões e invasões do sistema vascular da planta, sendo essa uma diferença entre os fungos micorrízicos e patógenos de raiz.

2.4 FMA x nutrientes

Mosse (1957) verificou que plantas colonizadas por FMA tiveram melhor crescimento e maior absorção de nutrientes que as não-colonizadas.

Outros autores comentam o aumento do fornecimento de nutrientes às plantas, fortemente influenciado por FMA (Laranjeira, 2001; Ying Chu et al., 2001).

Há vantagens nutricionais para as plantas que encontram-se associadas às micorrizas, o que pode resultar em oportunidade para maximização da produção agrícola.

Os fungos micorrízicos, por sua capacidade de explorar maior volume de solo, permitem que uma maior quantidade de íons minerais sejam absorvidos pelas hifas dos fungos que os transferem à planta hospedeira. Dentre os íons mais eficientemente absorvidos está o fósforo (P) (Marschener & Dell, 1994), além de zinco, cobre, enxofre e potássio, conseqüentemente têm-se o crescimento acelerado dos hospedeiros (Smith & Read, 1997).

As micorrizas são capazes de armazenar P no micélio na forma de grânulos de polifosfato (Lopes et al., 1983), evitando assim que parte do P adicionado ao solo seja rapidamente imobilizado e torne-se indisponível.

Este tipo de associação é particularmente importante quando o substrato apresenta limitação de nutrientes, pois a eficiência dos fungos micorrízicos aumenta conforme aumenta a escassez de nutrientes e água. Também, plantas micorrizadas são mais tolerantes a níveis tóxicos de metais (Smith & Read, 1997).

Plantas colonizadas por micorrizas são aparentemente capazes de utilizar melhor as formas pouco solúveis de certos nutrientes, tais como fosfato de Ca, Al e Fe, dentre outros (Ezeta & Santos, 1981), além de, como comentado anteriormente, serem mais eficientes na absorção do Zn, pois pode-se observar diminuição dos sintomas de deficiência de Zn nestas plantas.

As hifas externas funcionam como extensão do sistema radicular, podendo absorver nutrientes além da zona dos pêlos radiculares. Sanders & Tinker (1973) estimaram haver 80 cm de hifa por centímetro de raiz colonizada. Encontraram que plantas colonizadas tiveram maior absorção de fósforo (P) do que as não-colonizadas, sendo a diferença atribuída ao efeito das hifas externas. Cress et al. (1979) mostraram que as raízes colonizadas com fungos micorrízicos possuem um sistema de absorção de P altamente eficiente para plantas que estão crescendo em baixos níveis de P disponível.

Segundo Zambolim (1991), as plantas que interagem com os FMA podem apresentar respostas no crescimento, somente quando o nível de fósforo no solo é baixo; e aquelas consideradas dependentes respondem positivamente no

crescimento, mesmo quando o nível de fósforo no solo é considerado médio a alto.

O estado nutricional da planta quanto ao P regula a colonização das raízes por FMA, afetando o crescimento das hifas internas e externas à raiz (Colozzi Filho & Siqueira, 1986). Concentrações altas de P no solo não afetam, necessariamente a colonização das raízes pelas micorrizas, mas a extensão do micélio externo é menor, diminuindo a eficiência em explorar o solo (Zambolim, 1991).

É importante corrigir o nível de P em experimentos com micorrizas, justamente porque é necessária uma quantidade mínima para que as micorrizas possam ser eficientes, caso contrário podem tornar-se parasitas, por escassez de P e altas concentrações podem não justificar a presença das micorrizas, devido a planta sozinha obter mais facilmente os nutrientes de que necessita (Antoniolli & Kaminski, 1991). Altas concentrações de P no solo, também, podem acarretar uma deficiência de Zn em muitas culturas, sugerindo que a inibição dos FMA pelo P, diminui a capacidade da raiz em absorver Zn (Ezeta & Santos, 1981).

Na escassez de N e P há aumento das concentrações de açúcares solúveis, enquanto que altos níveis nutricionais provocam uma redução das concentrações de açúcares, restringindo o desenvolvimento dos FMA (Thomson et al., 1991).

Segundo Barea et al. (1987) a absorção de N na forma de amônio pode ser aumentada com o auxílio dos FMA. O nitrogênio pode ser absorvido pelos FMA na forma de nitrato ou amônio (Souza, 1995a).

Segundo Souza (2000), a absorção de P, Zn e Cu é aumentada com o auxílio dos FMA. Mosse (1973), associa a melhor nutrição das plantas com FMA a maior captação de K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Na e B.

Silveira (1992), cita que os FMA possibilitam maior absorção de nutrientes que movimentam-se, também, por difusão, como P, K, Zn, Cu, Ca, S, Mn, Br, I, Cl, Al e Si. Afirma, como citado anteriormente, que plantas micorrizadas estão “protegidas” dos efeitos tóxicos dos metais pesados, como Al, Mn, Zn, Cd, Cu, Pb.

Silveira (1999) obteve aumento de alguns nutrientes, como Ca, N e P, em mudas de abacateiro inoculadas com FMA.

2.5 Outros benefícios dos FMA

Os simbioses (planta e fungo micorrízico) trocam carboidratos e nutrientes. Há uma pressão da hifa, empurrando a membrana celular, que desta forma passa a envolver as ramificações da hifa presentes no interior da célula vegetal. A hifa penetra na célula, mas nunca perfura a membrana celular (Lopes et al., 1983).

Segundo Schmitz (1998), pode haver correlação positiva entre a colonização por FMA e as concentrações de carboidratos nos tecidos vegetais, com algumas contradições em relação às concentrações de carboidratos associadas a colonização por FMA. Isto está relacionado com a espécie de FMA utilizada e a espécie vegetal em estudo (Rapparini et al., 1994).

Dixon et al. (1988) detectaram um aumento dos açúcares solúveis totais, dos açúcares redutores, da sacarose e do amido foliares em experimento com FMA inoculados em citros.

Considerando o efeito benéfico da simbiose no crescimento e vigor das plantas, e que os fungos micorrízicos ocupam o mesmo sítio ecológico de

fitopatógenos na rizosfera, é de se esperar que esses simbiossantes apresentem potencial para reduzir perdas causadas por organismos causadores de doenças. Isto ocorre, principalmente, por aquelas causadas por patógenos do solo, justamente pela melhoria do estado nutricional da planta, que passa a exibir um crescimento mais vigoroso (Linderman, 1992).

Laranjeira (2001) afirma que a redução da severidade de doenças de plantas pode ser fortemente influenciada por FMA, através de um ou mais mecanismos incluindo: a) aumento do fornecimento de nutrientes à planta; b) competição por fotossintatos do hospedeiro e sítios de infecção; c) modificações morfológicas em raízes e nos tecidos radiculares; d) modificações nos componentes químicos dos tecidos da planta; e) redução do estresse abiótico; f) modificações microbianas na micorrizosfera. Também, a produção de substâncias capazes de influenciar a resistência ao ataque de patógenos pelas plantas colonizadas por FMA, além da expressão diferencial de vários genes envolvidos na defesa vegetal contra o ataque de patógenos.

Há evidências que sugerem que a associação de endomicorriza com plantas contribui para a resistência a certos patógenos radiculares, incluindo fungos e nematóides, por produzir substâncias antibióticas (Alexopoulos et al., 1996). Também, é sugerido que FMA podem absorver e transferir metabólitos de outros fungos, bactérias, actinomicetos, algas e cianobactérias, da rizosféra para as plantas.

Associações com micorrizas são descritas tanto em cultivo "in vivo" quanto "in vitro", sendo que plantas propagadas "in vitro" toleram melhor o estresse provocado pelo transplante quando micorrizadas (Vidal et al., 1992).

Há estudos comprovando a atuação dos FMA, promovendo o acúmulo de substâncias de reserva na muda, o que é importante para a sobrevivência desta após o transplante. Também observou-se acréscimo no peso seco da parte aérea e aumento do conteúdo de carboidratos nas raízes das plantas (Souza, 1995a).

Souza et al. (1998) obtiveram maior peso seco aéreo em plântulas de Citrange Troyer inoculadas por FMA. Os FMA proporcionaram aumento nos níveis de açúcares solúveis das raízes das plântulas e aumento no conteúdo de amido radicular, com 16,7% deste carboidrato de reserva em plântulas micorrizadas contra 12,4% em plântulas sem inóculo. Houve também, aumento dos níveis de açúcares foliares nas plântulas micorrizadas.

Souza (2000) obteve aumento no número de folhas em plantas de Citrange Carrizo inoculadas com FMA, com 40 folhas por planta nas plantas inoculadas contra 23 folhas por planta nas plantas sem FMA. A superfície das folhas inoculadas com FMA foi significativamente maior que nas não inoculadas. Plântulas de Citrange Carrizo inoculadas com FMA tiveram aumento no diâmetro do colo, peso seco da parte aérea e das raízes, número de folhas e altura (Souza et al., 2000). Souza et al. (1997) obtiveram maior número de folhas e dimensão destas em plântulas de Citrange "Troyer" inoculado com FMA.

Em condições de baixa umidade e baixos teores de P, as plantas colonizadas por FMA são mais tolerantes ao estresse de água do que as não-colonizadas. Alterações no nível nutricional e relação hormonal no hospedeiro causadas pelos FMA são sugeridas como o mecanismo pelo qual a invasão pelo fungo micorrízico aumenta a tolerância das plantas micorrizadas à seca. As plantas com FMA recuperam-se mais rapidamente do murchamento (Hardie & Leyton, 1981) e usam

a água absorvida mais eficientemente do que as não colonizadas. Uma eficiente associação micorrízica poderia atenuar os problemas de absorção de água e nutrientes ocasionados pelo baixo teor de umidade de alguns solos, e pelo sistema radicular atrofiado devido a toxicidade de Al e deficiência de P, na maioria dos solos tropicais.

Segundo Allen et al. (1980), parte da resposta no crescimento das plantas causada pelos FMA pode ser resultante de modificações fisiológicas causadas pela produção de hormônios que se segue à invasão pelo fungo. Maior atividade de citocinina, giberelina e ácido abscísico tem sido encontrada nas folhas e raízes de plantas colonizadas.

Os FMA podem estar envolvidos nos processos hormonais das plantas, interferindo na síntese de translocação de fitormônios (Souza, 1995b). Segundo Souza (2000) há relatos indicando a existência de um intercâmbio hormonal entre as plantas e os FMA e também a comprovação de que a simbiose planta-FMA é beneficiada pela aplicação radicular de auxinas.

Foi verificado aumento do diâmetro do colo de plantas de Citrange Carrizo submetidas a tratamento com ácido giberélico (AG_3) e incremento nos níveis de P e Fe nos tecidos foliares. Confirmou-se a existência de interação positiva e significativa entre os FMA e este fitorregulador sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas, indicando que o AG_3 favorece a simbiose, permitindo uma redução no período de produção da muda (Souza, 2000).

Em outro estudo Souza et al. (2000) encontraram interação positiva entre ácido indolbutírico (AIB) e FMA, onde plântulas de Citrange Carrizo inoculadas com FMA apresentaram incremento no desenvolvimento vegetativo, nos

conteúdos foliares de P e K e na espessura dos feixes vasculares, conforme aumentavam as concentrações de AIB. Havendo incremento linear do diâmetro do colo, possibilitando antecipar a enxertia e, dessa forma, reduzir o período de produção de mudas.

Ho (1977) relata ter observado maiores concentrações de fitoesterol livre nas raízes com FMA. Essas alterações explicam, em parte, os aumentos no teor de clorofila e lipídeos, nas taxas de respiração e de fotossíntese, encontrados em plantas colonizadas. O aumento na produção de hormônios provavelmente seja induzido pelo fungo.

Segundo Krishna et al. (1981) têm sido observadas modificações no tecido do hospedeiro de FMA, como aumento na quantidade de tecido vascular, lignificação do xilema e células corticais, aumentada quantidade de grãos de amido, aumento da espessura das folhas, do número de células do mesófilo e dos plastídios. Estas modificações, provavelmente, afetam a translocação de água e nutrientes na planta, bem como interferem na relação planta-patógeno.

Souza et al. (2000) confirmaram isto, pois houve aumento da espessura dos feixes vasculares em plantas de Citrange Carrizo inoculadas com FMA e submetidas a tratamento com AIB.

Carneiro et al. (2001) relatam a importância dos FMA junto a reabilitação de solos poluídos com metais pesados, e assim, possibilitando o retorno da funcionalidade do ecossistema, através do estabelecimento da vegetação. Os FMA podem atuar de forma a imobilizar temporariamente, nas hifas, os metais absorvidos do solo, diminuindo a translocação desses elementos para a parte aérea.

Os FMA produzem hormônios de plantas, auxiliando na produção de mudas, as quais ficam mais resistentes ao transplante e a sobrevivência também é aumentada (Barea & Azcón-Aguilar, 1982). Há vários estudos comprovando o sinergismo entre FMA e auxinas, promovendo um maior desenvolvimento de plantas (Souza, 2000).

A produção de mudas já inoculadas por FMA é importante para que os fungos possam agir, aumentando a proteção da planta ao estresse, além de um possível efeito de proteção contra ataque de patógenos oportunistas. Raízes de mudas previamente colonizadas por FMA, também, possibilitam o completo desenvolvimento das hifas dos FMA, as quais são responsáveis pela ampliação do volume de substrato explorado, em até 5 cm além da raiz (Li *et al.*, 1991).

2.6 FMA em videiras

Os FMA estão normalmente presentes em solos de vinhedos, que respondem muito bem a inoculações (Schubert & Cravero, 1985). Vinhedos comerciais com vigor satisfatório ou excepcional apresentam abundância de FMA em relação a vinhedos menos vigorosos, sugerindo que a simbiose é benéfica, ou até mesmo necessária para o crescimento normal das videiras (Deal *et al.*, 1972).

A videira está entre as diversas plantas que apresentaram dependência ao FMA *Glomus*, observada através do alto requerimento em fósforo e da baixa capacidade das plantas em absorver nutrientes, quando sem micorrizas, características correlacionadas com alta dependência micorrízica (Sieverding, 1991).

Respostas positivas observadas em outras culturas também ocorrem em videira, no que diz respeito a associação com os FMA, como melhor nutrição (Waschkies et al., 1994), maior absorção de água, produção de hormônios e resistência a patógenos (Lovato et al., 1992).

Segundo Deal et al. (1971), a taxa de colonização por FMA é diferente conforme a época do ano. Amostras de raízes de videiras, analisadas no Hemisfério Norte, diferenciaram em relação à colonização por FMA, conforme a época de coleta.

Mudas de videira previamente inoculadas com FMA têm maior peso seco aéreo, comprimento radicular e crescimento que as não inoculadas (Schubert et al., 1988; Gendiah, 1991).

Karagiannidis et al. (1995) encontraram respostas positivas em porta-enxertos e uma cultivar de videira inoculados por FMA. Houve incremento no crescimento das plantas, além de maior absorção de P.

Petgen et al. (1998) obtiveram incremento nos níveis foliares de Zn, P e Cu no PE de videira SO4 inoculado com FMA.

Na produção de mudas em recipientes, é importante e simples a utilização de FMA. Há dados que mostram que a aclimatização de porta-enxertos de videira micropropagados apresentam um melhor desenvolvimento, conforme a espécie de micorriza utilizada junto ao substrato (Silva et al., 1999; Souza et al., 1999).

Büttenbender (2001) obteve melhor crescimento no porta-enxerto de videira 101-14, quando inoculado com *Scutellospora heterogama*. Também, verificou maior número de folhas nas plantas inoculadas com FMA, proporcionando maior

desenvolvimento; salienta ainda, que o período de experimentação foi curto, impedindo a expressão total do potencial dos FMA.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, Km 146, BR 290, em Eldorado do Sul, RS.

3.2 Preparo do substrato

Foi utilizado substrato à base de solo, areia e resíduo decomposto de casca de acácia (2:2:1, v:v:v) previamente desinfestado com formaldeído (7%).

O solo empregado no substrato é do tipo Podzólico Vermelho-Escuro (Espírito Santo, 1988), textura franco-argilosa, coletado na EEA, em Eldorado do Sul, RS. A areia é de textura mediana e o resíduo decomposto de casca de acácia é oriundo do depósito da empresa TANAC de Montenegro, RS.

3.2.1 Análise química e física do substrato

O substrato passou por análise química visando a determinação do pH, e teor de matéria orgânica (MO), conforme descrito por Bellé (1990) e análise de macronutrientes (Tabela 1). As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

Para a determinação das propriedades físicas foram analisados: densidade, teor total de sais solúveis, distribuição do tamanho de partículas, porosidade total, espaço de aeração e volume de água disponível, realizado no Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS (Tabela 2).

Conforme recomendação de Rolas (1995), foi realizada correção do pH do substrato com carbonato de cálcio (CaCO_3), até atingir pH 6.

Não foi realizada correção dos níveis nutricionais, que se encontravam satisfatórios.

TABELA 1. Teores de matéria orgânica (M.O.), macronutrientes e pH encontrados no substrato antes da correção.

	pH	M.O. (%)	Fósforo (mg.L⁻¹)	Potássio (mg.L⁻¹)	Cálcio (cmol_c.L⁻¹)	Magnésio (cmol_c.L⁻¹)
Substrato	5,0	5,3	16	118	4,5	2,1

TABELA 2. Caracterização física do substrato.

Du (kg.m ⁻³)	DS (kg.m ⁻³)	MS (g.100g ⁻¹)	TTSS (kg.m ⁻³)	PT (m ³ .m ⁻³)	EA (10) (m ³ .m ⁻³)	AFD (m ³ .m ⁻³)	AD (m ³ .m ⁻³)	AT (m ³ .m ⁻³)	CRA (10) (m ³ .m ⁻³)	CE (1:10) (dS.m ⁻¹)
1215	1068	88	0,32	0,56	0,09	0,27	30	0,03	0,47	<1

D = densidade (**u** = úmida; **s** = seca); **ms** = matéria seca (sólidos);

TTSS = teor total de sais solúveis (como KCl);

PT = porosidade total; **EA** = espaço de aeração;

CRA (10) = capacidade de retenção de água na pressão de sucção de 10 cm;

AFD = água facilmente disponível;

AD = água disponível; **AT** = água tamponante;

CE = condutividade elétrica.

3.3 Porta-enxertos e FMA

Foram utilizados dois porta-enxertos de videira: Palsen (P) 1103 (*Vitis Berlandieri* x *Vitis Rupestris*) e 101-14 Millardet et De Grasset (*Vitis Riparia* x *Vitis Rupestris*), previamente enraizados, e três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA): *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Scutellospora pellucida*.

Os porta-enxertos foram gentilmente cedidos pela EMBRAPA Uva e Vinho de Bento-Gonçalves, RS.

Os inóculos de FMA utilizados nos respectivos tratamentos consistiram de raízes e solo rizosférico (substrato: solo+areia esterilizada) de aveia (*Avena* sp) contendo estruturas dos fungos conforme recomendado por Menge (1984). Foram adicionados 20g de inóculo por planta.

3.3.1 Tratamentos

Os tratamentos testados foram os seguintes:

Fator A : FMA

T - Testemunha

FMA 1 - Inoculação com *Gigaspora margarita* Becker & Hall

FMA 2 - Inoculação com *Glomus clarum* Nicolson e Schenk

FMA 3 - Inoculação com *Scutellospora pellucida* Nicolson e Schenk

Fator B: Porta-Enxertos - PE

PE1 – 101-14 Millardet et De Grasset (*Vitis Riparia* x *Vitis Rupestris*)

PE2 - P1103 Palsen (*Vitis Berlandieri* x *Vitis Rupestris*)

3.4 Inoculação e Desenvolvimento vegetativo

Os barbados (estacas enraizadas) tinham aproximadamente 20 cm de comprimento, 4 gemas, sendo que as 2 gemas centrais haviam sido eliminadas quando colocadas para enraizar, fortalecendo a gema de brotação.

O experimento propriamente dito foi instalado no dia 01.11.00, consistindo do transplante dos barbados para sacos de polietileno preto (5 L) (1 estaca/recipiente) contendo o substrato descrito anteriormente. Em cada recipiente adicionou-se uma camada de 20g de inóculo de FMA, disposta na altura mediana do recipiente. As plantas testemunhas foram transplantadas sem a inoculação com FMA.

3.5 Delineamento experimental

Para análise estatística foi utilizado o Delineamento experimental Blocos Casualizados, com 10 plantas por parcela e quatro repetições, num total de 320 plantas. Foi utilizado o teste Duncan a 5% de probabilidade para comparação das médias.

3.6 Avaliações

Semanalmente eram realizadas medições da brotação.

No dia 06/03/01, após 126 dias de transplantados aos sacos de polietileno, os porta-enxertos foram coletados para as avaliações destrutivas, no momento em que atingiram o ponto de enxertia. Foram lavados com água, colocados em sacos de papel e levados ao Laboratório de Análises do DHS onde foram realizadas as avaliações a seguir.

3.6.1 Avaliação do crescimento

Durante o período do experimento foram realizadas medições semanais do comprimento da brotação, desde a inserção do broto até o meristema apical.

3.6.2 Número de raízes primárias

Foi contado o número de raízes primárias emitidas por cada porta-enxerto. Considerou-se raiz primária, aquela oriunda diretamente da estaca.

3.6.3 Comprimento da brotação

Foi realizada medição do comprimento da brotação, desde a inserção do broto até o meristema apical.

3.6.4 Área foliar

A avaliação da área foliar que foi realizada através de um medidor de área foliar da marca LI-COR, modelo LI-3100.

3.6.5 Número de folhas

Foi realizada a contagem do número de folhas de cada porta-enxerto.

3.6.6 Matérias fresca e seca de raízes e parte aérea

Todas as plantas do experimento tiveram a parte aérea separada das raízes e foram submetidas à análise da matéria fresca através da pesagem (g) da parte aérea e da parte radicular e, após passarem por secagem em estufa a 65°C, até peso constante, foi realizada a pesagem (g) para a obtenção da matéria seca aérea e radicular.

3.6.7 Substâncias de reserva e de nutrientes foliares

Foram coletadas quatro sub-amostras de raízes e de folhas por planta, separadamente;

Após a secagem, o material foi moído em moinho, acoplado a uma peneira de 20 malhas por polegada.

O material moído foi colocado na estufa a 65°C, até peso constante. Com parte do material foi realizada a determinação de substâncias de reserva, adotando-se para a digestão a metodologia descrita por Priestley (1965).

A análise iniciou-se com o aquecimento das amostras, previamente acondicionadas em trouxinhas feitas com tela especial para filtragem de alimentos (1,0 a 1,5g/amostra), em bico de Bunsen, em erlenmeyers de 1 L, contendo uma solução aquosa de 5% de ácido tricloroacético (99%) e 35% de metanol (99,8%), em capela com exaustor, por 8 horas. O volume de líquido foi mantido, adicionando-se água destilada, a partir da 3ª hora de fervura.

Ao término deste procedimento, as amostras foram lavadas com água destilada e colocadas na estufa a 65°C para secar até peso constante. O teor de substâncias de reserva das amostras foi obtido através da diferença de peso das amostras antes e após a digestão.

Foi realizada a determinação de nutrientes foliares, com a outra parte das amostras, processadas, pelo Laboratório de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

3.6.8 Conteúdo nutricional do substrato ao final do experimento

No momento da coleta das plantas, coletou-se o substrato utilizado no experimento para determinação da evolução do conteúdo nutricional do mesmo ao longo do período. Para tanto, misturou-se todo o substrato empregado em um mesmo tratamento, homogeneizou-se e coletaram-se duas amostras por tratamento, que foram encaminhadas ao laboratório de Análises de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

3.6.9 Conteúdo nutricional foliar

Parte das folhas secas e moídas foi submetida a análise de macro e micronutrientes. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

3.6.10 Colonização radicular pelos FMA

Foi avaliada a colonização radicular por FMA, segundo os métodos descritos por Nemeç (1992) e Phyllips & Hayman (1970).

Fragmentos de raízes lavadas foram conservados em solução de F.A.A. (formaldeído a 5%, ácido acético a 5% e álcool etílico a 90%).

Analizaram-se 20 segmentos de raiz de 1cm por tratamento e repetição.

Primeiramente, as raízes foram colocadas em uma solução de KOH durante 10 a 15 minutos, em banho-maria. Após, foram enxaguadas 3 vezes com água destilada e levadas a uma solução de Hipoclorito de Sódio 1%, pH 5 por 10

minutos. Novamente, foram lavadas 3 vezes com água destilada e colocadas no corante Azul de algodão por alguns minutos em banho-maria e, finalmente, lavados com água destilada.

Os segmentos de raízes tingidas foram dispostos em lâminas de vidro. Prepararam-se seis segmentos por lâmina para visualização de hifas, arbúsculos e vesículas. Para tal utilizou-se microscópio óptico com aumento de 250 a 400 vezes.

Para a quantificação de hifas, vesículas e arbúsculos, seguiu-se a classificação descrita por Nemeç (1992), a seguir:

- Hifas: 0= ausência de hifas; 1 = escassa presença de hifas; 2 = moderada presença; 3 = intensa presença.
- Arbúsculos e Vesículas: 0 = ausência de estruturas; 1 = 1 a 50 estruturas; 2 = 51 a 100 estruturas; 3 = mais de 100.

Esta classificação é utilizada para cada segmento de 1 cm de raiz.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do crescimento

A contar do dia da implantação do experimento, até o 40º dia, a velocidade da brotação foi semelhante para todos os tratamentos testados. A partir do 40º dia, o PE 101-14 apresentou uma velocidade de crescimento maior que o P1103.

Todas as espécies de FMA testadas diferiram da testemunha, sendo superiores a esta. Os FMA tiveram um comportamento semelhante dentro de cada PE, seguindo a mesma ordem desde que observadas as primeiras diferenças.

Para os dois PE, *G.clarum* foi a espécie que proporcionou o maior desenvolvimento, seguida por *S.pellucida* e *G.margarita*, sendo a testemunha responsável pelo menor crescimento de cada PE, em relação aos tratamentos com FMA (Figuras 1 e 2).

Observou-se que o PE P1103 é de menor porte que o 101-14, o que justifica um menor crescimento deste.

Souza et al. (1999) verificaram que a inoculação com *G.clarum*, diferentemente do ocorrido neste experimento, foi prejudicial ao PE P1103 micropropagado, sendo a espécie *Scutellospora heterogama* responsável pela tendência das plantas apresentarem maior número de folhas e peso seco de

raízes. Esta variação na resposta obtida em relação a *G.clarum* pode ser explicada pelo tempo transcorrido desde a inoculação dos FMA até o término do experimento, que foram 60 dias apenas, sendo este um tempo considerado curto para a demonstração dos benefícios da simbiose.

Em concordância com o ocorrido neste experimento, *G.clarum* é citada por vários autores como responsável por um melhor crescimento de plantas frutíferas, como confirmam Silva et al. (1999), onde dentre outras espécies de FMA testadas em porta-enxertos de videira 101-14 micropropagado, *G.clarum* mostrou-se mais eficaz, proporcionando um crescimento mais rápido do PE.

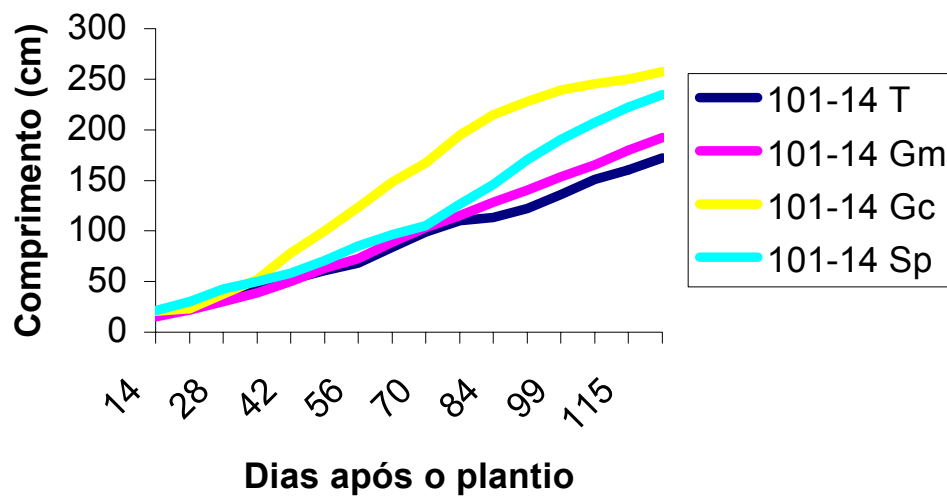


FIGURA 1. Crescimento do porta-enxerto de videira 101-14 inoculado com três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (T: testemunha; Gm: *Gigaspora margarita*; Gc: *Glomus clarum*; Sp: *Scutellospora pellucida*). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2000.

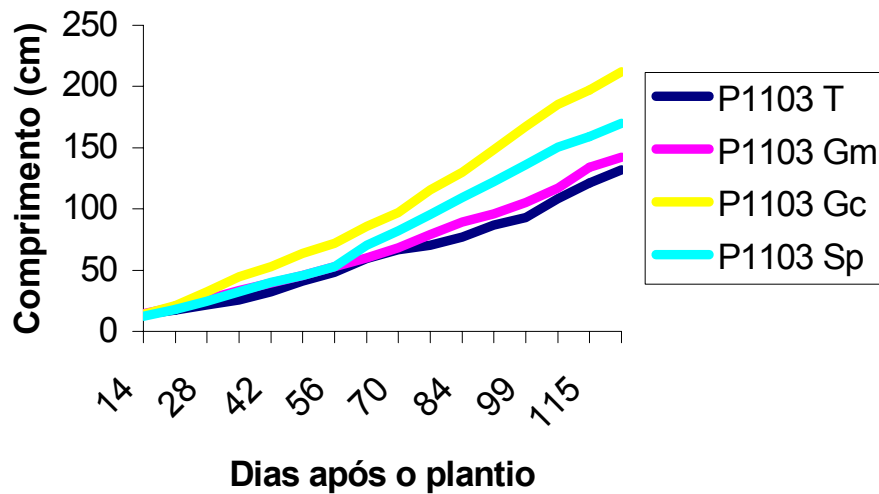


FIGURA 2. Crescimento do porta-enxerto de videira P1103 inoculado com três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (T: testemunha; Gm: *Gigaspora margarita*; Gc: *Glomus clarum*; Sp: *Scutellospora pellucida*). EEA/UFRRGS, Eldorado do Sul, 2000.

Já Büttenbender (2001) verificou que para os PE 101-14 e 420-A , os tratamentos com *G. clarum* não diferiram da testemunha, ou seja, não houve efeito sobre o crescimento. O mesmo autor, inoculando *Scutellospora heterogama* no PE 420-A verificou crescimento significativamente inferior à testemunha, e a mesma espécie inoculada no PE 101-14 mostrou uma tendência de melhorar o crescimento, a partir da última data de avaliação.

G. clarum obteve maior crescimento de plantas de bananeira quando inoculadas com esta espécie (Samarão et al., 2000).

Corrêa et al. (1992) concluíram que a inoculação com *G. clarum* se mostrou efetiva para o desenvolvimento inicial de quatro cultivares de mandioca, provenientes de cultura de meristemas “in vitro”.

Também outras espécies do gênero *Glomus* são responsáveis pelo melhor desenvolvimento de plantas. Silva et al. (1996) obtiveram incremento no desenvolvimento de morangos quando inoculados com *Glomus intraradices*. As plantas tiveram maior crescimento, maior área foliar e número de folhas quando comparadas com as plantas testemunhas.

Petgen et al. (1998) concluíram que a inoculação de *Glomus mosseae* incrementa o desenvolvimento do PE de videira SO4.

G. margarita é citada por Silveira (1999) como sendo uma espécie de maior eficácia quando utilizada para controle biológico. Apesar disto, Samarão & Martins (1999) obtiveram excelente resposta no crescimento de mudas de goiabeira quando inoculadas com *G. margarita*, em comparação com *G. clarum*. Resultado contrário ao obtido neste experimento, onde *G. clarum* foi mais eficiente que *G. margarita*.

Houve incremento no desenvolvimento de mudas de citros inoculadas com *G. gilmorei* e *G. leptotichum* (Cardoso et al., 1986).

4.2 Número de raízes primárias

O número de raízes primárias foi maior nas plantas de 101-14 comparativamente às de P1103 (Tabela 3). Os FMA testados foram eficientes em incrementar o número de raízes primárias, onde *G. clarum* e *S. pellucida* induziram a formação de uma média de 37 e 35 raízes, respectivamente. As plantas inoculadas com *G. margarita* apresentaram um número de raízes primárias intermediário às inoculadas com outras espécies de FMA e a testemunha, mas também superior a esta.

Segundo Souza (1995b), os FMA podem estar envolvidos nos processos hormonais das plantas, interferindo na síntese e translocação de fitormônios e, com isto, aumentando em quantidade a emissão de raízes. Esta afirmação confirmou-se neste experimento, onde os porta-enxertos com FMA tiveram maior estímulo à formação de raízes primárias em relação aos porta-enxertos sem FMA.

TABELA 3. Número de raízes primárias de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Porta-Enxertos	Número de raízes primárias/planta				Médias
	Fungos Micorrízicos Arbusculares				
	Gc	Sp	Gm	T.	
101-14	43,00	39,00	34,00	25,75	35,44 A
P1103	32,25	30,25	25,25	21,50	27,31 B
Médias	37,62 a	34,62 a	29,62 b	23,62 c	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Coeficiente de variação: 10.9%

Em experimento com estacas de laranjeira, observou-se tendência dos FMA proporcionarem melhores resultados em relação ao comprimento e número de raízes (Souza et al., 1995b).

4.3 Comprimento da brotação

O comprimento da brotação foi maior nas plantas do PE 101-14 do que no P1103. As plantas inoculadas com *G. clarum* apresentaram maior comprimento da brotação, seguidas das inoculadas com *S. pellucida* (Tabela 4). Os porta-enxertos inoculados com *G. margarita* não demonstraram diferenças significativas em relação à testemunha (Tabela 4).

Vários trabalhos relatam que plantas micorrizadas apresentam maior altura. Souza (2000) verificou incremento no desenvolvimento vegetativo de plantas de Citrange Carrizo ao serem inoculadas com FMA. Silva et al. (1999) também obtiveram bons resultados no desenvolvimento vegetativo do PE 101-14 quando utilizaram *G.clarum*. Já, Büttenbender (2001) observou que este mesmo PE teve um maior desenvolvimento geral quando inoculado com *Scutellospora heterogama* em comparação com *Glomus clarum* e *Acaulospora scrobiculata*.

TABELA 4. Comprimento dos brotos de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Porta-Enxertos	Comprimento dos brotos (m/planta)				Médias
	Fungos Micorrízicos Arbusculares				
	Gc	Sp	Gm	T.	
101-14	2,57	2,35	1,92	1,72	2,14 A
P1103	2,12	1,70	1,42	1,32	1,64 B
Médias	2,35 a	2,02 b	1,67 c	1,52 c	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Coeficiente de variação: 16.1%

Segundo Cardoso et al. (1986) os FMA afetam significativamente o desenvolvimento de plantas cítricas, nos primeiros meses de crescimento, tendo causado incremento de 500% na altura das plantas.

4.4 Área foliar

O porta-enxerto 101-14 apresentou folhas com 71,9 cm² de área média, maiores em relação ao P1103, que foi de 48,9 cm² (Tabela 5). Dentre os FMA testados, somente *G.clarum* induziu um maior tamanho das folhas em relação à

testemunha (Tabela 5). *S.pellucida* e *G.margarita* induziram a um tamanho de folhas intermediário em relação aos tratamentos anteriores.

Há relato de maior área foliar no PE 101-14 ao ser inoculado com *Scutellospora heterogama*, acompanhado de maior peso da matéria fresca (Büttenbender, 2001).

TABELA 5. Área por folha de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Porta-Enxertos	Área foliar (cm ²)				Médias
	Fungos Micorrízicos Arbusculares				
	Gc	Sp	Gm	T	
101-14	80,00	65,00	73,00	69,50	71,87 A
P1103	54,75	48,75	44,00	48,25	48,94 B
Médias	67,37 a	56,87 ab	58,50 ab	58,87 ab	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Coeficiente de variação: 14.0%

Kumaram & Azizah (1995) verificaram que mudas de goiabeira inoculadas com FMA dos gêneros *Glomus* e *Scutellospora* apresentaram aumento da área foliar em relação às mudas não micorrizadas.

Em geral, logo após a inoculação, algumas espécies de FMA podem atuar como parasitas, consumindo energia proveniente das plantas, sem proporcionar o retorno esperado, na forma de nutrientes e água extraídos do solo ou substrato.

Nesta questão, espera-se que plantas inoculadas com FMA tenham maior área foliar e conseqüentemente, maior taxa fotossintética, pois têm parte dos fotoassimilados translocados para os FMA, portanto a taxa fotossintética tende a

ser maior, já que o micélio externo dos FMA absorve e transloca água e nutrientes para a planta, proporcionando maior desenvolvimento vegetativo, compensando o gasto energético da planta inoculada.

4.5 Número de folhas

Apesar das diferenças verificadas no comportamento das brotações, o número de folhas foi semelhante entre os dois porta-enxertos estudados (Tabela 6), indicando que o PE 101-14 apresenta entrenós maiores que o P1103.

Com relação às espécies de FMA, todas foram eficazes em incrementar o número de folhas/planta, porém diferindo entre si, onde *G. clarum* proporcionou um maior número de folhas, seguido pelos inoculados com *S. pellucida* e por *G. margarita*.

Este incremento no número de folhas associado a folhas maiores proporcionado principalmente por *G. clarum*, permite inferir que as plantas têm um maior potencial para realizar fotossíntese, em virtude da maior área/planta.

Souza et al. (1999) e Silva et al. (1999) também verificaram maior número de folhas no PE 101-14 quando inoculado com uma espécie do gênero *Scutellospora*, concordando com o presente resultado, onde *S. pellucida* foi a segunda melhor espécie na promoção de número de folhas.

Souza et al. (1999) verificaram uma tendência do PE P1103 micropropagado e inoculado com *S. heterogama* na fase de aclimatização, a apresentarem um maior número de folhas. Já a inoculação com *G. clarum* foi prejudicial, discordando dos atuais resultados.

TABELA 6. Número de folhas por planta de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*,

Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Número de folhas/planta					
Porta-Enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	Gc	Sp	Gm	T	
101-14	51,50	48,50	34,25	24,75	39,75 A
P1103	55,75	41,75	38,50	34,50	42,62 A
Número de folhas por planta de porta-enxertos de videira (<i>Vitis</i> sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: <i>Glomus clarum</i> , Sp: <i>Scutellospora pellucida</i> e Gm: <i>Gigaspora margarita</i> e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001. continuação					
Médias	53,62 a	45,12 b	36,37 c	29,62 d	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Coefficiente de variação: 15.4%

4.6 Matérias fresca e seca da parte aérea

A matéria fresca da parte aérea foi semelhante entre os dois porta-enxertos estudados (Tabela 7). Os porta-enxertos tiveram maior peso de matéria fresca aérea quando submetidos ao tratamento com *G. clarum*, o qual é significativamente diferente dos demais. Estes não diferiram significativamente entre si.

Büttenbender (2001) observou indução a maior peso fresco aéreo no PE 101-14 quando inoculado com *S. heterogama*.

Trindade et al. (2001) observaram grande incremento de matéria seca da parte aérea em plantas de variedades de mamoeiro inoculadas com *G. clarum* e *G. margarita*.

À semelhança do ocorrido para matéria fresca aérea, a matéria seca também não diferiu entre as duas cultivares de PE estudadas (Tabela 8).

Dentre os FMA testados, *G. clarum* proporcionou maior conteúdo de matéria seca aérea seguida de *S. pellucida*. As plantas inoculadas com *G. margarita* não diferiram da testemunha para este parâmetro de avaliação.

Para Silva et al. (1999), o PE 101-14 micropropagado teve maior número de folhas quando inoculado com *S. heterogama*, e *G. clarum* mostrou-se a espécie mais eficaz nos parâmetros gerais utilizados na avaliação.

TABELA 7.: Peso da matéria fresca aérea de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Matéria fresca aérea (g/planta)					
Porta-Enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	Gc	Sp	Gm	T	
101-14	38,82	34,39	33,65	28,02	33,72 A
P1103	44,34	30,52	29,45	29,87	33,55 A
Médias	41,58 a	32,46 b	31,55 b	28,95 b	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Coeficiente de variação: 21.1%

TABELA 8.: Peso da matéria seca aérea de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Matéria seca aérea (g/planta)					
Porta-Enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	Gc	Sp	Gm	T	
101-14	13,20	11,62	9,75	9,60	10,94 A
P1103	13,75	10,22	7,22	8,30	9,87 A
Médias	13,27 a	10,92 b	8,48 c	8,95 c	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Coeficiente de variação: 17.2%

Martins & Cruz (2001) demonstraram que a presença de FMA (*G. etunicatum*) aumentou a matéria seca de plantas de milho.

Em plantas cítricas, nos primeiros meses de crescimento, os FMA podem causar incrementos de 1.680% na produção de matéria seca da parte aérea da planta (Cardoso et al., 1986).

4.7 Matérias fresca e seca radicular

Como consequência do número de raízes, as matérias fresca (Tabela 9) e seca (Tabela 10) de raízes foram maiores nas plantas do PE 101-14, comparativamente às do P1103.

Por sua vez, os FMA testados não diferiram significativamente das plantas testemunhas para estes parâmetros, apesar da tendência de *G.clarum* de proporcionar maior valor absoluto.

Segundo Silveira (1999), isto é esperado, pois no processo de coleta do experimento, algumas raízes ficam presas ao substrato e durante a lavagem da parte radicular há perda de raízes e hifas micorrízicas.

Silva et al. (1999) obtiveram maior peso seco de raízes no PE 101-14 micropropagado quando utilizaram *S. heterogama*. *G.clarum* foi bastante eficaz no desenvolvimento em geral, comprovando novamente que os benefícios oriundos da simbiose dependem da espécie e isolado de FMA utilizada.

TABELA 9. Peso da matéria fresca radicular de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Matéria fresca radicular (g/planta)					
Porta-Enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	<i>Gc</i>	<i>Sp</i>	<i>Gm</i>	T	
101-14	26,14	21,72	18,15	18,77	21,19 A
P1103	16,97	8,20	14,62	11,75	12,88 B
Médias	21,56 a	15,53 a	16,38 a	15,26 a	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Coefficiente de variação: 35.1%

Büttenbender (2001) verificou tendência de aumento de peso radicular do PE 101-14 quando inoculado com FMA, inclusive *G. clarum*.

Souza et al. (1999) obtiveram as melhores respostas quanto a peso de raízes na utilização de *Scutellospora heterogama* em PE P1103. Já, o mesmo PE foi prejudicado quando utilizada a espécie *G. clarum*.

TABELA 10. Peso da matéria seca radicular de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: *Gc*: *Glomus clarum*, *Sp*: *Scutellospora pellucida* e *Gm*: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Matéria seca radicular (g/planta)					
Porta-Enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	<i>Gc</i>	<i>Sp</i>	<i>Gm</i>	T	
101-14	12,85	13,60	8,92	9,87	11,31 A
P1103	7,80	3,52	5,42	5,90	5,66 B
Médias	10,32 a	8,56 a	7,17 a	7,88 a	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Coefficiente de variação: 36.1%

Esta diferença pode ser explicada pelo número de dias em que os PE ficaram em contato com os FMA, pois algumas espécies podem precisar de um maior tempo de adaptação para se mostrarem eficientes.

4.8 Substâncias de reserva aérea e radicular

O conteúdo em substâncias de reserva tanto na parte aérea (Tabela 11) como nas raízes (Tabela 12) foi semelhante para as duas cultivares de PE estudadas.

Por sua vez, as plantas inoculadas com *G.clarum* apresentaram maior conteúdo de reservas na parte aérea em relação à testemunha e às plantas inoculadas com *G.margarita*. As plantas inoculadas com *S.pellucida* apresentaram conteúdo intermediário a estas.

No sistema radicular, em valores absolutos, o comportamento foi semelhante. Porém, não houve variação significativa entre os FMA e a testemunha.

TABELA 11. Substâncias de reserva aérea em porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Porta-Enxertos	Substâncias de reserva aérea (%/planta)				Médias
	Fungos Micorrízicos Arbusculares				
	Gc	Sp	Gm	T	
101-14	17,50	15,40	14,42	14,57	15,47 A
P1103	17,50	16,25	13,90	13,85	15,40 A
Médias	17,50 a	15,87 ab	14,16 b	14,21 b	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Coeficiente de variação: 15.9%

Büttenbender (2001), trabalhando com os PE 420-A e 101-14 não observou diferenças significativas nos teores de substâncias de reservas da partes aérea e

radicular, talvez devido ao curto período de avaliação (90 dias). No presente estudo, o período foi maior, permitindo uma maior expressão do potencial do FMA.

Silveira (1999) obteve incremento nos teores de substâncias de reservas em plantas de abacateiro inoculadas com FMA.

Foi realizada análise de correlação entre substâncias de reserva de raízes e parte aérea e não houve significância estatística.

Tabela 12. Substâncias de reserva radiculares de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares: Gc: *Glomus clarum*, Sp: *Scutellospora pellucida* e Gm: *Gigaspora margarita* e T: testemunha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Porta-Enxertos	Substâncias de reserva radiculares (%/planta)				Médias
	Gc	Sp	Gm	T	
101-14	28,82	28,02	25,72	27,02	27,40 A
P1103	34,25	33,20	25,75	27,49	30,17 A
Médias	31,53 a	30,61 a	25,73 a	27,26 a	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Coefficiente de variação: 18.3%

4.9 Conteúdo nutricional do substrato ao final do experimento

A Tabela 13 mostra que houve diminuição de praticamente 50% na M.O. do substrato, em todos os tratamentos, ao final do experimento, quando comparada ao conteúdo de M.O. no momento da instalação do experimento (Tabela 1).

Também, verificou-se redução dos níveis de P e K em alguns tratamentos, sendo que no momento da instalação do experimento o substrato estava com 16

mg.L⁻¹ de P e 118 mg.L⁻¹ de K, explicado pelo maior desenvolvimento vegetativo das plantas.

A redução no conteúdo nutricional era esperada em função da decomposição da M.O. com o tempo, aliada à absorção dos nutrientes pelas plantas e sua lixiviação.

Em alguns tratamentos, como as plantas testemunhas do 101-14 e as plantas de P1103 inoculadas com *G.margarita* não houve alterações nos conteúdos de alguns nutrientes do substrato, como o caso do P e do K (Tabela 13). Este comportamento pode ser explicado pelo menor crescimento das plantas, tendo absorvido menor quantidades destes nutrientes.

Em geral, a presença de FMA proporciona que as plantas desenvolvam-se perfeitamente em substratos com baixo conteúdo em P, pela facilidade que os FMA têm em absorver e fornecer nutrientes que, em princípio, estavam indisponíveis à planta, principalmente o P (An et al., 1993).

Houve manutenção dos níveis de Ca e Mg (Tabela 13) talvez devido a aplicação de calcáreo como corretivo ao início do experimento.

TABELA 13. Níveis dos macronutrientes encontrados no substrato após o término do experimento.

Tratamentos	Macronutrientes					PH
	M.O. (%)	P (mg.L ⁻¹)	K (mg.L ⁻¹)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)	
101-14 Gcl	2,8	8,3	82	4,8	2,1	5,8
101-14 Sp	2,5	8,9	102	4,6	2,1	5,5
101-14 Gm	2,5	12,0	80	5,0	2,0	5,5
101-14 T	2,4	20,0	139	6,7	3,0	6,1
P1103 Gcl	2,8	7,0	65	5,4	3,0	5,7
P1103 Sp	2,7	12,0	109	5,3	2,4	5,7
P1103 Gm	2,6	12,0	144	4,9	2,1	5,5
P1103 T	2,3	11,0	108	5,1	2,4	5,7

O pH do substrato, que inicialmente foi corrigido para 6,0, apenas sofreu uma leve diminuição ao longo do período de cultivo; em todos os tratamentos manteve-se dentro da faixa ideal para videira (5,5 a 6,5).

4.10 Conteúdo nutricional foliar

Os FMA testados não alteraram o conteúdo nutricional em P, K e Mg da parte aérea do PE 101-14 (Tabela 14).

Porém, quando inoculados no PE P1103 incrementaram os conteúdos de P e Mg, principalmente quando inoculados com *G.clarum*. O conteúdo em K tampouco foi alterado pelos FMA neste PE.

Assim como ocorrido para o PE P1103, neste experimento, Karagiannidis et al. (1995) observaram incremento na concentração de P e Mn em PE de videira.

Foi realizada análise de correlação entre nutrientes em teor e total absorvido e não houve significância estatística.

TABELA 14. Conteúdo nutricional em macronutrientes (%) da parte aérea dos porta-enxertos de videira (*Vitis* sp) 101-14 e P1103, inoculados com diferentes fungos micorrízicos arbusculares: *Glomus clarum*, *Scutellospora pellucida* e *Gigaspora margarita*. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul. 2000.

Nutriente %	FMA	Porta-Enxertos	
		101-14	P1103
N	<i>G. clarum</i>	1,75 b	1,55 a
	<i>S. pellucida</i>	2,45 a	1,80 a
	<i>G. margarita</i>	2,55 a	2,00 a
	Testemunha	2,35 a	2,05 a
P	<i>G. clarum</i>	0,28 a	0,43 a
	<i>S. pellucida</i>	0,29 a	0,34 b
	<i>G. margarita</i>	0,21 a	0,29 bc
	Testemunha	0,25 a	0,25 c
K	<i>G. clarum</i>	1,85 a	2,15 a
	<i>S. pellucida</i>	2,05 a	1,95 a
	<i>G. margarita</i>	1,85 a	2,15 a

	Testemunha	1,60 a	1,95 a
Ca	<i>G. clarum</i>	1,20 b	1,55 a
	<i>S. pellucida</i>	1,35 ab	1,40 ab
	<i>G. margarita</i>	1,35 ab	1,25 b
	Testemunha	1,50 a	1,25 b
Mg	<i>G. clarum</i>	0,25 a	0,34 a
	<i>S. pellucida</i>	0,26 a	0,32 ab
	<i>G. margarita</i>	0,24 a	0,31 ab
	Testemunha	0,23 a	0,29 b

* Médias seguidas de letra diferente, na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os níveis de P foram incrementados por *G. clarum* quando inoculado em Trevo Vesiculoso (Pessoa et al., 1997) e também em Capim-Pensacola inoculado por FMA (Rheinheimer & Kaminski, 1995).

Quanto ao K, mudas de Citrange Carrizo inoculadas com FMA não tiveram os níveis de K alterados, dependendo do substrato utilizado, mas houve incremento nos níveis de N e P (Souza et al., 1998).

TABELA 15. Conteúdo nutricional em micronutrientes (mg/kg) da parte aérea dos porta-enxertos de videira (*Vitis* sp) 101-14 e P1103, inoculados com diferentes fungos micorrízicos arbusculares: *Glomus clarum*, *Scutellospora pellucida* e *Gigaspora margarita*. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul. 2000.

Nutriente (mg/Kg)	FMA	Porta-Enxertos	
		101-14	P1103
Cu	<i>G. clarum</i>	10,0 a	9,0 a
	<i>S. pellucida</i>	9,5 a	9,0 a
	<i>G. margarita</i>	8,5 a	9,5 a
	Testemunha	8,5 a	10,0 a
Zn	<i>G. clarum</i>	83,5 a	107,0a
	<i>S. pellucida</i>	57,0 b	64,0 c
	<i>G. margarita</i>	92,0 a	82,0 b
	Testemunha	47,5 c	61,5 c
Fe	<i>G. clarum</i>	0,01 d	525,0 b
	<i>S. pellucida</i>	672,5 a	696,5 a
	<i>G. margarita</i>	423,5 b	414,50 c
	Testemunha	192,5 c	0,01 d

Mn			
	<i>G. clarum</i>	276,0 b	274,0 ab
	<i>S. pellucida</i>	239,0 b	181,5 c
	<i>G. margarita</i>	399,5 a	248,0 b
	Testemunha	239,5 b	288,0 a

- Médias seguidas de letra diferente, na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Petgen et al. (1998) verificaram incremento na concentração de Zn, P e Cu no porta enxerto de videira SO4 inoculado com a espécie *Glomus mosseae*.

O conteúdo em N da parte aérea somente foi alterado negativamente nas plantas de 101-14 inoculadas com *G. clarum*, talvez por um efeito de diluição nos tecidos, consequência do maior crescimento das plantas. Este efeito de diluição foi verificado em feijoeiro para P e Zn (Rocha et al., 1993).

Experimentos com as mais diversas culturas mostram a importância dos FMA na absorção de nutrientes. Obteve-se incremento na concentração de N, P e K em plantas de abacateiro (Vidal et al., 1992), confirmado novamente por Silveira (1999) que observou incremento nas concentrações de N, P, K, Cu e Zn em plantas de abacateiro inoculadas com *G. clarum*, além de incremento em K quando inoculadas com *G. margarita* e Ca, Mg e Mn quando inoculadas com outros FMA, tendo os conteúdos de Fe semelhantes à Testemunha.

G. clarum induziu a um maior teor de Ca nas plantas de 1103, porém promoveu uma redução deste nas plantas de 101-14. Os demais FMA não alteraram este nutriente, concordando com outros autores ao trabalharem com videira (Karagiannidis et al., 1995).

O Cu não sofreu alterações nos tecidos das plantas de ambos PE estudados (Tabela 15), diferentemente de outros autores que obtiveram aumento deste nutriente em feijoeiro inoculado com FMA (Rocha et al., 1993).

Os FMA incrementaram os teores de Zn nos tecidos de ambos PE, principalmente naqueles inoculados com *G.clarum* e *G.margarita*. O Zn é necessário na formação das auxinas, para alongamento dos entre-nós, na formação dos cloroplastos e do amido e essencial ao desenvolvimento normal das folhas, à elongação dos brotos, ao desenvolvimento do pólen e no completo desenvolvimento das bagas.

Normalmente os fungicidas ditiocarbamatos utilizados em viticultura, contém Zn em sua formulação, sendo raros os casos de deficiência.

Os FMA também incrementaram os teores de Fe nos PE, porém por algum problema de análise, a concentração deste nutriente foi incipiente nas plantas de 101-14 inoculadas com *G.clarum* e nas testemunhas de P1103, prejudicando a discussão sobre este nutriente.

O conteúdo em Mn foi incrementado nas plantas de 101-14 inoculadas com *G.margarita*. Os demais FMA não alteraram a concentração deste nutriente neste PE. Já no PE 1103 os FMA proporcionaram uma redução na concentração da parte aérea de Mn. Rocha et al. (1993) descrevem sobre os níveis de Mn em plantas de feijoeiro inoculadas com FMA, chegando este nutriente, inclusive a níveis tóxicos, o que demonstra a possibilidade de contribuição destes simbiontes na absorção de Mn entre outros nutrientes.

Souza (2000), à semelhança do ocorrido neste trabalho, obteve efeito positivo dos FMA sobre o acúmulo de P por plantas de Citrange Carrizo, enfatizando a importância da presença do micélio externo dos FMA, o qual contribui na absorção de nutrientes de difusão lenta. Também, obteve incremento

de Zn e Cu e decréscimo dos níveis de Ca, Mg, Fe e Mn, sendo N e K sem diferença significativa em relação à testemunha.

Ezeta & Santos (1981) citam a contribuição de *G.margarita* na absorção total de nutrientes em cacauzeiro, chegando a ser duas vezes maior que com outros FMA.

Neste experimento fica evidente a influência da cultivar e das espécies de FMA sobre a eficiência da simbiose e, portanto da absorção nutricional e desenvolvimento das plantas. Observou-se também, que os níveis dos nutrientes estiveram em números parecidos para os dois PE, com os níveis da maioria dos nutrientes atingindo aproximadamente a mesma média dentro dos tratamentos de cada PE, com exceção do N, P e Mg. O N apareceu em níveis mais altos nos tratamentos do PE 101-14 do que no P1103. O P foi parecido nos dois PE, com tendência a ser em maior quantidade no PE 101-14 e o Mg tendeu a aparecer em menores teores no PE 101-14. Pode-se concluir que se trata de características particulares de cada espécie a maior ou menor absorção de nutrientes.

4.11 Colonização radicular pelos FMA

As três espécies testadas colonizaram as raízes de videira (Tabela 16), porém *G.clarum* o fez em maior intensidade que *G.margarita*. No PE 101-14 a percentagem de colonização foi de 86% para *G.clarum*, 76% para *S.pellucida* e 70% para *G.margarita* e no PE P1103 houve esta mesma ordem, com *G.clarum* proporcionando a maior colonização.

No tocante à presença de hifas intrarradiculares, para todas espécies de FMA o índice de presença de hifas esteve entre 1,2 a 1,5; valores considerados como de moderada presença de hifas.

Em todos os tratamentos com FMA houve presença de mais de 50 arbúsculos por segmento avaliado, sendo que *G.clarum* foi a espécie que proporcionou o maior número de arbúsculos. O maior número de arbúsculos

significa maior presença de pontos de troca entre planta e FMA, possibilitando maior fornecimento de nutrientes e água para a planta, o que, associado à maior colonização, justifica a maior eficácia desta espécie em relação às demais experimentadas.

Quanto à formação de vesículas, apenas foram encontradas nas plantas inoculadas com *G.clarum*, sendo observadas mais de 100 delas em segmentos de 1cm de raiz do PE 101-14. Isto é justificável, pois dentre as espécies testadas, apenas as pertencentes ao gênero *Glomus* formam vesículas, havendo grande quantidade de formação destas estruturas (Silveira, 1999).

Observou-se pequena contaminação nas plantas testemunhas, provavelmente devido a proximidade das plantas inoculadas. No entanto, esta incipiente presença não afetou nos resultados, sendo, inclusive, considerada normal em outros estudos. Silveira (1999) também obteve pequena contaminação em estudo realizado com mudas de abacateiro inoculadas com diferentes FMA, considerando normal e sem efeito prejudicial para as conclusões do trabalho.

Neste experimento, *G.clarum* e *S.pellucida* foram as espécies que proporcionaram os melhores resultados. A atuação dos FMA depende de vários fatores e entre eles está a adaptação de determinada espécie a cultura ou cultivar.

Segundo Siqueira & Colozzi-Filho (1986) há referências de que espécies de *Glomus* possuem baixa tolerância ao pH ácido ou então são indiferentes ao pH. Lopes et al. (1983) afirmam que as espécies de *Glomus* são encontradas em solos

neutros ou alcalinos, e dificilmente formam micorrizas em solos ácidos e numa concentração de P acima de 12 mg/Kg.

Os resultados obtidos concordam quanto a baixa tolerância a pH ácidos, já que o substrato utilizado tinha pH 6 e, na coleta do experimento, havia diminuído para 5,7 e 5,8.

G. margarita apresentou resultados inferiores às outras duas espécies, sendo que é citada como espécie com melhor atuação em solos ou substratos ácidos.

Siqueira & Franco (1988), estudando a ocorrência de FMA em agro e ecossistemas, relataram a tendência a ocorrerem espécies de *Gigasporas* em faixa ampla de pH e em baixa concentração de P disponível.

TABELA 16. Colonização radicular com estruturas de três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum*, *Scutellospora pellucida* e *Gigaspora margarita*) em dois porta-enxertos de videira. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

FMA	Estruturas dos FMA	Porta-Enxertos	
		101-14	P1103
1) Colonização ⁽¹⁾	<i>G. clarum</i>	86,0 a	87,0 a
	<i>S. pellucida</i>	76,0 b	78,0 ab
	<i>G. margarita</i>	70,0 b	72,0 b
	Testemunha	3,00 c	2,0 c
Hifas ⁽²⁾	<i>G. clarum</i>	1,25 a	1,45 a
	<i>S. pellucida</i>	1,20 a	1,25 a
	<i>G. margarita</i>	1,50 a	1,47 a
	Testemunha	0,1 b	0 b
Arbúsculos ⁽³⁾	<i>G. clarum</i>	1,90 a	1,75 a
	<i>S. pellucida</i>	1,20 b	1,35 b
	<i>G. margarita</i>	1,20 b	1,10 c
	Testemunha	0 c	0 d
Vesículas ⁽⁴⁾	<i>G. clarum</i>	2,15	1,90
	<i>S. pellucida</i>	-	-
	<i>G. margarita</i>	-	-
	Testemunha	0	0

- (1) Porcentagem de colonização de raízes por FMA = divisão do número de segmentos de raízes colonizadas (hifas, arbúsculos ou vesículas) pelo número total de segmentos de raízes observadas.
- (2) Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemeç (1992):
0 = inexistência de hifas de FMA; 1 = escasso desenvolvimento de hifas de FMA; 2 = desenvolvimento moderado de hifas de FMA; 3 = intenso desenvolvimento de hifas de FMA.
- (3) Índice de presença de arbúsculos de FMA, segundo Nemeç (1992):
0 = inexistência de arbúsculo no segmento de raiz; 1 = presença de 1 a 50 arbúsculos por segmento de raiz; 2 = presença de 51 a 100 arbúsculos por segmento de raiz; 3 = presença de mais de 100 arbúsculos por segmento de raiz.
- (4) Índice de presença de vesículas de FMA, segundo Nemeç (1992):
0 = inexistência de vesículas no segmento de raiz; 1 = presença de uma a 50 vesículas no segmento de raiz; 2 = presença de 51 a 100 vesículas no segmento de raiz; 3 = presença de mais de 100 vesículas no segmento de raiz.

Matos & Silva (1996) obtiveram respostas em plantas de abacaxi micropropagado apenas 6 meses após a inoculação, onde as plantas inoculadas com *G.clarum* e *G.margarita* tiveram maior desenvolvimento do que as plantas testemunhas e 12 meses depois, as plantas estavam com maior tamanho, maior número de brotações novas e maior acúmulo de P e K.

Quanto à utilização de insumos, Trindade et al. (2001) concluíram que a inoculação de FMA em variedades de mamão reduz em até sete vezes a necessidade de P no solo, para se atingir a máxima produção de parte aérea.

Esta informação supõe que, com o passar do tempo, as plantas micorrizadas podem ter seus benefícios aumentados.

No que diz respeito a FMA em videiras, Deal et al. (1971) já faziam levantamentos sobre a presença de FMA s, as quais eram mais vigorosas que outras com menor porcentagem de colonização micorrízica, sugerindo a necessidade desta simbiose para o crescimento normal das plantas.

5. CONCLUSÕES

Através dos dados apresentados neste experimento, conclui-se que:

Os FMA influenciam o desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de videira; porém esta influência é variável com o PE e com a espécie de FMA.

Glomus clarum e *Scutellospora pellucida* favorecem mais intensamente o desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos de videira 101-14 e P1103 além de proporcionar maior acúmulo de reservas e nutrientes nos tecidos foliares destes PE.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. Factores influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.35, p.125-150, 1991.

AGOSTINI, S; BÜTTENBENDER, D. ; SOUZA, P. V. DE. Antecipação da colheita e obtenção de duas safras da videira cv. Niagara Rosada na Depressão Central do R.S. In: VITICULTURE AND ENOLOGY LATIN-AMERICAN CONGRESS, 8., 2001, Montevideo. **Resumos...** Montevideo, 2001. Não paginada.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4. ed. New York, John Wiley & Sons: 1996. 869p.

ALLEN, M. F.; MOORE Jr., T. S.; CHRISTENSEN, M. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Cytokinin increases in the host plant. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 58, p. 371-374, 1980.

AN, Z. Q.; SHEN, T.; WANG, H. G. Mycorrhizal fungi in relation to growth and mineral nutrition of apple seedlings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.54, p.275-285, 1993.

ANTONIOLLI, Z. I.; KAMINSKI, J. Micorrizas - Revisão Bibliográfica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 21, n 3, p. 441-445, 1991.

ATLAS, R. M.; BARTHA, R. **Microbial Ecology**: fundamentals and applications. 4 ed. Massachusetts: The Benjamin Cummings , 1998. p. 60-98, 174-217 .

BAREA, J. M.; AZCON-AGUILAR, C. Production of plant-regulating substances by vesicular- arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v 43, p. 810-813, 1982.

BAREA, J. M.; AZCON-AGUILAR, C.; AZCON, R. Vesicular-arbuscular mycorrhiza improve both symbiotic N₂ fixation and N uptake from soils assessed with a ¹⁵N

technique under field conditions. **New phytologist**, Cambridge, v. 106, p.17-725, 1987.

BÜTTENBENDER, D. **Utilização de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Porta-Enxertos de Videira**. Porto Alegre, 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

CAMARGO, U. A. **Uvas do Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1994. 90p (EMBRAPA-CNPUV. Documentos 9).

CARDOSO, E. J. B. N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A. P. D. da. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n. 1, p.25-30, 1986.

COLOZZI FILHO, A.; SIQUEIRA, J. O. Micorrizas vesiculo-arbusculares em mudas de cafeeiro. *In*: Efeitos de *Gigaspora margarita* e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 199-205, 1986.

CORRÊA, N. de J. C.; PINTO, C. A. B. P.; OLIVEIRA, E.de. Comportamento de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em presença do fungo micorrízico *Glomus clarum* Nicolson & Shenck e dosagens de fósforo. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, n.4, p.467-474, 1992.

CRESS, W. A.; THRONEBERRY, G. O.; LINDSEY, D. L. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and non-mycorrhizal tomato roots. **Plant Physiology**, Washington, v. 64, p.484-487, 1979.

DEAL, D. R.; BOOTHROYD, C. W.; MAI, W. F. Replanting of vineyards and its relationship to vesicular-arbuscular mycorrhiza. **Phytopathology**, St. Paul, v 62, p. 172-175, 1971.

DEAL, D. R.; BOOTHROYD, C.W.; MAY, W. F. Replanting of vineyards and its relationship to vesicular mycorrhiza. **Phytopatology**, St. Paul, 62, p.172-175, 1972.

DIXON, R. K.; GARRETT, H. E. ; COX, G. S. Cytokinins in the root pressure exudate of *Citrus jambhiri* Lush. Colonized by vesicular-arbuscular mycorrhizae. **Plant physiology**, Washington, v.4, p.9-18, 1988.

ESPIRITO SANTO, F. R. C. DO. **Distribuição dos óxidos de ferro em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1988. 141 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

EZETA, F. N.; SANTOS, O. M. Importância da endomicorriza na nutrição mineral do cacauzeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, p. 22-27, 1981.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1995. 179p.

GARRETT, S. D. **Biology of root-infecting fungi**. London: Cambridge University Press, 1956. 239p.

GENDIAH, H. M. Stimulating root growth of grape hardwood cuttings by using endomycorrhizal fungi. **Annals of Agricultural Science**, Moshtohor, v.29, n.4, p.1713-1723, 1991.

GERDEMANN, J. W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. **Annual Review of phytopathology**, Palo Alto, v.6, p.397-418, 1968.

GEROLA, A. A. F. **Colonização e diversidade de Fungos micorrízicos arbusculares em videiras da Região de Marialva, Paraná**. Maringá, 1998, 67f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

HARDIE, K.; LEYTON, L. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and water relations of red clover. I. In phosphate deficient soil. **New Phytologist**, Oxford, v.89, p.599-608, 1981.

HO, I. Phytosteroids in root systems of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Zea mays* L. **Nature**, London, v.40, p.476-478, 1977.

JAIME-VEGA, M. C. J.; AZCÓN, R. Responses of some tropical and subtropical cultures to endomycorrhizal fungi. **Mycorrhiza**, [S.l.], v.5, p.213-217, 1995.

KARAGIANNIDIS, N.; NIKOLAOU, N.; MATTHEOU, A. Wirkung dreier VA-Mykorrhizapilze auf Ertrag und Nährstoffaufnahme von drei Unterlagen und einer Tafeltraubensorte. **Vitis**, Siebeldingen, v.34, n.2, p.85-89, 1995.

KRISHNA, K. R.; SURESH, H. M.; SYAMSUNDER, J. Changes in the leaves of finger millet due to VA mycorrhizal infection. **New Phytologist**, Oxford, v.87, p.717-722, 1981.

KUHN, G. B. *et al.* **O cultivo da videira: informações básicas**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 1996. 60p (EMBRAPA-CNPV. Circular Técnica, 10).

KUMARAN, S.; AZIZAH, H. C. Influence of biological soil conditioner on mycorrhizal versus non-mycorrhizal guava seedlings. **Tropical Agriculture**, Surrey, v.72, n.1, p.39-43, 1995.

LARANJEIRA, D. Situação atual do controle biológico de *Fusarium* spp. In: REUNIÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS, 7., 2001, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: [s.n.], 2001. p.37-43.

LI, XIAO-LIN; MARSCHNER, H.; GEORGE, E. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. **Plant and Soil**, The Hague, v. 136, p. 49-57, 1991.

LINDERMAN, R. G. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. In: SYMPODIUM OF A SPONSORED OF AMERICA, Denner, 1991. **Proceedings: Mycorrhizae en Sustainable Agriculture**. Madison: American Society Of Agronomy: Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1992. p.45-71.

LOPES, E. S.; SIQUEIRA, J. O.; ZAMBOLIM, J. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v 7, p. 1-19, 1983.

LOVATO, P.; GUILLEMIN, J.P.; GIANINAZZI, S. Application of commercial arbuscular endomycorrhizal fungal inoculants to the establishment of micropropagated grapevine rootstock and pineapple plants. **Agronomie**, Paris, v.12, p.873-880, 1992.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. In: ROBSON, A. D.; ABBOTT, L.K. E MALAJCZUK (eds), **Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry**, Kluwer. Printed in the Netherlands, 1994, p.89-102.

MARTINS, M.A.; CRUZ, A.F. The Role of the external mycelial network of arbuscular mycorrhizal fungi: III. a study of nitrogen transfer between plants interconnected by a common mycelium. **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.29, n.4, p.234-239, 2001.

MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R. de. Effect of inoculation by arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated pineapple plants. **Fruits**, Paris, vol.51, p.115-118, 1996.

MELLO, L. M. R. de. **Mercado Brasileiro de uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 2000. 3p (EMBRAPA-CNPV. Instrução Técnica, 001).

MENGE, J. A. Inoculum production. In: POWEL, C.L.; BAGYARAJ, D.J. (Eds.) **VA mycorrhiza**. Boca Raton: CRC Press, 1984. p.187-203.

MOSSE, B. Growth and chemical composition of mycorrhizal and non-mycorrhizal apples. **Nature**, London, v.179, p. 922-924, 1957.

MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. IV. In soil given additional phosphate. **New Phytologist**, Oxford, v.72, p.127-136, 1973.

NEMEC, S. *Glomus intraradix* effects on citrus roostock seedling growth in various potting media. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.118, p.315-323, 1992.

PESSOA, A. C. dos S.; ANTONIOLLI, Z. I.; DELLA-JUSTINA, M. E. Fungos micorrízicos nativos e *Glomus clarum* no rendimento de trevo vesiculoso cultivado em condições naturais e modificadas pela clagem e aplicação de fósforo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.61-66, 1997.

PETGEN, M; SCHOROPP, A; GEORGE, E. Einfluss unterschiedlicher inokulationstiefen mit dem arbuskulären mykorrhizapilz *Glomus mosseae* auf die mykorrhizierung bei Reben (*Vitis* sp.) in Wurzelbeobachtungskästen. **Vitis**, Siebeldingen, v.37, n.3, p.99-105, 1998.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions British Mycology Society**, Cambridge, v. 55, p. 158-161, 1970.

PRIESTLEY, G. A. New method for the estimation of the resources of apple trees. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 16, p. 717-721, 1965.

RAYNER, M. C. Mycorrhiza. **An account of non-pathogenic infection by fungi in vascular plants and bryophytes**. London: Wheldon & Wesley, 1927. 246p.

RAPPARINI, F.; BARALDI, R.; BERTAZZA, G. Vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation of micropropagated fruit trees. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.69, p.1101-1109, 1994.

REGINA, M. de A.; SOUZA, C. R. de.; SILVA, T. das G. A propagação da videira. In: Viticultura Tropical. **Informe Agropecuário**, Viçosa, M.G., v.19, p. 20-27, 1998.

RHEINHEIMER, D. dos S.; KAMINSKI, J. Intensidade de colonização do córtex radicular e sua relação com a absorção de fósforo pelo capim-pensacola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.2, p.223-228, 1995.

ROCHA, M. R. da; HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, M. da P. dos. Efeitos da inoculação com fungo micorrízico *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann e

doses de superfosfato simples, no crescimento do feijoeiro. **Ciência e Prática**, Lavras, v.17, n.3, p.234-238, 1993.

ROLAS - **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo:SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.

SAMARÃO, S. S.; MARTINS, M. A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associada à aplicação de rutina, no crescimento de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.196-199, 1999.

SAMARÃO, S. S.; MARTINS, M. A.; TEIXEIRA, S. L. Produção de mudas micropropagadas de bananeira (*Musa* sp.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 200-204, 2000.

SANDERS, F. E.; TINKER, P. B. H. Phosphate flow into mycorrhizal roots. **Pesticide Science**, Londres, v.4, p.385-395, 1973.

SCHIMITZ, J. A. K. **Cultivo de *poncirus trifoliata* L. Raf. em recipientes: Influência de substratos e de fungos micorrízicos arbusculares**. Porto Alegre, 1998. 144f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

SCHUBERT, A.; CRAVERO, M. C. Occurrence and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in North-Western Italy vineyards. **Vitis**, Siebeldingen, v.24, p.129-138, 1985.

SCHUBERT, A.; CAMMARATA, S.; EYNARD, I. Growth and root colonization of grapevines inoculated with different mycorrhizal endophytes. **Hortscience**, Alexandria, v.23, n.2, p.302-303, 1988.

SIEVERDING, E. **Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschbor: Germany Technical Cooperation (GTZ) – Federal Republic of Germany, 1991. 371p.

SILVA, A. de; PATTERSON, K.; MITCHELL, J. Endomycorrhizae and Growth of "Sweetheart" Strawberry Seedlings. **HortScience**, Alexandria, v.31, n.6, p.951-954, 1996.

SILVA, R. P.; SOUZA, P. V. D. de.; AMARAL, A. L. do, et al. Influência de fungos micorrízicos arbusculares na aclimação do porta-enxerto de videira 101-14 micropropagado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA – CNPUV, 1999. p.137.

SILVEIRA, A. P. D.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. et al. **Microbiologia do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.257-282.

SILVEIRA, S. V. da. **Influência de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Mudanças de Abacateiro (*Persea sp.*)**. Porto Alegre, 1999. 103f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

SILVEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorrizas vesículo-arbusculares em agro e ecossistemas do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.1499-1506, 1989.

SMITH, S. E.; READ, D.J. **Mycorrhizal Symbiosis**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1997. 605p.

SIQUEIRA, J. O.; COLLOZI-FILHO, A. Micorrizas vesiculo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.3, p.207-11, 1986.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo**: fundamentos e perspectivas. Brasília: MEC Ministério da Educação: ABEAS; Lavras: ESAL: FAEPE, 1988. p. 125-177.

SOUZA, P. V. D. de. **Optimización de la producción de plantones de cítricos en vivero. Inoculación com micorrizas vesiculares-arbusculares**. Valencia: E.T. S.I.A., 1995. 201 f. Tesis (Doctoral) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1995a.

SOUZA, P. V. D. de; MORALES, C. F. G.; KOLLER, O. C. Influência de substratos e fungos micorrízicos no enraizamento de estacas de laranjeira (*Citrus sinensis* Osb. cv. Valência). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.37-40, 1995b.

SOUZA, P. V. D. de; BERJON, M. A.; OREGA, V. A.; FONFRIA, M. A. Desenvolvimento de Citrange “Troyer” infectado com fungo micorrízico, em dois substratos de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.10, p.1039-1045, 1997.

SOUZA, P. V. D. de; ABAD, M.; ALMELA, V. et al. Efecto de Substrato de Cultivo y Hongos Micorrízicos Arbusculares Sobre el Desarrollo Vegetativo y el Contenido

en Carbohidratos en Plantas de Citrange Troyer Injertadas de mandarina Marisol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.2, p.235-245, 1998.

SOUZA, P. V. D. de; AMARAL, A. L.; SILVA, R. P. da. et al. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares na aclimação do porta-enxerto 1103 Palsen micropropagado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA – CNPUV, 1999. p.135.

SOUZA, P. V. D. de. Interação entre micorrizas arbusculares e ácido giberélico no desenvolvimento vegetativo de plantas de Citrange Carrizo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.783-787, 2000.

SOUZA, P. V. D. de; AUGUSTI, M.; ABAD, M. et al. Desenvolvimento vegetativo e morfologia radicular de Citrange Carrizo afetado por ácido indolbutírico e micorrizas arbusculares, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.249-255, 2000.

SOUZA, P. V. de; BÜTTENBENDER, D.; AGOSTINI, S. Influência da época de poda e da quebra de dormência sobre a fenologia e produção da cv. Niagara Rosada na Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: VITICULTURE AND ENOLOGY LATIN-AMERICAN CONGRESS, 8., 2001, Montevideo. **Anais...** Montevideo, 2001. Não paginada.

THOMSON, B. D.; ROBSON, A. D.; ABBOT, L. K. Soil mediated effects of phosphorus supply on the formation of mycorrhizas by *Scutellospora colospora* (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders. **New phytologist**, Oxford, v.118, p.463-469, 1991.

TRINDADE, A. V; SIQUEIRA, J. O.; ALMEIDA, F. P. de. Dependência micorrízica de variedades comerciais de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.12, p.1485-1494, 2001.

VIDAL, M. T.; AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J. M. Mycorrhizal inoculation enhances growth and development of micropropagated plants of avocado. **Hortscience**, Alexandri, v 27, n. 7, 1992.

WASCHKIES, C.; SCHROPP, A.; MARCHNER, H. Relations between grapevine replant disease and root colonization of grapevine (*Vitis* sp) by Fluorescent pseudomonads and endomycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, The Hague, v.162, p.219-227, 1994.

YING CHU, E.; BENCHIMOL, R. L.; TADAMITSU, E. Controle biológico da Fusariose da Pimenta-do-Reino. In: REUNIÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS, 7., 2001, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2001. p.53-60.

ZAMBOLIN, L.; SCHENCK, N. C. Reduction on the effects of pathogenic, root-infecting fungi on soybean by the mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*. **Phytopathology**, St. Paul, v.72, p.1402-1405, 1983.

ZAMBOLIN, L. Potencial dos fungos micorrízico-arbuscular no controle de fitopatógenos e implicações com a nutrição fosfatada. In: **CONTROLE Biológico de Doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 87-120.