

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

**UTILIZAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES AUTÓCTONES DE
POMARES DE PESSEGUEIRO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS E
ESTABELECIMENTO EM ÁREAS NOVAS E DE REPLANTIO**

José Luis da Silva Nunes
Engenheiro Agrônomo, M.Sc. (UFRGS)

Tese apresentada como um dos
requisitos para a obtenção do Grau de
Doutor em Fitotecnia
Área de Concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2007

“O conhecimento é o motivo da proposição universal que é o princípio da arte e da ciência”.

Franciscanos – *Officina Artium et Rerum*.

A minha mãe Jardelina (em memória),
a meu pai Otacilio,
aos meus irmãos, Otacilio e Carlos,
a minha esposa Luciane
e a meus filhos, Gabriel e Rodrigo.
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que nos concede a vida, um dom inestimável. À minha esposa, Luciane, por seu amor, dedicação, paciência e incentivo em todos os momentos, e aos meus filhos, Gabriel e Rodrigo, pela suas vidas, que me inspiram. À memória de minha mãe, Jardelina, que, mesmo não conhecendo as letras, sempre me mostrou o valor do conhecimento. A meu pai, Otacilio Carvalho Nunes, meus irmãos, Otacilio e Carlos, meus sobrinhos e cunhadas, pelo incentivo e apoio.

Ao professor Dr. Paulo Vitor Dutra de Souza, pelo seu apoio, sua orientação qualificada, pelos seus conhecimentos que me transmitiu e, sobretudo, por sua amizade. Ao professor Dr. José Carlos Fachinello, cuja amizade e conhecimentos me trouxeram inspiração. Ao professor Dr. Gilmar Arduino Bettio Marodin, que confiou e investiu em mim na orientação de mestrado e me deu apoio para iniciar o doutorado. Ao Professor Dr. Jorge Ernesto Antonio Mariath pelo apoio e, sobretudo, pela sua amizade. Ao professor Dr. Sérgio Francisco Schwarz, velho companheiro dos tempos de colégio agrícola. A professora Dr^a Ingrid Inchausti de Barros, que me conheceu ainda menino e sempre me tratou como se fosse de sua família. Ao professor Dr. Otto Carlos Koller, cujo exemplo de vida inspira a todos. Aos professores Dr. Renar João Bender e Paulo Sant'Anna e Castro, pela ajuda e amizade. Aos professores da UFRGS pela colaboração, ensinamentos e

profissionalismo. Aos funcionários do Departamento de Horticultura e Silvicultura, em especial, Detamar da Rocha, Cleusa Comelli e Ernani Pezzi, e da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, Arlindo e Adelar, pela colaboração e amizade.

Ao Departamento de Agrometeorologia, pelos dados cedidos para a complementação deste trabalho, em especial ao Professor Homero Bergamaschi e a estudante de pós-graduação Loana Cardoso. À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Agronomia, ao MAPA/CNPq, pelos recursos do projeto e ao CNPq/CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Professora Dr^a Roselaine Carrenho, pelos ensinamentos qualificados, auxílio e amizade. Ao Dr. Orivaldo José Saggin Junior e a Dr^a Eliane Ribeiro, da Embrapa Agrobiologia, e ao Dr. Ricardo Berbara, da UFRRJ, pela orientação dada no curso de identificação de fungos micorrízicos arbusculares.

Aos irmãos Gilberto e Flávio Bettio, produtores de São Jerônimo, João Turra, produtor de Charqueadas, e Américo Natali e Olmar Nizoli Franchini, produtores de Pelotas, pela disponibilidade e por ceder sua propriedade para coletas de amostras visando à realização deste projeto.

Aos amigos Adriana Corrent, Claiton Zanini, Denis Salvatti Guerra, Gilmar Nava, Gilmar Schafer, Ivar Sartori, Paulo de Tarso e Sergiomar Thiesen, pela amizade, incentivo e auxílio em todos os momentos. Aos amigos Adriana, Adriano, Bianca, Fernanda, Jaqueline, Marco e Sônia, do Laboratório de anatomia vegetal, pela ajuda e amizade. A todos os colegas da pós-graduação, pelo convívio e amizade.

UTILIZAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES AUTÓCTONES DE POMARES DE PESSEGUIRO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS E ESTABELECIMENTO EM ÁREAS NOVAS E DE REPLANTIO¹

Autor: José Luis da Silva Nunes
Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza
Co-orientador: José Carlos Fachinello

RESUMO

O cultivo de pessegueiros é uma atividade de grande importância econômica no Sul do Brasil, onde se destaca o Estado do Rio Grande do Sul (RS) como maior produtor brasileiro. Os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos dos sistemas de Produção Convencional (PC) e Integrada (PI) de pessegueiro sobre a flutuação populacional de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e o potencial de uso de isolados destes fungos oriundos de pomares de pessegueiro e de parreirais da serra Gaúcha na produção de mudas de qualidade e no aproveitamento de áreas de replantio. Foram coletadas amostras de solo e raízes em pomares comerciais manejados sob PI e PC em propriedade no município de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, durante as quatro estações do ano. Foram identificadas 21 espécies de FMA nas amostras, cuja caracterização morfológica dos esporos foi realizada através do uso de microscopia óptica. Os isolados de parreirais já tinham sido multiplicados previamente. Testaram-se quatro espécies isoladas de parreirais (*Acaulospora* sp., *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e três isoladas de pomares de pessegueiro (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) sobre a produção de mudas da cv. Maciel enxertada sobre as cultivares Aldrichi e Okinawa, em viveiro, em área virgem e de replantio. Os FMA foram eficientes em proporcionar incremento de desenvolvimento vegetativo em todas as fases de produção da muda, permitindo a reutilização de antigas áreas de plantio, apesar de haver variação na eficiência da simbiose conforme o fungo e a cultivar de porta-enxerto envolvidos.

¹Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (261 p.) Fevereiro, 2007.

USE OF AUTOCHTHONOUS ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN ORCHARDS OF PEACH TREE FOR PRODUCTION OF SEEDLINGS AND ESTABLISHMENT IN NEW AREAS AND OF REPLANT¹

Author: José Luis Da Silva Nunes
Adviser: Paulo Vitor Dutra de Souza
Co-Adviser: José Carlos Fachinello

SUMMARY

The cultivation of peach trees is an activity of great economical importance in the South of Brazil, where he stands out the State of Rio Grande do Sul (RS) as greater Brazilian producer. The objectives of this work went to evaluate the effects of the systems of Conventional Production (CP) and Integrated (IP) of peach tree about the population flotation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and the use potential isolated of these fungus originating from of peach and grapevine tree orchards of the mountain Gaucha in the production of quality seedlings and in the use of replant areas. Soil samples and roots were collected at commercial orchards handled under IP and CP in property in the municipal district of Charqueadas, São Jerônimo and Pelotas, during the four seasons. They were identified 21 species of AMF in the samples, whose morphologic characterization of the spores was accomplished through the use of optical microscopia. The isolated of parreirais had already been multiplied previously. Four isolated species of parreirais were tested (*Acaulospora* sp., *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* and *Scutellospora heterogama*) and three isolated of peach tree orchards (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* and *Glomus etunicatum*) about the production of seedlings of the cv. Maciel grafted on them cultivate Aldrighi and Okinawa, in nursery, in virgin area and of replantio. FMA were efficient in providing increment of vegetative development in all of the phases of production of the seedling, allowing the reuse of old planting areas, in spite of there being variation in the efficiency of the symbiosis according to the mushroom and to cultivate of door-graft involved.

¹Doctorial thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (261 p.) February, 2007.

SUMÁRIO

	Página
1. CAPÍTULO I	1
1.1 Introdução	1
2. CAPÍTULO II - Identificação e quantificação de fungos micorrízicos arbusculares nativos de pomares de pessegueiro sob Produção Integrada	11
2.1 Introdução	11
2.2 Material e métodos	15
2.3 Resultados e discussão	19
2.4 Conclusões	49
3. CAPÍTULO III - Comportamento dos porta-enxertos “Aldrighi” e “Okinawa” inoculados com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) isolados de vinhedos da serra gaúcha	50
3.1 Introdução	50
3.2 Material e métodos	52
3.2.1 Estudo 1: Comportamento de plantas do porta-enxerto “Okinawa” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares autóctones de vinhedos da serra gaúcha	54
3.2.2 Estudo 2: Comportamento de plantas do porta-enxerto “Aldrighi” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares autóctones de vinhedos da serra gaúcha	60
3.3 Resultados e discussão	61
3.4 Conclusões	95
4. CAPÍTULO IV - Comportamento dos porta-enxertos de pessegueiro “Aldrighi” e “Okinawa” inoculados com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) isolados de pomares de pessegueiro do Rio Grande do Sul	96

4.1	Introdução	96
4.2	Material e métodos	98
4.3	Resultados e discussão	100
4.4	Conclusões	131
5.	CAPÍTULO V - Comportamento do porta-enxerto cv. Aldrighi tratado com ácido indolbutírico (AIB) e inoculado com fungos micorrízicos arbusculares	132
5.1	Introdução	132
5.2	Material e métodos	133
5.3	Resultados e discussão	136
5.4	Conclusões	150
6.	CAPÍTULO VI - Comportamento da cv. Maciel enxertada sobre os porta-enxertos “Okinawa” e “Aldrighi” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares	151
6.1	Introdução	151
6.2	Material e métodos	153
6.3	Resultados e discussão	154
6.4	Conclusões	181
7.	CAPÍTULO VII - Comportamento da cv. Maciel enxertada sobre os porta-enxertos “Okinawa” e “Aldrighi” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) transplantadas para áreas virgem e de replantio	182
7.1	Introdução	182
7.2	Material e métodos	186
7.3	Resultados e discussão	189
7.3.1	Estudo 1 - Plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto “Okinawa” transplantadas para áreas virgem e de replantio.....	189
7.3.2	Estudo 2 - Plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto “Aldrighi” transplantadas para áreas virgem e de replantio	215
7.4	Conclusões	226
8.	CAPÍTULO VIII – Conclusões gerais	227
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	229
10.	APÊNDICES	253

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Percentual de colonização radicular com FMA, em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2002, 2003 e 2004, nas quatro estações do ano, no município de São Jerônimo, RS	19
2. Percentual de colonização radicular por FMA, em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações do ano, nos municípios de Charqueadas e Pelotas (Pelotas I e II), RS	20
3. Número de espécies de FMA encontrados em amostras coletadas em pomares conduzidos nos sistema de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nas quatro estações dos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005, nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, RS	30
4. Ocorrência relativa (%), número médio de esporos e frequência relativa (%) de esporos de FMA encontrados em pomares de pessegueiro conduzidos nos sistema de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, RS	33
5. Correlação entre a ocorrência de espécies de FMA e as características químicas do solo pertencentes a amostras coletadas em pomares de pessegueiro, conduzidos nos sistema de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), período de primavera-verão dos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005, nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, RS, Brasil	37
6. Área foliar, massa fresca e massa seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia, aos 360 dias. Eldorado do Sul, RS, 2004	67

7.	Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> e <i>Scutellospora heterogama</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia aos 180 dias. Eldorado do Sul, RS, 2005	68
8.	Conteúdo nutricional (macronutrientes) encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004	70
9.	Conteúdo nutricional (macronutrientes) encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> e <i>Scutellospora heterogama</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005	71
10.	Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004	76
11.	Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> e <i>Scutellospora heterogama</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005	76
12.	Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004	79

13.	Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> e <i>Scutellospora heterogama</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005	80
14.	Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA, avaliados 360 dias após a inoculação, em telado de sombrite (50 %). Eldorado do Sul, RS, 2004	83
15.	Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi e percentual de colonização radicular por FMA, avaliados 180 dias após a inoculação, em casa de vegetação. Eldorado do Sul, RS, 2005	85
16.	Comparação do efeito da inoculação de três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e da não inoculação (Testemunha) sobre o xilema primário de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa, coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004	87
17.	Comparação do efeito da inoculação de quatro espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> e <i>Scutellospora heterogama</i>) e da não inoculação (Testemunha) sobre o xilema primário de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005	88
18.	Comparação entre parâmetros de crescimento (altura e diâmetro) de plantas de duas cultivares de porta-enxerto de pessegueiro inoculadas com isolados de espécies de FMA oriundos de pomares de pessegueiro (nativas) e de parreirais da serra gaúcha (introduzidas), medidas no período de 180 dias(cv. Aldrighi) e 300 dias (cv. Okinawa). Eldorado do Sul, RS, 2006	107
19.	Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 300 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006	108

20.	Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e das raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Aldrighi, inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 330 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006	109
21.	Comparação entre área foliar de plantas inoculadas com isolados das espécies de FMA <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i> , oriundos de pomares de pessegueiro (nativas) e de parreirais da serra gaúcha (introduzidas), dos porta-enxertos de pessegueiro cv. Aldrighi e cv. Okinawa. Eldorado do Sul, RS, 2006	111
22.	Macronutrientes encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 300 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006	113
23.	Conteúdo nutricional (macronutrientes) encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 330 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006	114
24.	Comparação entre percentual de fósforo em plantas inoculadas com isolados de espécies de FMA oriundos de pomares de pessegueiro (nativas) e de parreirais da serra gaúcha (introduzidas), dos porta-enxertos de pessegueiro cv. Aldrighi e cv. Okinawa. Eldorado do Sul, RS, 2006	116
25.	Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 300 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006	121
26.	Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 330 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006	121

27.	Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2006	124
28.	Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Aldrighi, inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2006	125
29.	Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA nativos de pomares de pessegueiro, avaliados 300 dias após a inoculação, em casa de vegetação. Eldorado do Sul, RS, 2006	127
30.	Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi e percentual de colonização radicular por FMA nativos de pomares de pessegueiro, avaliados 330 dias após a inoculação, em casa de vegetação. Eldorado do Sul, RS, 2006	128
31.	Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) sobre a área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas da cv. Aldrighi, aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006	140
32.	Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) sobre o conteúdo de macronutrientes de plantas da cv. Aldrighi, aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006	142
33.	Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) sobre o percentual de substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) de plantas da cv. Aldrighi, aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006	146

34. Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) sobre a colonização radicular (%) e a presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*), aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006 148
35. Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes, e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005 160
36. Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes, e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006 162
37. Conteúdo de macronutrientes encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005 165
38. Conteúdo em macronutrientes encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006 167
39. Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005 169

40.	Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> e <i>Scutellospora heterogama</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006	170
41.	Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005	174
42.	Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> e <i>Scutellospora heterogama</i>) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006	175
43.	Correlação entre parâmetros de crescimento e nutrição mineral de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA, coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005	177
44.	Correlação entre parâmetros de crescimento e nutrição mineral da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi e percentual de colonização radicular por FMA, coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006	179
45.	Sobrevivência (%), superfície por folha, número médio de folhas e área foliar de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante ao campo em área virgem. Eldorado do Sul, RS, 2006	194

46.	Sobrevivência (%), superfície por folha, número médio de folhas e área foliar de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante ao campo em área de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006	195
47.	Conteúdo nutricional (macronutrientes) de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante para área virgem (AV) e de replantio (R). Eldorado do Sul, RS, 2006	198
48.	Altura e diâmetro das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 360 dias após o transplante ao campo em área virgem e de replantio,. Eldorado do Sul, RS, 2006	202
49.	Colonização radicular (%) e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes do porta-enxerto cv. Okinawa, enxertado com a cultivar copa Maciel e inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área virgem. Eldorado do Sul, RS, 2006	209
50.	Colonização radicular (%) e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes do porta-enxerto cv. Okinawa, enxertado com a cultivar copa Maciel e inoculadas com três espécies de FMA (<i>Acaulospora sp.</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006	210
51.	Correlação entre parâmetros de crescimento e nutrição mineral de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA avaliados 180 dias após o transplante para área nova e de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006	212

52. Altura e diâmetro das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi e inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área virgem e de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006 . 215
53. Sobrevivência (%), superfície por folha, número médio de folhas e área foliar de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi e inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante ao campo em área virgem. Eldorado do Sul, RS, 2006 220
54. Colonização radicular (%) e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes do porta-enxerto cv. Aldrighi, enxertado com a cultivar copa Maciel e inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área virgem e de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006 224

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Percentual de colonização radicular por FMA, em pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2002, 2003 e 2004, nas quatro estações, na propriedade São Jerônimo	22
2. Percentual de colonização radicular por FMA, em pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações do ano, nas propriedades Charqueadas, Pelotas I e Pelotas II	25
3. Estruturas de colonização (hifas, vesículas e arbúsculos) de FMA, presentes em raízes de plantas de pessegueiro conduzidas no sistema de Produção Integrada, coletadas no período de verão do ano de 2004 no município de São Jerônimo. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia)	26
4. Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações, no município de Charqueadas (Ch)	27
5. Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2002, 2003 e 2004, nas quatro estações, no município de São Jerônimo (SJ)	28
6. Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações, no município de Pelotas (Pel I)	29
7. Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações, no município de Pelotas (Pel II)	29
8. Número de esporos encontrados em amostras de solo (número de esporos/100 g de solo seco) coletadas em pomares de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), no município de São Jerônimo (SJ)	34

9. Número de esporos encontrados em amostras de solo (número de esporos/100 g de solo seco) coletadas em pomares de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos municípios de Charqueadas e Pelotas (Pelotas I e II) 35
10. Esporos de *Acaulospora bireticulata* encontrados em amostras coletadas em pomares conduzidos em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004 – A. aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**); B. **Or** - detalhe da ornamentação na parede externa. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia) 36
11. Esporos de *Acaulospora bireticulata* – A. aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**); B. **Or** - detalhe da ornamentação na parede externa. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia) 39
12. Esporos de *Acaulospora denticulata* encontrados em amostras coletadas em pomares conduzidos em sistema de PI no município de Charqueadas, verão de 2003 – A. aspecto geral do esporo e detalhe da vesícula mãe (**VM**); B. **Or** - detalhe da ornamentação na parede externa. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia) 40
13. A. Esporo de *Acaulospora foveata* encontrado em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PI no município de Pelotas, outono de 2004 - aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**); B. Esporo de *Acaulospora laevis* encontrado em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004 - aspecto geral do esporo. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM) 41
14. A. Esporo de *Acaulospora mellea* - aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**); B. Esporo de *Acaulospora scrobiculata* - aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**). Esporos encontrado em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PI no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM) 42
15. A. Esporo de *Acaulospora tuberculata* - aspecto geral do esporo e detalhe da vesícula mãe (**VM**); B. Esporo de *Archaeospora leptoticha* - aspecto geral do esporo e detalhe das camadas (**C1**, **C2**, **C3** e **C4**) da parede externa (**PE**). Esporos encontrados em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PI no município de São Jerônimo, verão de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM) 43

16. A. Esporo de *Entrophospora colombiana* - aspecto geral do esporo; B – D: Esporo de *Gigaspora margarita* – B. aspecto geral do esporo em PVLG e Melzer; C - aspecto geral do esporo em PVLG; D - detalhe da célula suspensoróide (**CS**). Esporos encontrados em amostra coletada em pomar conduzido em sistema PI no município de Charqueadas, verão de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM) 44
17. A – B: Esporo de *Glomus claroideum* – A. aspecto geral do esporo em PVLG e detalhe das camadas (**C1, C2 e C3**) da parede do esporo (**PE**); B. aspecto geral do esporo em PVLG e Melzer; C – D: Esporos de *Glomus clarum* – C. aspecto geral dos esporos; D - aspecto geral do esporo em PVLG e Melzer e detalhe das camadas (**C1, C2 e C3**) da parede do esporo (**PE**). Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia) 45
18. A - B: Esporos de *Glomus coremioides* – A. aspecto geral do esporo no esporocarpo em PVLG; B. aspecto geral do esporocarpo em PVLG e Melzer; C – D: Esporos de *Glomus etunicatum* – C. aspecto geral do esporo em PVLG e Melzer e detalhe da hifa de sustentação (**HS**); D. Detalhe do septo (**S**) da hifa de sustentação. Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PC no município de Charqueadas, outono de 2004. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia) 46
19. A. Aspecto geral de esporo de *Glomus geosporum*; B. aspecto geral de esporos de *Glomus glomerulatum*; C. aspecto geral do esporo de *Glomus macrocarpum*; D. aspecto geral do esporo de *Glomus microaggregatum*. Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho e Fábio Barbosa (Departamento de Micologia - UEM) 47
20. A. Aspecto geral de esporo de *Glomus tortuosum*; B. aspecto geral de esporo de *Scutellospora heterogama*; C. aspecto geral do esporo de *Scutellospora weresubiae*. Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PI no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho e Fábio Barbosa (Micologia - UEM) 48

21. Evolução da altura das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2004 61
22. Evolução do diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2004 62
23. Evolução em Altura das plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005 63
24. Evolução em Diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005 64
25. Cortes transversais de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa não inoculadas (Testemunha – foto 1) e inoculadas com três espécies de FMA (*Glomus clarum* – foto 2, *Glomus etunicatum* – foto 3 – e *Acaulospora sp.* - foto 4), coletadas na enxertia, aos 360 dias. Mx – metaxilema; Px – protoxilema; Cv – cilindro vascular; En – endoderme; Pc – parênquima cortical; Ex – exoderme; Ep – epiderme. Aumento 400x, com uso de zoom digital de 2.0 megapixel para a foto 1, 2.5 megapixel para a foto 2 e 3.34 megapixel para as demais fotos. Eldorado do sul, RS, 2004 89

26.	Cortes transversais de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi não inoculadas (Testemunha – foto 1) e inoculadas com quatro espécies de FMA (<i>Glomus clarum</i> – foto 2, <i>Glomus etunicatum</i> – foto 3, <i>Acaulospora sp.</i> - foto 4 - e <i>Scutellospora heterogama</i> – foto 5), coletadas na enxertia, aos 180 dias. Mx – metaxilema; Px – protoxilema; Cv – cilindro vascular; En – endoderme; Pc – parênquima cortical; Ex – exoderme; Ep – epiderme. Aumento 400x, com uso de zoom digital de 3.0 megapixel para as fotos 2 e 3 e 3.34 megapixel para as demais fotos. Eldorado do Sul, RS, 2005	90
27.	Altura das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006	100
28.	Diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006	101
29.	Altura das plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006	102
30.	Diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006	103
31.	Altura de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i>) e sem inoculação (Testemunha), com ou sem aplicação de ácido indolbutírico (AIB). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006	136

32. Diâmetro de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), com ou sem aplicação de ácido indolbutírico (AIB). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 137
33. Altura da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculado com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005 154
34. Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculada com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005 155
35. Altura da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi inoculado com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 156
36. Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi inoculado com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 157
37. Altura da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) em áreas virgens de plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 189

38. Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) áreas virgens de plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 190
39. Altura dos enxertos da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) em áreas de replantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 191
40. Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) em áreas de replantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 192
41. Substâncias de reserva de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas após o transplante ao campo em área virgem. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 205
42. Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas após o transplante ao campo em área de replantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006 206

1. CAPÍTULO I

1.1 Introdução

Em 2005 o Brasil manteve a posição de terceiro maior produtor mundial de frutas, produzindo cerca de 39 milhões de toneladas, o que representa cerca de 6% da produção mundial (TODA FRUTA, 2006). Atividade altamente importante para o desenvolvimento do país, a fruticultura ocupa uma área de 3,4 milhões de hectares e emprega mais de seis milhões de pessoas, ou seja, 27% do total de mão-de-obra agrícola ocupada no país (Rudolfo, 2004). O valor bruto da produção de frutas atingiu, em 2005, cerca de 12,3 bilhões de reais, 13% do valor da produção agrícola brasileira (IBRAF, 2006).

No Brasil, a cultura do pessegueiro ocupa uma área superior a 23.897 hectares, com uma produção de 218.203 ton ano⁻¹. Deste total, 15.768 hectares são cultivados no Rio Grande do Sul, com uma produção de 143.977 ton ano⁻¹, incluindo cultivares para conserva e para consumo *in natura*, produzidas em quatro regiões distintas – Pelotas, Grande Porto Alegre, Serra Gaúcha e região da Campanha (Fachinello et al., 2004a). Embora o consumo *per capita* de pêssegos no Brasil seja baixo, estando em torno de 0,25 kg hab ano⁻¹, comparado aos 5 kg hab ano⁻¹ de

países como Itália, Espanha, França e Inglaterra (Madail, 1998), houve crescimento da demanda desta fruta em determinadas regiões, como a região metropolitana de Porto Alegre, que atingiu, em 2000, cerca de 1 kg hab ano⁻¹ (Marodin & Sartori, 2000).

A base da fruticultura moderna está apoiada na qualidade das mudas, que podem ser obtidas através de programas de multiplicação de matrizes de porta-enxertos e de produção de mudas certificadas (Silveira, 2006). Uma das características da produção de mudas de pessegueiro no estado é que ela é tradicionalmente feita a campo, o que pode acarretar sérios problemas fitossanitários (Medeiros & Raseira, 1998). Visando superar tais problemas, uma das soluções é a produção das mudas em ambiente protegido (estufas, telados ou viveiros). Porém, nestes casos, faz-se necessária a desinfestação do substrato, para a eliminação de patógenos. Como consequência da desinfestação, há a eliminação de todos os microrganismos, incluídos os benéficos, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (Souza et al., 2002). Muitos problemas podem surgir pela ausência da simbiose fúngica, uma vez que a simbiose resulta em melhorias nutricionais, redução de perdas por estresse e consequente crescimento mais rápido da planta (Subhan et al., 1998).

Os fungos formadores de micorrizas arbusculares são componentes comuns da rizosfera e das raízes da maioria das plantas superiores. Esta simbiose, que é do tipo biotrófico mutualística, está amplamente distribuída no reino vegetal (Dodd, 2000). Segundo Wilcox (1996), os fungos micorrízicos ocorrem em 83% das plantas dicotiledôneas, em 79% das monocotiledôneas e em todas as

Gimnospermas, não alterando o aspecto externo da raiz. Poucas espécies não formam associações simbióticas com os fungos micorrízicos, como as crucíferas e as plantas aquáticas (Tokeshi, 2000; Muchovej, 2001). Trata-se de uma simbiose praticamente universal, não só pelo grande número de plantas que formam a associação, como também por sua ocorrência generalizada na maioria dos habitats, tanto em ecossistemas naturais quanto em ecossistemas alterados pelo homem (Sylvia & Chellemi, 2002).

Segundo Wilkinson (2001), existem evidências fósseis de fungos que se assemelham com o atual gênero *Glomus*, datadas de aproximadamente 460 milhões de anos (período Ordoviciano), que foram encontradas em rochas deste período em aparente associação com briófitas. Este fato sugere que tais fungos precedem até mesmo a colonização terrestre por plantas vasculares e poderiam ter tido vida livre, ou talvez, formado associações micorrízicas com as briófitas, as quais foram as primeiras plantas terrestres. Isto é de particular interesse no que se refere ao papel do mutualismo micorrízico para a colonização terrestre pelas plantas (Redecker et al., 2000). Considerações sobre o processo evolutivo da biotrofia entre fungos e plantas, indicam que os FMA resultam de um alto grau de especialização nutricional de fungos saprófitos, os quais evoluíram do necrotrofismo para o parasitismo, passando, após, ao biotrofismo obrigatório. Como resultado desse processo, eles perderam sua capacidade patogênica e tornaram-se mutualistas, ou seja, em seu mais alto grau de especialização, os FMA representam um parasitismo benéfico aos vegetais (Siqueira & Franco, 1988).

As associações simbióticas iniciam-se a partir da germinação de esporos, de segmentos de raiz infectados ou de hifas no solo, influenciados por fatores físicos e químicos do meio-ambiente ou por estímulos oriundos de exsudatos das raízes das plantas hospedeiras (Zambolim & Siqueira, 1985; Romero, 1999). Segue-se a proliferação e ramificação de hifas e diferenciação fúngica em apressório funcional, o que se constitui na mais importante resposta de reconhecimento de um hospedeiro compatível, determinado pelo genoma da planta e afetado pelo nível de fosfato no vegetal (Moreira & Siqueira, 2002). A partir daí se estabelece a penetração na raiz, a colonização e a produção de estruturas de colonização especializadas, como arbúsculos e, para muitas espécies de FMA, estruturas ricas em lipídios, que são as vesículas (Moreira & Siqueira, 2002).

Os benefícios dessa simbiose, expressos principalmente como o estímulo ao crescimento vegetal, devem-se a fatores nutricionais, principalmente ao aumento da absorção de nitrogênio (Souza et al., 1998; Silveira, 1999; Agostini, 2002), fósforo (Souza et al., 1998; Silveira, 1999) e potássio (Silveira, 1999). Nesta associação, a planta fornece ao fungo carboidratos procedentes da fotossíntese, proporcionando-lhe, também, um nicho ecológico protegido. Por sua parte, o fungo incrementa a capacidade de absorção de nutrientes minerais do solo, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Camprubí, 1994; Biricolti et al., 1997; Souza et al., 1998; Silveira, 1999; Lindermann & Davies, 2001; Agostini, 2002; Silveira et al., 2002). Isto ocorre porque os fungos micorrízicos melhoram a eficiência na exploração do solo e absorção nutricional das plantas cultivadas, por modificarem a arquitetura do sistema radicular e devido ao rede extraradicular formada por seu

micélio externo. Isto sugere que as micorrizas exercem um papel fundamental na sobrevivência e diversidade das espécies (Reeves et al., 1979).

Outro fato a considerar é que na produção de mudas e no cultivo da maioria das frutíferas (citros, videira, rosáceas, etc) normalmente são utilizados adubos fosfatados, o que torna importante o estudo dos efeitos desta prática sobre a colonização e eficiência micorrízica nestas culturas, visando maximizar a eficiência destes fungos (Klauberger et al., 1981). Além disso, normalmente, as plantas cultivadas em presença do endófito são mais resistentes ao transplante. No caso da produção de mudas mediante micropropagação, onde são utilizados substratos inertes, e no caso de desinfecção do solo de viveiros, o uso das endomicorrizas pode ter um grande potencial de utilização, através de sua capacidade de tornar o sistema radicular mais eficiente e de seu papel no aumento da tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos, abrindo perspectivas de grande interesse para a produção de plantas de alta qualidade em sistemas com uma utilização reduzida de insumos (Gianinazzi et al., 1990; Hooker et al., 1994).

Nos últimos anos a fruticultura vem enfrentando uma série de problemas fitossanitários, como, por exemplo, as doenças dos citros (CVC, morte súbita dos citros, cancro cítrico), a vassoura de bruxa do cacau e as doenças causadas por fungos (podridão-parda, ferrugem, antracnose, sarna) e bactérias (Bacteriose e escaldadura) em Rosáceas, associadas a doenças de raízes, nematóides e pragas. Em decorrência destes eventos, vem crescendo o volume aplicado de defensivos e fertilizantes químicos nos pomares. Em média, a aquisição destes produtos

representa 18% do custo total de produção, podendo chegar a 47% deste custo para determinadas culturas (Homma, 2005).

Porém, devido ao crescente grau de exigência dos consumidores quanto à qualidade interna e externa das frutas, existe uma expectativa de redução na utilização destes insumos, o que torna necessária uma nova postura do produtor visando satisfazer o mercado consumidor (Martins et al., 2001). Com isto, vem aumentando a tendência de reduzir o emprego de insumos agrícolas industrializados, que podem ter efeitos negativos sobre o ambiente, ou que apresentam um risco potencial na aplicação ou para a qualidade dos alimentos, como certos fertilizantes e produtos tóxicos. Isto se deve a fatores econômicos e à crescente pressão da opinião pública sobre questões ambientais e de qualidade dos produtos agrícolas. Tais fatores têm levado à necessidade de desenvolvimento de tecnologias ligadas à chamada agricultura alternativa ou agricultura sustentável, que sejam mais compatíveis com a preservação do ambiente e manutenção da produção (Lovato et al., 1996). A busca de um modelo de agricultura sustentável passa, necessariamente, por esta redução no uso de insumos químicos, incluindo os fertilizantes.

Além disto, a colocação no mercado de produtos diferenciados, especialmente com selos de qualidade relacionados a processos de menor impacto ambiental e de menor risco para o consumidor, constitui-se em uma possibilidade de aumento de renda para os agricultores. É o caso dos produtos oriundos do sistema de Produção Integrada (PI) de frutas, que são considerados pelos consumidores como produtos superiores aos originados dos sistemas de Produção Convencional

(PC) (Fachinello et al., 2001). Porém, isto exige o desenvolvimento de técnicas que eliminem ou reduzam o uso de agroquímicos. Além dos efeitos benéficos às plantas e ao meio ambiente, o uso da associação entre plantas cultivadas e os FMA pode reduzir custos de produção e a dependência de insumos externos à propriedade (Silveira, 2006).

Uma característica marcante da cultura de pessegueiro no estado do Rio Grande do Sul, especialmente na região da Grande Porto Alegre, é a produção em pequenas propriedades (Farias, 2002). Como a vida útil das plantas de pessegueiro não é elevada, em torno de 15 anos, se faz necessária à renovação do cultivo em curtos períodos. Normalmente, em áreas de replantio, as plantas apresentam problemas de crescimento lento e elevada mortalidade, mal conhecido como “doenças de replantio”. O principal fator causador deste mal seria a liberação de substâncias tóxicas produzidas pelas plantas do gênero *Prunus* no solo, que ao se hidrolisarem, produzem fitotoxinas para outras plantas deste gênero, principalmente no caso do pessegueiro. Soma-se a isto, fatores como nematóides e pragas, além de deficiências hídricas e nutricionais (Weibel, 2001). Segundo Calvet et al. (2003), mudas de pessegueiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares apresentam melhor crescimento e maior produção. Além disto, em áreas de replantio, as plantas inoculadas apresentam baixa mortalidade e bom crescimento vegetativo.

Aliado a isto, o conhecimento das espécies de FMA autóctones de uma determinada região, que já são adaptadas às condições edafoclimáticas da mesma, tendem a conferir um maior potencial de resposta quando inoculadas nas plantas a serem cultivadas nesta região (Cabello, 1999; Souza et al., 2002; Vivas et al., 2003;

Silveira, 2006). Com isto, o uso de espécies de fungos micorrízicos arbusculares nativas de pomares de pessegueiro tende a ser uma boa opção a ser utilizada na produção de mudas desta cultura.

Por este motivo, a determinação de FMA nativos vem crescendo nos últimos anos, tanto no Brasil como no mundo. Bons exemplos disso são os trabalhos de pesquisa realizados na Escócia por Daniell et al. (2001) com milho e Triticale, na França e Suíça, por Oehl & Sieverding (2003), com milho e gramíneas nativas, e na Costa Rica, por Alvarado et al. (2004), com *Tectona grandis* (L.f.). Já no Brasil, têm sido realizados levantamentos em zonas produtoras de mandioca da Bahia (Alves et al., 1989), de café em Minas Gerais (Siqueira et al., 1989), em zonas com araucária de São Paulo (Bononi et al., 1989; Moreira-Souza et al., 2003). Outra importante área de estudo de populações de FMA nativos é a de regiões que sofreram degradação ambiental, como antigas áreas de minas de cobre, na Bahia (Silva et al., 2005) e de Bauxita, no Pará (Caproni et al., 2005). Também há estudos em zonas de fruticultura de Santa Catarina, com levantamentos realizados em áreas com cultivo de macieira (Silva Filho et al., 1989), de pessegueiro (Scharf et al., 1989), de goiabeira (Lovato et al., 1989), de videira (Franke et al., 1989) e de citros (Schmitz, 1998). No Rio Grande do Sul, há estudos em áreas de citros (Schmitz et al., 1999) e videira (Silveira, 2006).

Porém, um entrave para a produção de inóculo de FMA é a necessidade de uso de grandes estruturas para multiplicação do mesmo. Segundo Cardoso (2005), os progressos para produzir o inóculo de FMA *in vitro* em nível comercial ainda são pequenos, sendo que os primeiros resultados neste sentido foram conseguidos por Mugner & Mosse (1987), que utilizaram raízes transgênicas no

estudo de processos de colonização, permitindo a obtenção de culturas monospóricas de FMA. Desde então, muitos pesquisadores têm trabalhado no sentido de superar os obstáculos para o desenvolvimento de técnicas moleculares em trabalhos com FMA, que seria a obtenção de material puro, com alta estabilidade genética e fenotípica (Lopes, 2003). Porém, até o presente momento, ainda não existe um meio artificial eficiente de propagação de FMA, sendo a multiplicação dos mesmos realizada através do cultivo de plantas de ciclo rápido como aveia e sorgo, em vasos de 350 a 500 mL de volume, que servirão, posteriormente, para inoculação das mudas frutíferas (Cardoso & Lambais, 1992; Silveira, 2002).

A proposta de micorrização de porta-enxertos de pessegueiro visa o desenvolvimento de novas metodologias de propagação, que superem os métodos tradicionais, os quais se mostram ultrapassados e inadequados para resolver os atuais problemas da cultura, como no caso do replantio de antigas áreas de cultivo. A preocupação deste trabalho residiu em isolar, multiplicar e identificar espécies de FMA nativas de pomares de pessegueiro, pois são espécies já adaptadas às condições edafo-climáticas da região e podem propiciar melhores respostas das plantas inoculadas. Além disto, visou, também, avaliar a eficiência de espécies de FMA exóticas aos pomares, sobre o desenvolvimento das plantas, com o objetivo de comparar com o desempenho das espécies nativas.

O trabalho baseia-se na hipótese de que existe uma diversidade de espécies autóctones nos pomares de pessegueiro, variável conforme a região e o porta-enxerto usado, que podem ser identificadas morfológicamente. Outra hipótese testada no trabalho é a de que pessegueiros colonizados por FMA devem apresentar

maior desenvolvimento vegetativo, quando comparado com plantas não inoculadas, com respostas diferenciadas em função da espécie de FMA utilizado e da compatibilidade com o porta-enxerto, que determina a eficiência da relação mutualista. Além disto, pessegueiros colonizados por FMA, por estarem melhor equilibrados nutricionalmente, devem apresentar maior resistência ao transplante para o pomar, em relação a mudas não micorrizadas.

O trabalho está dividido em capítulos, sendo que o primeiro capítulo é composto da introdução e breve revisão bibliográfica. No segundo capítulo é feita a determinação das espécies autóctones de FMA em pomares de pessegueiro manejados sob sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), através da amostragem do solo, do isolamento, identificação morfológica e quantificação dos esporos encontrados nas amostras, para posterior multiplicação destas espécies. Nos capítulos terceiro e quarto, o objetivo é avaliar a eficiência das espécies nativas multiplicadas sobre o desenvolvimento de plantas dos porta-enxertos cv. Aldrighi e cv. Okinawa, visando compará-las com a eficiência de espécies exóticas, além de avaliar a influência destes FMA sobre a morfologia radicular, através de estudo histológico do tecido vascular (xilema) das raízes. No quinto capítulo, é avaliada a interação entre a inoculação de FMA nativos de pomares de pessegueiro e a aplicação de ácido indol-butírico sobre o desenvolvimento de mudas do porta-enxerto cv. Aldrighi. O objetivo dos capítulos seis e sete é avaliar a influência dos FMA sobre o desenvolvimento da cultivar-copa Maciel, tanto em viveiro quanto a campo, em áreas novas e de replantio.

2. CAPÍTULO II - Identificação e quantificação de fungos micorrízicos arbusculares nativos de pomares de pessegueiro sob Produção Integrada

2.1 Introdução

Nos últimos anos, devido à exigência dos consumidores quanto à qualidade interna e externa das frutas, torna-se necessária uma nova postura dos produtores e dos governantes frente a esta nova atitude do mercado consumidor. Como resultado desta nova visão, a Europa, a partir de janeiro de 2005, retirou do mercado quase metade dos ingredientes ativos utilizados no controle de pragas e doenças, incluídos aí os produtos oriundos de outros países (Homma, 2005). Sistemas de gestão da qualidade com protocolo de boas práticas agrícolas, como o EUREPGAP (Euro Retailer Produce Working Group for Good Agricultural Practices), na Europa, e a Produção Integrada de Frutas (PIF), no Brasil, são evidências claras de que os mercados e os governos estão se adaptando para atender esta nova demanda em frutas de qualidade.

Segundo Fachinello et al. (2004b), o sistema de Produção Integrada de Frutas oferece ao produtor um modelo de agricultura em que são obtidos produtos diferenciados, com redução substancial do uso de insumos químicos e certificação

de qualidade relacionados aos processos de produção com menor impacto ambiental e menor risco para o consumidor. Conforme Guerra et al. (2003), a implementação da Produção Integrada na cultura do pessegueiro, na região da Grande Porto Alegre, propiciou, em 2002, uma redução de 27% na aplicação de fungicidas e de 34% na aplicação de inseticidas.

Um dos grandes problemas da fruticultura sempre foi a produção de mudas, pois, para obter mudas de qualidade com excelente estado sanitário, normalmente são utilizados substratos ricos em nutrientes e pobres em microrganismos (Souza et al., 2002) ou, como no caso da produção de mudas de pessegueiro em viveiros, é feita a desinfestação do solo. Sabe-se que muitas árvores frutíferas são naturalmente associadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Por isso muitos problemas podem surgir pela ausência da simbiose planta x FMA em decorrência da desinfestação dos substratos e do solo de viveiros (Subhan et al., 1998).

Essa simbiose, além de melhorar o estado nutricional das plantas, acelera o crescimento e melhora o vigor das mesmas na fase de formação (Colozzi-Filho & Balota, 1994a), favorece sua adaptação a diferentes ecossistemas e aumenta a tolerância a fatores estressantes bióticos e abióticos (Siqueira & Saggin Júnior, 1995). Além dos efeitos benéficos às plantas e ao meio ambiente, o uso dessa associação pode reduzir custos de produção e a dependência de insumos externos à propriedade (Silveira, 2006).

Os FMA também podem ser utilizados como indicadores de equilíbrio do meio, pois normalmente há uma correlação positiva entre a colonização nas raízes e a condição nutricional e de reservas das plantas.

Um ponto importante a ser destacado é a necessidade de se conhecer as espécies de FMA autóctones de uma determinada região, pois estes já estão adaptados às condições edafoclimáticas do meio onde se encontram, tendo um maior potencial de resposta quando inoculados nas plantas a serem cultivadas nesta região (Cabello, 1999; Souza et al., 2002; Vivas et al., 2003; Silveira, 2006). Segundo Marschner (1995), ainda não se pode fazer expectativas em torno da utilização de inóculos de FMA selecionados, pois os conhecimentos sobre o funcionamento dos mesmos em condições de campo ainda são insuficientes. Por outro lado, vários pesquisadores já vêm trabalhando com a determinação de FMA autóctones em várias partes do mundo, visando preencher as lacunas no conhecimento sobre a sua biologia, ecologia e a sua aplicação na produção vegetal (Aryal & Xu, 2000; Silveira, 2006).

Porém, para conseguir alcançar um completo conhecimento das espécies nativas de uma determinada região são necessários métodos seguros para identificação dos FMA. Segundo Morton & Benny (1990), a taxonomia dos FMA é baseada nas características fenotípicas de seus esporos assexuais, como cor tamanho e forma, entre outras características morfológicas. Morton & Bentivenga, (1994) citam que a caracterização taxonômica dos FMA também leva em conta a evolução e a reprodução do fungo. Conforme Morton & Redecker (2001) os FMA pertencem ao filo Glomeromycota, ordem Glomales, com duas subordens (Gigasporineae e Glomineae). Na subordem Gigasporineae está à família

Gigasporaceae (com dois gêneros, *Gigaspora* e *Scutellospora*). Já, na subordem Glomineae, estão as famílias Acaulosporaceae (com dois gêneros, *Entrophospora* e *Acaulospora*), Archaeosporaceae (um gênero, *Archaeospora*), Glomaceae (com um gênero, *Glomus*) e Paraglomaceae (um gênero, *Paraglomus*).

Já Schüßler et al. (2001) e Walker & Schüßler (2004), afirmam que os FMA pertencem ao filo Glomeromycota, classe Glomeromycetes, com quatro ordens (Archaeosporales, Diversisporales, Glomerales e Paraglomerales). Na ordem Archaeosporales estão as famílias Archaeosporaceae (com um gênero, *Archaeospora*) e a Geosiphonaceae (com um gênero, *Geosiphon*). Na ordem Diversisporales estão as famílias Acaulosporaceae (com dois gêneros, *Acaulospora* e *Entrophospora*), Diversisporaceae (com um gênero, *Diversispora*), Gigasporaceae (com dois gêneros, *Gigaspora* e *Scutellospora*) e Pacisporaceae (com um gênero, *Pacispora*). Na ordem Glomerales está a família Glomeraceae (com um gênero, *Glomus*). Já na ordem Paraglomerales está a família Paraglomeraceae (com um gênero, *Paraglomus*). Conforme se pode observar, existem divergências na caracterização morfológica dos FMA entre as principais linhas de pesquisa.

Além disto, um outro fator que prejudica a taxonomia dos FMA é a dificuldade do cultivo destes fungos em meio axênico (Colozzi-Filho & Balota, 1994b). Apesar dos esforços da pesquisa, os progressos para produzir o inóculo de FMA *in vitro* em nível comercial ainda são pequenos. Estes fungos necessitam da presença de raízes vivas, para que os esporos de FMA germinem, penetrem nas raízes e formem seus propágulos (micélio e esporos) (Allen, 1991).

Vários pesquisadores têm utilizado a inoculação de FMA na fase de aclimatização de plantas micropropagadas, visando melhorar as suas características comerciais e incrementar o seu crescimento vegetativo (Ravolanirina et al., 1989; Ravolanirina et al., 1989; Lovato et al., 1992; Azcón-Aguilar et al., 1997; Saggin Júnior & Lovato, 1999). Segundo Thomas & Ravindra (1997), a inoculação de FMA em plantas micropropagadas pode diminuir o tempo necessário à produção de plantas de alta qualidade, mas devem ser buscadas combinações específicas de isolados fúngicos e variedades de porta-enxertos para cada região de cultivo.

Porém, segundo Medeiros & Raseira (1998), devido à inexistência de protocolos específicos eficientes para a micropropagação de plantas de pessegueiro, não há possibilidade de produção de mudas micropropagadas, que possam ser usadas para inoculação direta com FMA. Portanto, depois de isoladas e identificadas, faz-se necessário a multiplicação dos esporos das espécies encontradas nas amostras de solo rizosférico provenientes dos pomares, através de plantas armadilhas, para posterior inoculação das plantas de pessegueiro em vasos.

O objetivo deste capítulo reside na caracterização morfológica e quantificação das espécies de FMA autóctones de pomares de pessegueiro dos municípios produtores de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, conduzidos nos sistema de Produção Integrada e Convencional.

2.2 Material e métodos

Foram coletadas amostras em pomares comerciais, conduzidos no sistema de Produção Integrada (PI) e no sistema de Produção Convencional (PC). As coletas foram realizadas na propriedade dos Irmãos Bettio (anos de 2002, 2003 e 2004, em

pomares da cv. Marli, município de São Jerônimo), de João Turra (anos de 2003, 2004 e 2005, em pomares da cv. Flor-da-prince, município de Charqueadas) e, na região de Pelotas, nas propriedades de Olmar Franchini (Pelotas I, cv. Leonense) e Américo Natali (Pelotas II, cv. Leonense), nos anos de 2003, 2004 e 2005.

As amostras (solo rizosférico e raízes) eram compostas por 20 sub-amostras, coletadas em pontos distintos do pomar dos 20 cm superficiais do solo, na projeção das copas. Estas foram coletadas nas quatro estações de cada ano da duração do experimento (até primavera de 2004 para São Jerônimo e até primavera de 2005 para Charqueadas e Pelotas), visando avaliar a flutuação populacional das espécies de FMA. As amostras de solo foram secas à sombra, ao ar livre e à temperatura ambiente. Das amostras coletadas no período de primavera-verão de cada ano foram retiradas sub-amostras, que foram utilizadas para determinação dos teores de matéria orgânica, pH e macronutrientes, segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995).

Na propriedade de São Jerônimo, na PI, era utilizado um manejo do solo com cobertura de inverno com aveia preta (*Avena strigosa*) e roçada no início do mês de outubro. Já na PC o produtor mantinha a cobertura nativa, realizando uma gradagem leve para incorporação da adubação e roçada no início de outubro. Na propriedade Pelotas I, na PI, era utilizado cobertura nativa e roçada no início de outubro e, na PC, era utilizado cobertura natural, com uso de grade lateral e gradagem na entre-linha. Na propriedade Pelotas II, na PI, o produtor usava aveia preta (*Avena strigosa*) e roçada no início de outubro, e, na PC, o mesmo usava era utilizado cobertura nativa e roçada no início de outubro.

As raízes amostradas foram lavadas em água destilada e conservadas em F.A.A. (Formaldeído a 5%, Ácido Acético a 5% e Álcool Etílico a 90%) (Honrubia et al., 1993), para posterior determinação da intensidade de colonização pelos FMA. Para tanto, as raízes foram cortadas em segmentos de um centímetro de comprimento, separando-se, ao acaso, 96 segmentos por pomar e estação do ano. Estes segmentos foram clarificados e tingidos (Phyllips & Hayman, 1970) e, em seguida, examinados em microscópio para avaliação da presença e intensidade de hifas, vesículas e arbúsculos (Nemec, 1992). A porcentagem de raízes colonizadas foi obtida através da relação: número de segmentos infectados/total analisado.

A partir das amostras de solo também foi feito o isolamento e a identificação morfológica de esporos de FMA. De cada amostra foi retirada uma alíquota de 100 g de solo e o isolamento dos esporos foi realizado pela técnica da lavagem, decantação e peneiramento por via úmida (Gerdemann, 1955; Gerdemann e Nicolson, 1963), utilizando-se peneiras de malha 105 μ m e 53 μ m de diâmetro, seguido por centrifugação a 1750 rpm com água destilada esterilizada e com sacarose 50%, segundo Jenkins (1964). A seguir foram contados os esporos viáveis por 100 g de solo seco, usando um estereomicroscópio para visualização dos mesmos.

Com os esporos recuperados foram feitos três tipos de preparações:

- a) esporos rompidos por pressão, montados em álcool polivinil-lactoglicerol (PVLG) para observar as paredes;
- b) esporos intactos montados em PVLG;

c) esporos inteiros, montados em PVLG, com reativo de Melzer (1:1, v/v).

Este reativo permite observar a reação dos esporos ao iodo, critério que serve, em muitos casos, para sua correta classificação.

As lâminas foram montadas com, no máximo, 50 esporos em cada lâmina. Foram montadas tantas lâminas quanto necessárias para avaliar os esporos recuperados. As preparações contendo os esporos foram observadas em microscópio óptico e identificadas por espécie, segundo o manual de Schenck & Perez (1988) e as novas descrições encontradas em Morton (2006). A classificação e a identificação dos FMA basearam-se nas características morfológicas dos esporos. Em nível de espécie, além de observar características externas (utilizadas para identificação de gêneros), como forma, diâmetro e cor do esporo, comprimento da hifa de sustentação e ornamentação externa da parede, observaram-se, também, características internas, como conteúdo e paredes dos esporos. A caracterização das paredes foi dividida em grupos, tipos, número e espessura. Para estimar o número de propágulos infectivos existentes no solo, foi utilizada a técnica do número mais provável (NMP) adaptada ao reconto de propágulos de FMA por Porter (1979) e Powell (1980).

Os dados foram submetidos à análise de variância executada pelo programa SAS e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

2.3 Resultados e discussão

Nos municípios de São Jerônimo e Charqueadas, o percentual de colonização das raízes com FMA foi elevado (acima de 65%) em ambos os sistemas de produção, apresentando diferenças entre os mesmos. Na propriedade São Jerônimo, o percentual de colonização da PI foi sempre superior a PC, enquanto em Charqueadas somente nos períodos de primavera e verão. Os picos de colonização ocorreram no período de verão (2002, 2003 e 2004 para São Jerônimo e 2004 e 2005 para Charqueadas), sendo superior a 90% na PI (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1 – Percentual de colonização com FMA de raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2002, 2003 e 2004, nas quatro estações do ano, no município de São Jerônimo, RS.

Estações	São Jerônimo	
	PI	PC
Verão/02	90 aA	75 aB
Outono/02	71 cA	69 bcB
Inverno/02	71 cA	67 cB
Primavera/02	75 bA	71 bB
Verão/03	91 aA	77 aB
Outono/03	72 cA	69 bcB
Inverno/03	70 cA	68 cB
Primavera/03	76 bA	71 bB
Verão/04	92 aA	77 aB
Outono/04	72 cA	70 bcB
Inverno/04	71 cA	68 cB
Primavera/04	77 bA	72 bB
Sistemas	77 A	72 B
C.V. (%)	5,84	5,81

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (estação) e maiúscula na linha (sistema de produção), não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

TABELA 2 – Percentual de colonização por FMA de raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações do ano, nos municípios de Charqueadas e Pelotas (Pelotas I e II), RS.

Estações	Charqueadas		Pelotas I		Pelotas II	
	PI	PC	PI	PC	PI	PC
Outono/03	70 cA	71 bA	29 eA	30 cA	46 dA	31 bcB
Inverno/03	67 dA	67 cA	27 eA	26 dA	42 fA	30 cB
Primavera/03	76 bA	72 bB	37 cdA	31 bcB	51 cA	33 bB
Verão/04	93 aA	78 aB	42 bA	31 bcB	58 bA	41 aB
Outono/04	70 cA	71 bA	33 dA	31 bcA	46 dA	32 bcB
Inverno/04	68 dA	68 cA	27 eA	27 dA	44 efA	30 bcB
Primavera/04	76 bA	72 bB	37 cA	31 bcB	56 bA	33 bB
Verão/05	93 aA	78 aB	45 aA	38 aB	61 aA	41 aB
Outono/05	71 cA	70 bA	33 dA	32 bA	46 dA	32 bcB
Inverno/05	68 dA	68 cA	29 eA	28 dA	45 efA	32 bcB
Primavera/05	76 bA	72 bB	37 cA	33 bB	57 bA	33 bB
Sistemas	76 A	72 B	34 A	31 B	50 A	34 B
C.V. (%)	6,54	5,81	5,16	4,99	9,99	5,18

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (estação) e maiúscula na linha (sistema de produção), não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Na região produtora de Pelotas, o percentual de colonização das raízes com FMA foi considerado baixo em ambos os sistemas de produção, sendo que, ao longo dos anos, só ocorreram diferenças entre os sistemas na propriedade Pelotas II. Na propriedade Pelotas I, as diferenças só ocorreram no período da primavera de 2003, verão e primavera dos anos de 2004 e 2005 (Tabela 2).

As avaliações mostraram também que, ao comparar uma mesma estação entre os diferentes anos, só ocorreram diferenças no percentual de colonização do verão de 2004 para o verão de 2005, em ambos os sistemas, da propriedade Pelotas I e na PI da propriedade Pelotas II, do outono de 2003 para o outono de 2004, na PI da propriedade Pelotas I, e da primavera de 2003 para a primavera de 2004 na PI da

propriedade Pelotas II. Os picos de colonização em ambas as propriedades ocorreram no verão, sendo que nunca foram superiores a 61%.

A comparação entre as regiões mostra que o percentual de colonização das raízes com FMA foi superior, em ambos os sistemas de produção, na região de Charqueadas e São Jerônimo.

A provável causa da variação no percentual de colonização das raízes, entre as regiões e tratamentos, está ligada ao tipo de manejo do solo utilizado em cada propriedade e sistema de produção. Segundo Marschner (1995), os benefícios efetivos dos FMA na produção agrícola são mais promissores em circunstâncias cuja infecção potencial dos fungos nativos é manipulada indiretamente através de manejos de solos e rotação de culturas. Assim, conforme Silveira (2000), o manejo agrícola é determinante no estabelecimento e desempenho dos FMA nativos, pois vários fatores (pH, nível de fertilidade, umidade, aeração, manejo do solo, grau de dependência micorrízica da planta e interações entre fungos e outros organismos do solo) interferem, positiva ou negativamente, na infectividade do fungo e na eficiência da associação.

Na região de São Jerônimo e Charqueadas, o manejo do solo da área da PI empregava cobertura de inverno com aveia na entrelinha e herbicida na linha, sem uso de grade e com uso controlado de insumos agrícolas, como adubos e agrotóxicos, conforme estabelecido pelas Normas Técnicas Específicas de Produção Integrada de Pêssego (NTEPIP). Já na área da PC, da propriedade São Jerônimo, o manejo do solo consistia de uma gradagem leve, com profundidade de 4 a 5 cm na entrelinha, no momento da incorporação dos fertilizantes na periferia da copa. Após o

final de 2003, o produtor passou a usar a roçadeira como método para controle do crescimento da cobertura natural na entrelinha (Figura 1).

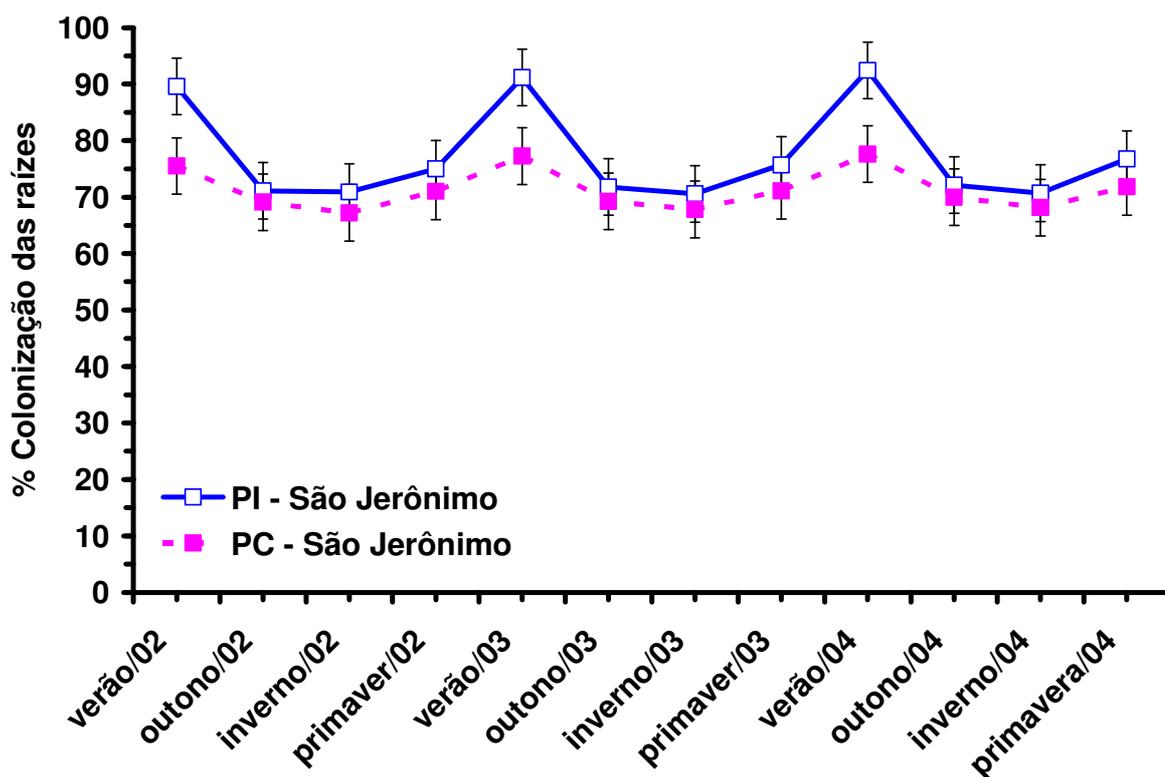


FIGURA 1 - Percentual de colonização radicular por FMA, em pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2002, 2003 e 2004, nas quatro estações, na propriedade São Jerônimo.

Segundo Oliveira & Sanders (1999), os índices de colonização radicular e densidades de esporos dos FMA são menores em solos submetidos a distúrbios mecânicos ou que são mantidos nus.

Na PC da propriedade de Charqueadas, o produtor usava somente a roçadeira, sem gradagem. Na PI, com o uso de uma espécie na cobertura do solo

(aveia), diminui a diversidade biológica, o que aumentou a possibilidade de colonização na linha de plantio de pêssego (Figura 2).

Conforme Jordan et al. (2000), o uso de cobertura morta ou adubação verde promove a colonização por FMA. Além disto, em agroecossistemas com baixo nível de interferência por práticas agrícolas, os índices de colonização micorrízica são elevados (Boddington & Dodd, 2000). O uso da cobertura natural na PC aumentou a diversidade de espécies vegetais hospedeiras e a diversidade de espécies de FMA, o que permitiu o aumento da competição entre os mesmos. Além disto, muitas das espécies de FMA predominantes poderiam apresentar as menores respostas de colonização com a cultura plantada, o que, em última instância, levaria a diminuição da atuação dos FMA junto às plantas cultivadas. Isto porque, segundo Focchi et al. (2004), as espécies podem estar presentes nos ambientes, mas não responder à presença de raízes de determinadas plantas. Além disto, conforme Eriksson (2001), a diversidade de espécies hospedeiras favorece o estabelecimento de um número elevado de espécies de FMA, devido a maior quantidade de hospedeiros que os mesmos podem colonizar. Desta forma, segundo Sanders et al. (1995), a comunidade de plantas, dos quais os fungos dependem para obter os fotoassimilados, também pode influenciar a estrutura da comunidade de FMA, o que sugere que a diversidade de vegetação espontânea nos agroecossistemas altera a diversidade de espécies de FMA, pelo aumento de espécies e competição entre as mesmas.

Isto pode ser comprovado pelo fato de que, no período vegetativo dos pessegueiros, o percentual de colonização radicular foi superior na PI em relação à

PC, mesmo com condições semelhantes de fertilidade e pH entre os sistemas (Apêndice 1). Outro fato a destacar é que os níveis de fósforo eram elevados, o que não afetou a colonização das raízes, principalmente na PI. Segundo Moraes (1995), a aveia, quando em condições ideais de pH (em torno de 6,0 – 6,5), extrai grande quantidade de fósforo do solo, o que facilitaria a atuação das micorrizas. Além disto, como no solo de um pomar existe uma população mista de espécies de FMA, é de se supor que o comportamento diferenciado destas espécies também tenha ajudado a garantir a colonização micorrízica das raízes, independentemente dos níveis de fósforo presente no solo.

Na região de Pelotas, na propriedade Pelotas II era utilizada cobertura de inverno com aveia na PI e cobertura natural na PC. Já na propriedade Pelotas I, até 2003 era utilizada a grade lateral na linha e gradagem na entrelinha da PC para incorporação dos adubos e cobertura natural na PI. A partir da primavera de 2004 o produtor passou a usar somente cobertura natural em ambos os sistemas de produção, sem uso de gradagem. No caso da propriedade Pelotas II, o uso da cobertura de inverno com aveia garantiu um maior percentual de colonização radicular dos pessegueiros da PI em relação à PC, com cobertura natural, devido à diversidade de espécies vegetais que a cobertura natural ofereceu aos FMA para colonização (Figura 2).

A colonização da PI na região de Pelotas foi menor do que na de São Jerônimo. Este fato pode ser explicado pelo pH do solo mais baixo nas propriedades localizadas em Pelotas, o que teria prejudicado o desenvolvimento da aveia e a absorção de fósforo (Apêndice 1). Com baixo pH, a colonização seria garantida pelo

comportamento diferenciado das diversas espécies de micorrizas presentes nos pomares, visto que muitas espécies de FMA preferem solos ácidos ou são indiferentes à acidez. Na propriedade Pelotas I, o uso de cobertura natural na PI, aliado ao elevado teor de fósforo e pH baixo manteve o percentual de colonização abaixo de 50%. Na PC estes valores ficam abaixo de 40%, devido ao tipo de manejo que era utilizado até 2004, com gradagem lateral na projeção da copa, o que rompia as raízes, prejudicando a colonização (Figura 2).

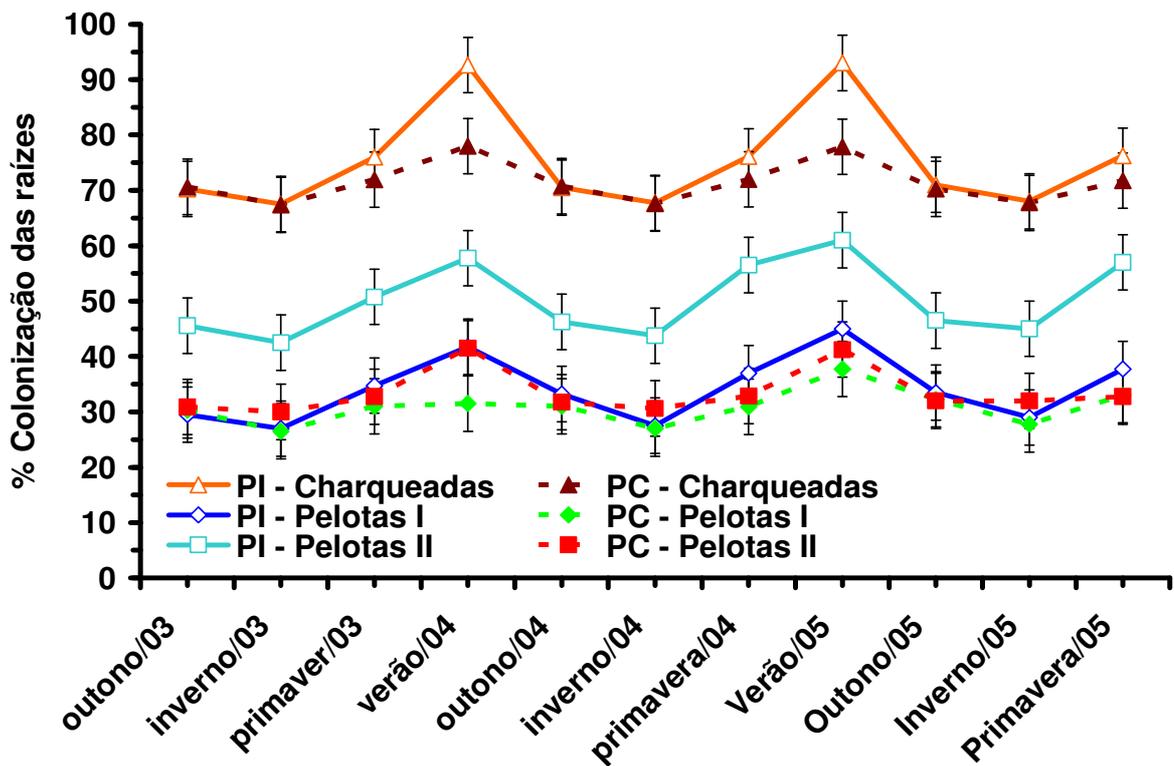


FIGURA 2 – Percentual de colonização radicular por FMA, em pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações do ano, nas propriedades Charqueadas, Pelotas I e Pelotas II.

De acordo com Kurle & Pfeleger (1994), o revolvimento excessivo do solo se reflete negativamente sobre a comunidade de FMA e o estabelecimento da associação simbiótica.

No entanto, quando a intensidade de colonização foi quantificada pela presença de estruturas de colonização do fungo (hifas, vesículas e arbúsculos – Figura 3) nas raízes, a mesma foi considerada de fraca a moderada para a presença de hifas e fraca para vesículas e arbúsculos, em ambos os sistemas, no município de Charqueadas.

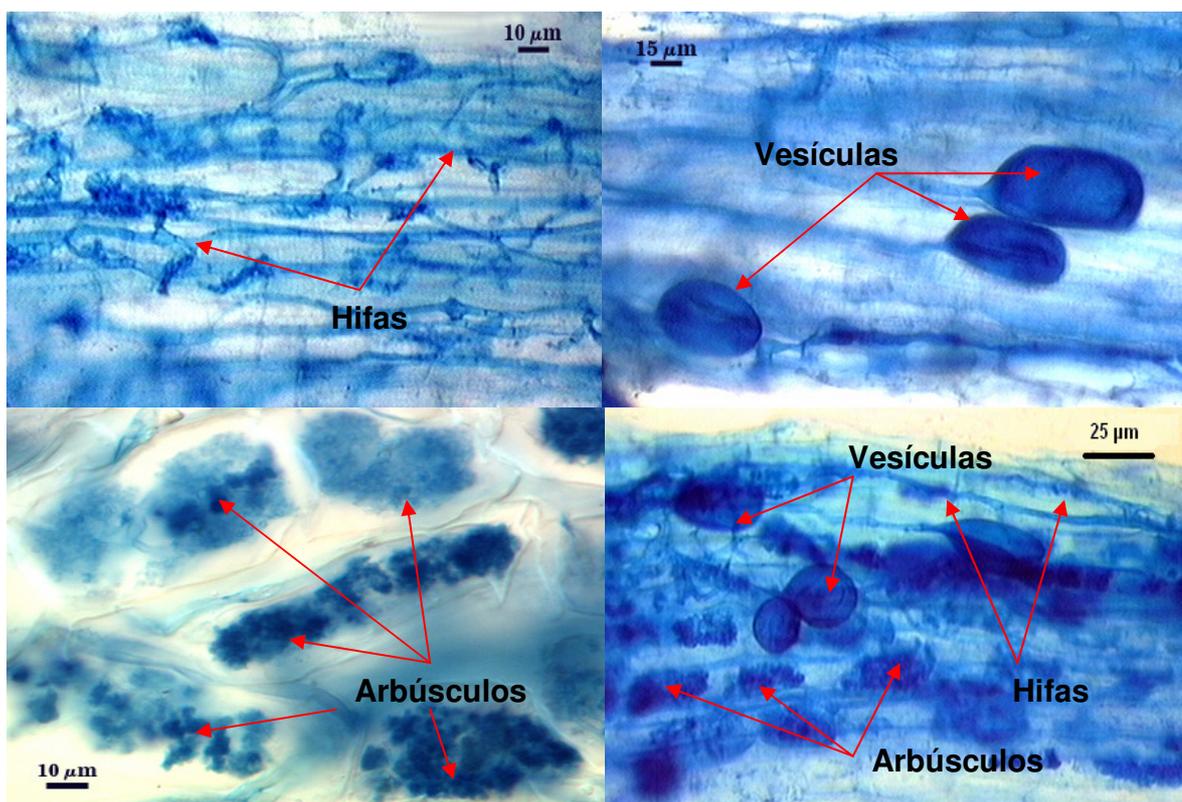


FIGURA 3 – Estruturas de colonização (hifas, vesículas e arbúsculos) de FMA, presentes em raízes de plantas de pessegueiro conduzidas no sistema de Produção Integrada, coletadas no período de verão do ano de 2004 no município de São Jerônimo. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia).

A comparação entre os sistemas mostrou que os índices de presença de estruturas dos FMA encontrados em raízes de plantas da PI foram superiores aos encontrados nas da PC somente no período de primavera-verão, em todos os anos avaliados, sendo também o período de picos de presença das estruturas (Figura 4).

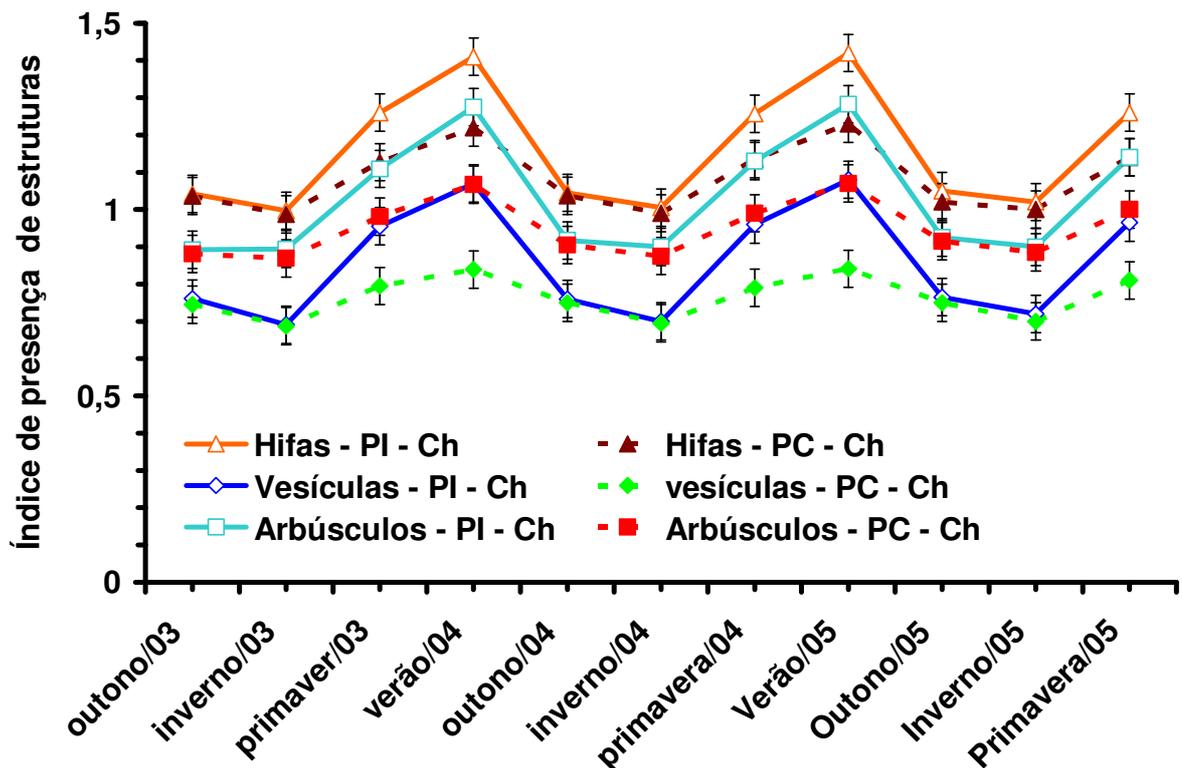


FIGURA 4 – Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações, no município de Charqueadas (Ch).

No caso da propriedade do município de São Jerônimo, a presença de estruturas de colonização do fungo (hifas, vesículas e arbúsculos) nas raízes foi considerada moderada para todas as estruturas, em ambos os sistemas. A PI apresentou índices superiores aos da PC, ao longo das estações dos anos avaliados, excetuando-se os períodos de inverno (Figura 5).

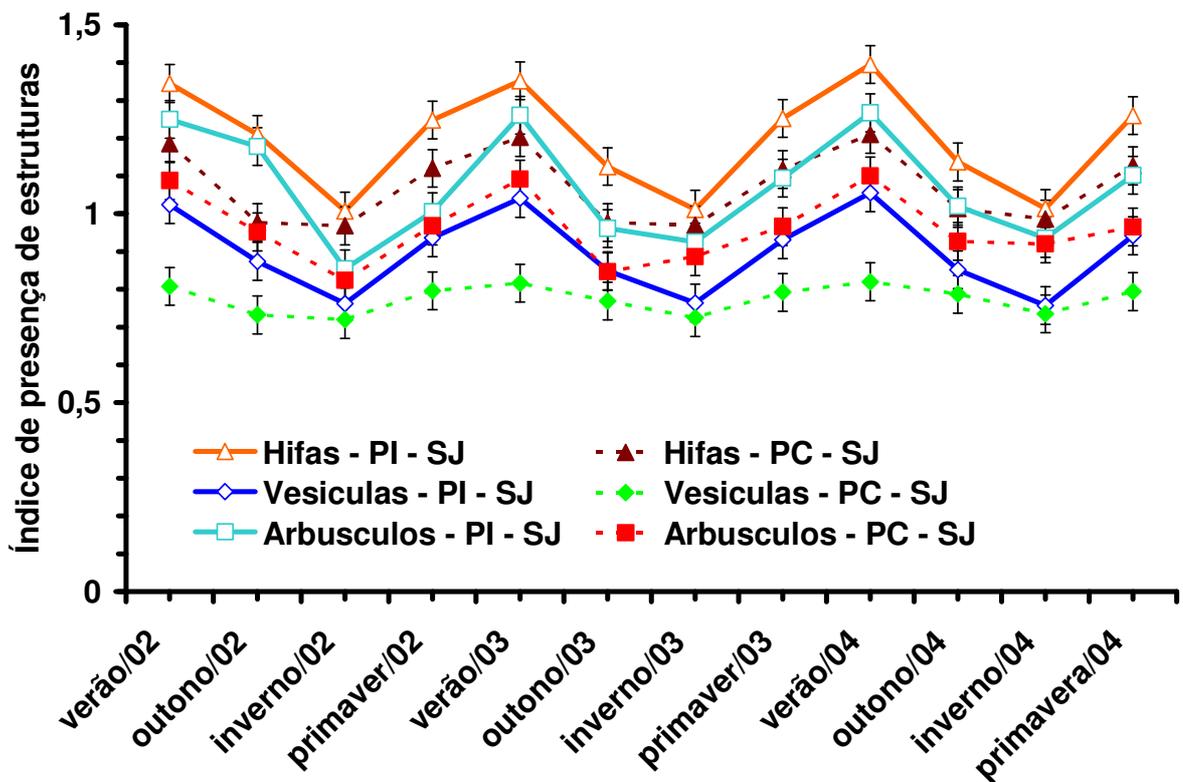


FIGURA 5 – Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2002, 2003 e 2004, nas quatro estações, no município de São Jerônimo (SJ).

Para as propriedades do município de Pelotas, a presença de estruturas de colonização do fungo (hifas, vesículas e arbúsculos) nas raízes foi considerada fraca para todas as estruturas de colonização, em ambos os sistemas e propriedades. A propriedade Pelotas II apresentou os maiores índices em relação à Pelotas I. Na mesma propriedade, a PI apresentou os maiores índices em relação aos da PC, em todas as estações dos anos avaliados. Já na propriedade Pelotas I, somente no inverno dos anos avaliados é que a presença de estruturas de colonização do fungo não foi superior na PI em relação a PC (Figuras 6 e 7).

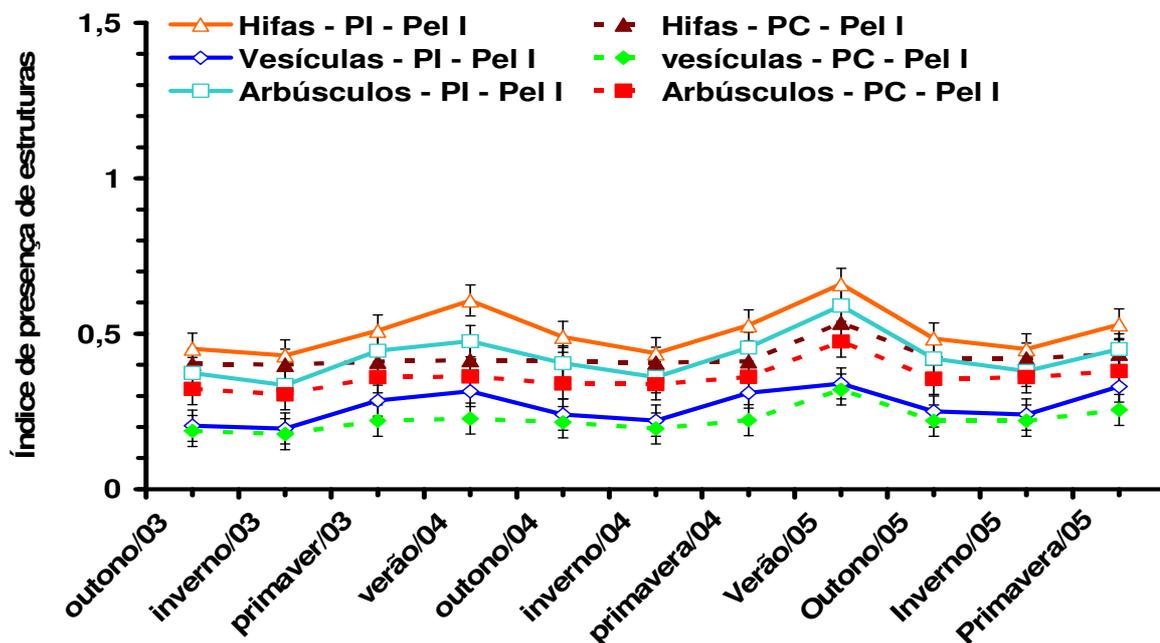


FIGURA 6 - Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações, no município de Pelotas (Pel I).

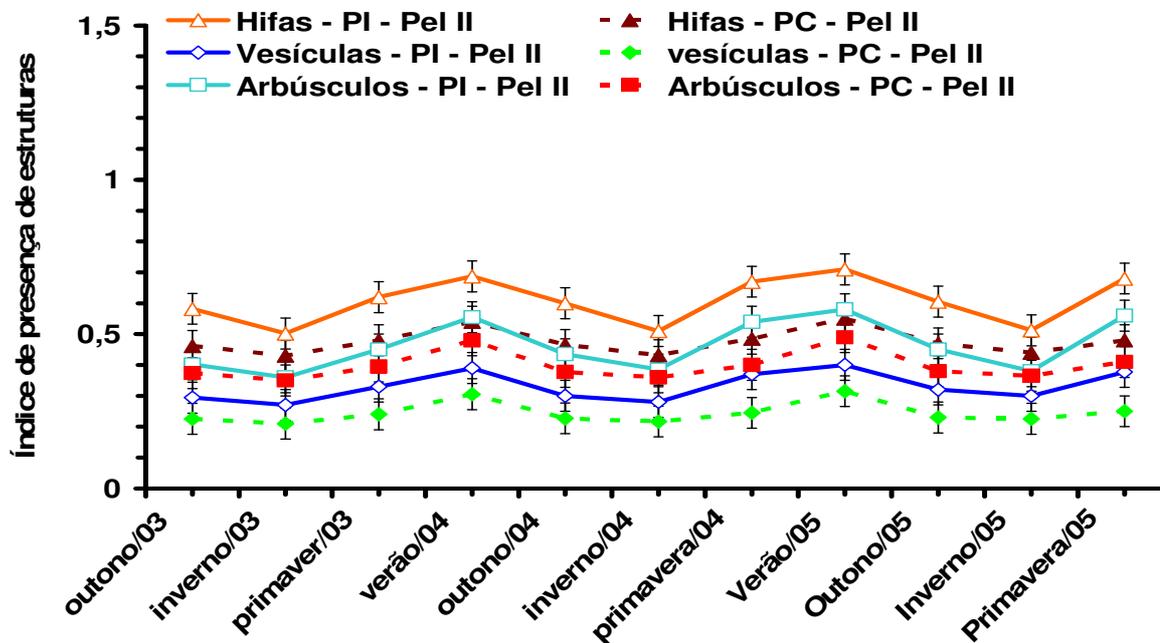


FIGURA 7 – Índice de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos), em raízes de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos anos de 2003, 2004 e 2005, nas quatro estações, no município de Pelotas (Pel II).

Estes resultados podem ser explicados pelos elevados teores de fósforo encontrados nas amostras de solo, que não impediram a colonização das raízes, como no caso de São Jerônimo, que teve intensa colonização em ambos os sistemas, mas que, segundo Graham et al. (1981) e Miller & Jackson (1998), podem inibir o desenvolvimento de estruturas de FMA no interior das raízes.

Foram identificadas 21 espécies de FMA nas amostras coletadas nos pomares das duas regiões. Não houve diferenças entre as comunidades de FMA, quanto ao número de espécies, quando avaliada a influência dos sistemas de manejo do solo empregado em cada sistema de produção. Ao compararmos as regiões, foram encontradas 13 espécies nos municípios de Charqueadas e São Jerônimo, apresentando menor número de espécies quando comparado a região de Pelotas, onde foram encontradas 20 espécies de FMA (Tabela 3).

TABELA 3 – Número de espécies de FMA encontrados em amostras coletadas em pomares conduzidos nos sistema de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nas quatro estações dos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005, nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, RS.

Região	Estação ⁽³⁾	Sistema de produção ⁽²⁾		Total região ⁽¹⁾	Total de espécies
		PI	PC		
Charqueadas e São Jerônimo	Verão	B 9b	A 13a	13b	
	Outono	AB 10 ^{ns}	B 11 ^{ns}		
	Inverno	B 9b	B 11a		
	Primavera	A 11 ^{ns}	AB 12 ^{ns}		
Total sistema produção ⁽²⁾		12 ^{ns}	12 ^{ns}		
Pelotas	Verão	A 11 ^{ns}	B 10 ^{ns}	20a	21
	Outono	B 9b	A 12a		
	Inverno	B 9b	AB 11a		
	Primavera	A 11 ^{ns}	AB 11 ^{ns}		
Total sistema produção ⁽²⁾		17 ^{ns}	18 ^{ns}		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna (regiões⁽¹⁾) e linha (sistemas de produção⁽²⁾) e maiúsculas na coluna (estações⁽³⁾) não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

As variações entre as médias das estações do ano podem ser atribuídas a amostragem, em que os esporos de algumas espécies podem não ter aparecido na amostra composta de determinada estação e área.

Focchi et al. (2004), avaliando a influência dos sistemas de Produção Convencional e Orgânico sobre a presença espécies de FMA em pomares de citros, verificaram que o sistema de manejo do solo orgânico, com uso de plantas de cobertura de inverno, apresentaram maiores índices de colonização, o que coincide com os dados obtidos neste trabalho. Os mesmos autores também verificaram maior número de espécies de FMA em manejo orgânico, o que difere dos resultados deste experimento. Já Franke-Snyder et al. (2001), trabalhando com milho e soja mantidos sob sistema convencional e orgânico de manejo do solo, não verificaram diferenças quanto ao número de espécies de FMA entre os tratamentos, porém encontraram diferenças dos índices de colonização em favor do sistema orgânico de manejo do solo, o que coincide com os resultados obtidos neste trabalho.

O gênero *Glomus* apresentou o maior número de espécies, nove, seguido dos gêneros *Acaulospora*, com sete, *Scutellospora*, com dois, *Archaeospora*, *Entrophospora* e *Gigaspora*, com uma espécie cada (Tabela 4). As espécies *Archaeospora leptoticha* e *Gigaspora margarita* apareceram em 56 das 58 amostras analisadas (96%); *Acaulospora denticulata*, em 46 (79%); *Glomus macrocarpum* e *Scutellospora heterogama*, em 44 (76%); *Glomus clarum*, em 38 (66%); *Glomus geosporum*, em 37 (64%); *Glomus tortuosum*, em 25 (43%); *Acaulospora scrobiculata* e *Glomus etunicatum*, em 21 (36%); *Scutellospora weresubiae*, em 14 (24%); *Acaulospora tuberculata* e *Glomus coremioides*, em 11 (19%); *Acaulospora*

mellea, em 9 (15%); *Glomus microaggregatum*, em 6 (10%); *Entrophospora colombiana*, em 3 (5%); *Acaulospora bireticulata*, *Acaulospora laevis*, *Glomus glomerulatum* e *Glomus claroideum*, em 2 (3%) e *Acaulospora foveata*, em 1 (2%).

O maior número médio de esporos encontrados por amostra foi das espécies *Archaeospora leptoticha* (24), *Gigaspora margarita* (23), *Acaulospora denticulata* (18,2), *Scutellospora heterogama* (17), *Glomus clarum* (16,1), *Acaulospora tuberculata* (16), *Glomus etunicatum* (16), *Acaulospora laevis* (12), *Entrophospora colombiana* (12), *Glomus tortuosum* (12) e *Glomus macrocarpum* (10,2), sendo que todas as outras espécies tiveram número médio de esporos por amostra menor do que dez. As espécies *Archaeospora leptoticha*, *Gigaspora margarita*, *Acaulospora denticulata*, *Scutellospora heterogama* e *Glomus clarum* destacam-se por apresentarem os maiores valores dos dois índices (ocorrência relativa e número médio de esporos por amostra). Das espécies encontradas nas amostras, destacam-se *Archaeospora leptoticha* e *Gigaspora margarita*, que aparecem com mais de 15% dos esporos coletados nas amostras, em todos os sistemas de produção e em ambas as regiões, enquanto que *Acaulospora denticulata* destaca-se para a região de São Jerônimo, com mais de 10% dos esporos coletados em ambos os sistemas. *Scutellospora heterogama* aparece com mais de 9,5% dos esporos coletados para a região de São Jerônimo, em ambos os sistemas, e, para a região de Pelotas, 14% na PI e 9,8% na PC. *Glomus clarum*, que apresentou elevados índices de ocorrência relativa e número médio de esporos por amostra, só apresentou destaque para o percentual de esporos coletados na PC de São Jerônimo, com um índice de 12,8% (Tabela 4).

TABELA 4 – Ocorrência relativa, número médio de esporos e freqüência relativa (%) de esporos de FMA encontrados em pomares de pessegueiro conduzidos nos sistema de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, RS.

Espécies de FMA	Ocorrência relativa (%) ⁽¹⁾	Nº médio esporos/ 100g solo seco	Produção Integrada		Produção Convencional	
			Freqüência relativa (%) ⁽²⁾		Freqüência relativa (%) ⁽²⁾	
			1 ^(a)	2 ^(b)	1 ^(a)	2 ^(b)
<i>Acaulospora bireticulata</i>	03	4,0	-	-	-	0,7
<i>Acaulospora denticulata</i>	79	18,2	15,4	8,2	12,0	9,4
<i>Acaulospora foveata</i>	02	11,0	-	0,7	-	-
<i>Acaulospora laevis</i>	03	12,0	-	0,5	-	1,5
<i>Acaulospora mellea</i>	15	7,0	-	1,7	1,4	1,4
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	36	9,5	-	7,8	-	6,8
<i>Acaulospora tuberculata</i>	19	16,0	2,1	3,8	2,2	2,2
<i>Archaeospora leptoticha</i>	96	24,0	19,5	19,3	19,5	17,1
<i>Entrophospora colombiana</i>	05	12,0	1,1	0,4	-	-
<i>Gigaspora margarita</i>	96	23,0	18,0	18,5	20,2	16,9
<i>Glomus coremioides</i>	19	4,0	0,6	-	2,0	-
<i>Glomus claroideum</i>	03	9,0	-	-	-	1,6
<i>Glomus clarum</i>	66	16,1	9,0	5,0	12,8	8,6
<i>Glomus etunicatum</i>	36	16,0	4,2	2,7	8,0	4,7
<i>Glomus geosporum</i>	64	10,0	6,5	4,0	2,1	8,2
<i>Glomus glomerulatum</i>	03	6,5	-	-	-	1,1
<i>Glomus macrocarpum</i>	76	10,2	8,3	5,9	5,5	4,3
<i>Glomus microaggregatum</i>	10	6,0	-	1,6	-	0,7
<i>Glomus tortuosum</i>	43	12,0	5,7	2,9	4,6	2,4
<i>Scutellospora heterogama</i>	76	17,0	9,6	14,0	9,7	9,8
<i>Scutellospora weresubiae</i>	24	5,4	-	3,0	-	2,6
Total	-	-	100	100	100	100

^(a)1 – região de Charqueadas e São Jerônimo; ^(b)2 – região de Pelotas;

⁽¹⁾Nº amostras em que foi encontrado/total de amostras X 100.

⁽²⁾Nº total esporos da espécie/nº total esporos (região e sistema de produção) X 100.

No município de São Jerônimo, o número de esporos de FMA encontrados nas amostras de solo foi elevado na PI e mediano na PC, apresentando diferenças entre os mesmos (Figuras 8). O número de esporos da PI foi sempre superior a PC em virtude do tipo de manejo do solo empregado em cada sistema de produção,

sendo que os picos de esporulação ocorreram no outono de 2004, com mais de 220 esporos por 100 gramas de solo seco na PI e 180 esporos na PC.

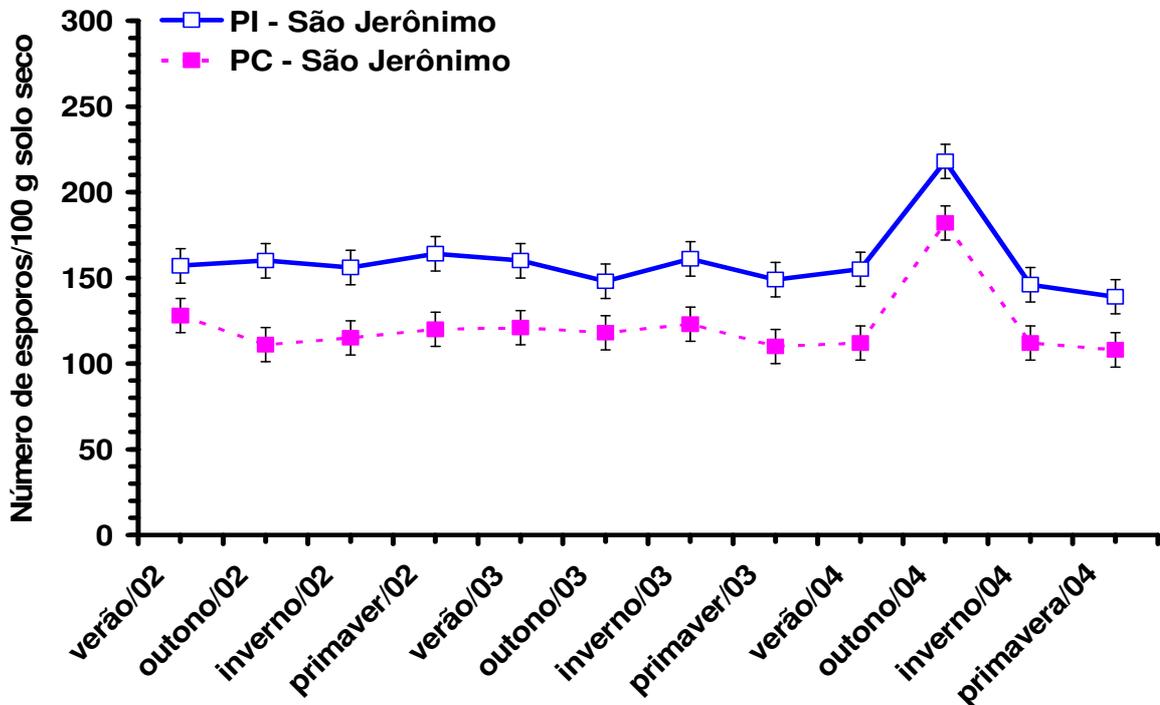


FIGURA 8 – Número de esporos encontrados em amostras de solo (número de esporos/100 g de solo seco) coletadas em pomares de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), no município de São Jerônimo.

Na propriedade Charqueadas, o número de esporos de FMA encontrados nas amostras de solo também foi considerado elevado na PI e mediano na PC, apresentando diferenças entre os mesmos. O número de esporos da PI foi sempre superior a PC. Os picos de esporulação ocorreram no outono de 2004 e 2005 sendo superior a 200 esporos por 100 gramas de solo seco na PI e 150 esporos na PC (Figura 9). Já na região produtora de Pelotas, o número de esporos sempre foi superior na PI em relação a PC, em ambas as propriedades. Na PI não ocorreram diferenças entre as propriedades. O número de esporos de FMA das amostras foi

abaixo de 150 esporos por 100 gramas de solo seco, e, na PC, abaixo de 100 esporos, em ambas as propriedades. Os picos de esporulação da PI ocorreram, em ambas as propriedades, nos períodos de outono e inverno dos anos de 2004 e 2005. Já na PC, não ocorreram diferenças entre as propriedades e os picos ocorreram no outono de 2004 e 2005 (Figura 9).

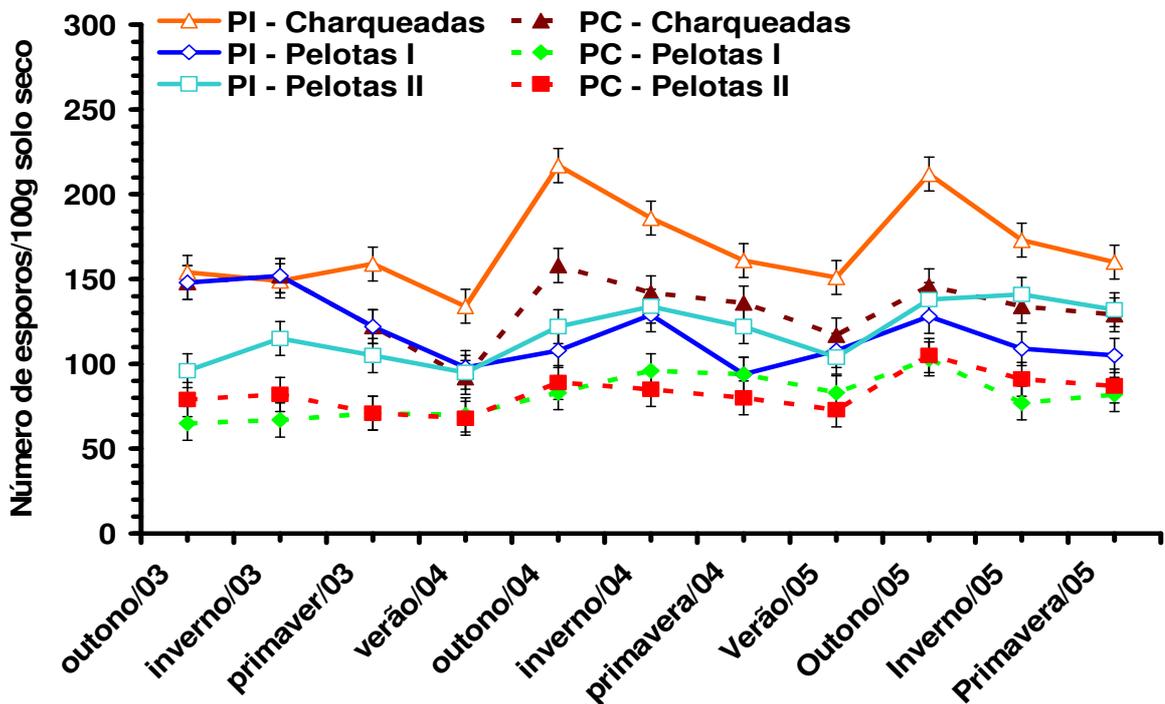


FIGURA 9 – Número de esporos encontrados em amostras de solo (número de esporos/100 g de solo seco) coletadas em pomares de pessegueiro conduzidos nos sistemas de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), nos municípios de Charqueadas e Pelotas (Pelotas I e II).

Como foi citado anteriormente, o baixo número de esporos das propriedades localizadas no município de Pelotas pode ser explicado pelo baixo pH que, no caso da PI, diminuiu a eficiência da cobertura com aveia e, também, atuou como fator de seleção de espécies de FMA mais tolerantes a pH baixo, que poderiam ser espécies menos eficientes quanto à colonização. No caso da PC, o

baixo número de esporos poderia estar relacionado, também, aos níveis de fertilidade, principalmente quanto à matéria orgânica e teores de fósforo. Conforme Miller & Jackson (1998), níveis elevados de fertilidade, especialmente no caso do nitrogênio e fósforo, podem afetar, tanto a colonização, quanto à abundância de esporos.

A provável causa da coincidência dos picos de esporulação terem ocorrido, em ambos os sistemas, no outono de 2004, para o município de São Jerônimo (Figura 10), e outono-inverno dos anos de 2004 e 2005, para os municípios de Charqueadas e Pelotas, está ligada aos longos períodos de estiagem que ocorreram no período de primavera-verão de 2003 para 2004 e de 2004 para 2005, o que levou a diminuição da atividade das plantas e perda precoce de folhas, provocando a antecipação da esporulação dos FMA (Apêndices 2 e 3).



FIGURA 10 – Esporos encontrados em raízes de pessegueiro da propriedade São Jerônimo, outono de 2004. Foto de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia).

Algumas espécies de FMA demonstraram correlação significativa com as características químicas do solo (Tabela 5).

TABELA 5 - Correlação entre a ocorrência de espécies de FMA e as características químicas do solo pertencentes a amostras coletadas em pomares de pessegueiro, conduzidos no sistema de Produção Integrada (PI) e Convencional (PC), período de primavera-verão dos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005, nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, RS, Brasil.

Espécies de FMA	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg
<i>Acaulospora bireticulata</i>	0,11 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,51*	-0,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,03 ^{ns}
<i>Acaulospora denticulata</i>	0,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
<i>Acaulospora foveata</i>	0,04 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,48*	-0,06 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,08 ^{ns}
<i>Acaulospora laevis</i>	0,01 ^{ns}	-0,51*	-0,64**	-0,50*	0,06 ^{ns}	0,14 ^{ns}
<i>Acaulospora mellea</i>	0,02 ^{ns}	-0,53*	-0,51*	-0,49*	0,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	-0,09 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,18 ^{ns}
<i>Acaulospora tuberculata</i>	0,02 ^{ns}	-0,41*	-0,49*	-0,18 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}
<i>Archaeospora leptoticha</i>	0,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
<i>Entrophospora colombiana</i>	-0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,50*	-0,11 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}
<i>Gigaspora margarita</i>	0,15 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
<i>Glomus coremioides</i>	-0,59**	-0,02 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,09 ^{ns}
<i>Glomus claroideum</i>	0,15 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,46*	-0,17 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}
<i>Glomus clarum</i>	0,50*	0,11 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
<i>Glomus etunicatum</i>	0,06 ^{ns}	-0,58*	-0,64**	-0,50*	0,12 ^{ns}	0,15 ^{ns}
<i>Glomus geosporum</i>	0,51*	0,06 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}
<i>Glomus glomerulatum</i>	0,05 ^{ns}	-0,47*	-0,52*	-0,11 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}
<i>Glomus macrocarpum</i>	0,09 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
<i>Glomus microaggregatum</i>	0,06 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,48*	-0,15 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,12 ^{ns}
<i>Glomus tortuosum</i>	0,05 ^{ns}	-0,52*	-0,56*	-0,47*	0,08 ^{ns}	0,11 ^{ns}
<i>Scutellospora heterogama</i>	0,08 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,09 ^{ns}
<i>Scutellospora weresubiae</i>	0,05 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,51*	0,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}Não-significativo.

As espécies *Acaulospora bireticulata*, *Acaulospora foveata*, *Acaulospora laevis*, *Acaulospora mellea*, *Acaulospora tuberculata*, *Entrophospora colombiana*, *Glomus claroidium*, *Glomus etunicatum*, *Glomus glomerulatum*, *Glomus microaggregatum*, *Glomus tortuosum* e *Scutellospora Weresubiae* ocorreram em ambientes com

menores teores de fósforo, enquanto *Acaulospora laevis*, *Acaulospora mellea*, *Glomus etunicatum* e *Glomus tortuosum* mostraram-se sensíveis, também, à presença de níveis elevados de matéria orgânica e potássio.

Focchi et al. (2004), encontraram a mesma correlação das espécies *Acaulospora mellea*, *Entrophospora colombiana*, *Glomus etunicatum* e *Glomus geosporum* com o fósforo. Da mesma forma, Siqueira et al. (1989), mostraram que *Acaulospora mellea* e *Glomus etunicatum* preferem ambientes com menores teores de fósforo.

Por outro lado, as espécies *Acaulospora denticulata*, *Acaulospora scrobiculata*, *Archaeospora leptoticha*, *Gigaspora margarita*, *Glomus macrocarpum* e *Scutellospora heterogama* apresentaram-se indiferentes às características do solo. A espécie *Glomus coremioides* mostrou-se sensível a pH elevado, enquanto *Glomus clarum* e *Glomus geosporum* mostraram ter preferência por solo pouco ácidos ou neutros.

Siqueira et al. (1989) e Johnson (1993), relatam que algumas espécies do gênero *Gigaspora* ocorrem em ambientes com pH inferior a seis, enquanto que Clark (1997) afirma que muitas espécies dos gêneros *Acaulospora* e *Gigaspora*, além da espécie *Glomus manihotis*, são particularmente tolerantes a condições de elevada acidez.

As espécies encontradas nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, nos sistemas de PI e PC, estão representadas nas figuras de 11 a 20.

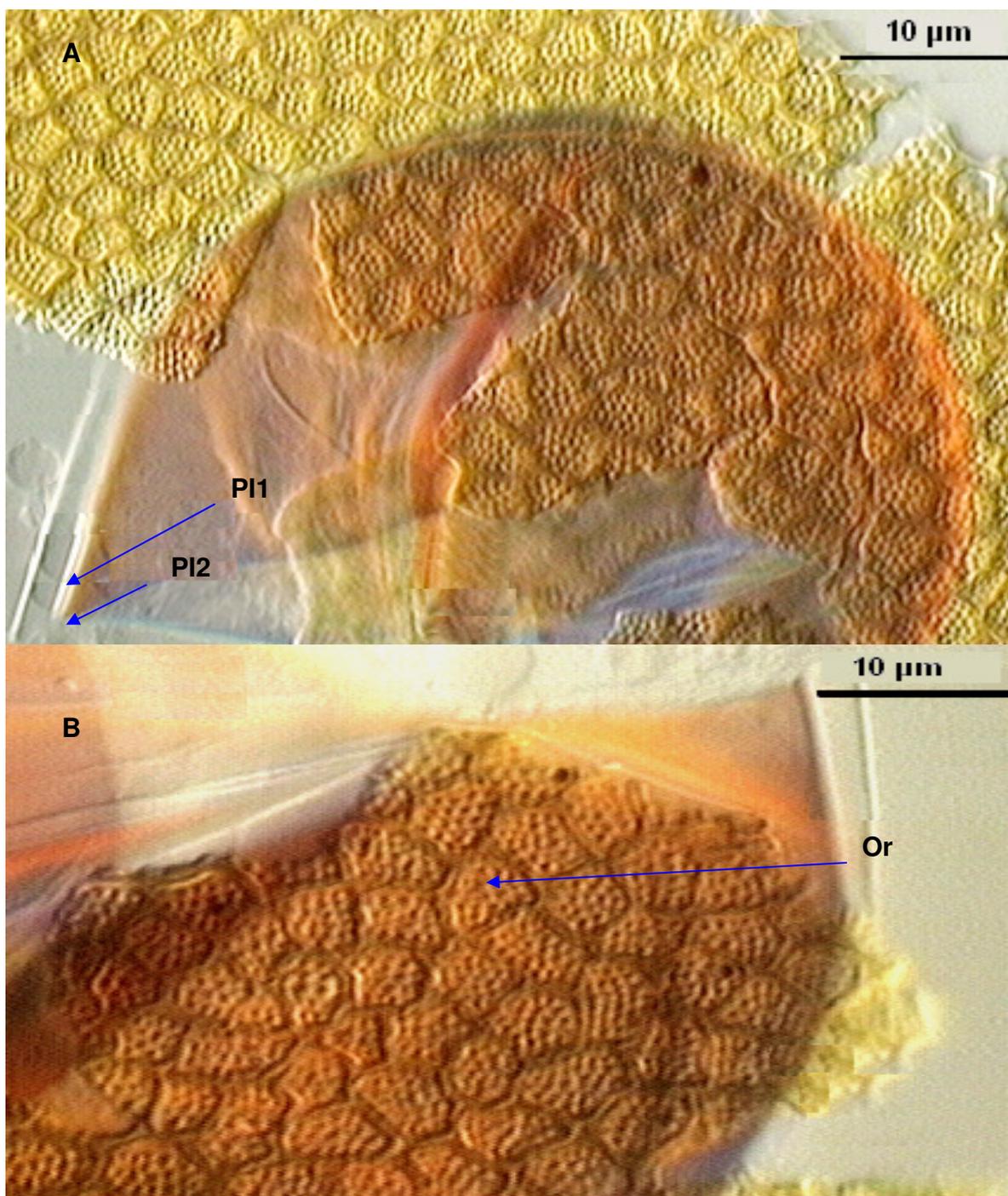


FIGURA 11 - Esporos de *Acaulospora bireticulata* encontrados em amostras coletadas em pomares conduzidos em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004 – A. aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**); B. **Or** - detalhe da ornamentação na parede externa. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia).

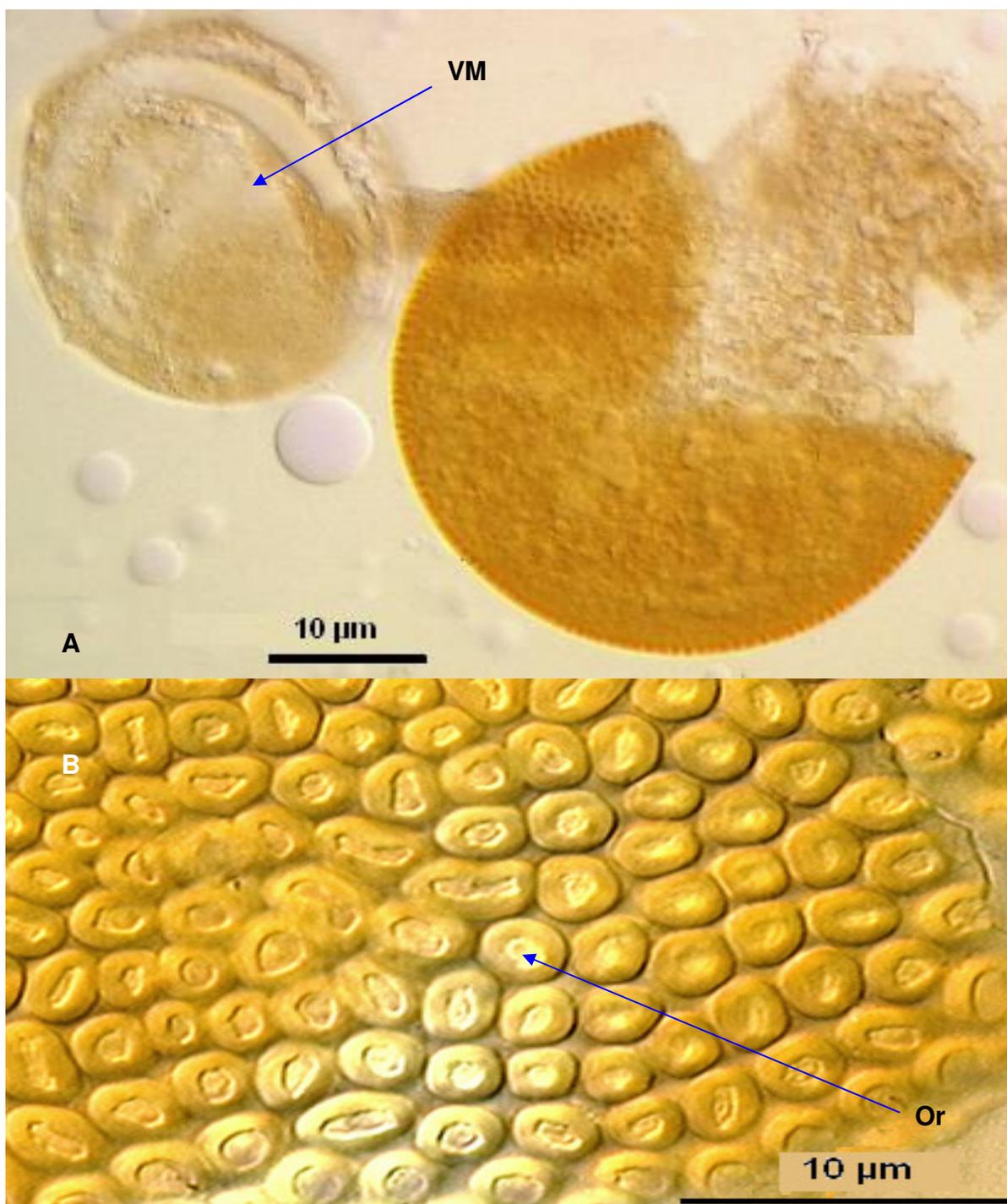


FIGURA 12 - Esporos de *Acaulospora denticulata* encontrados em amostras coletadas em pomares conduzidos em sistema de PI no município de Charqueadas, verão de 2003 – A. aspecto geral do esporo e detalhe da vesícula mãe (VM); B. Or - detalhe da ornamentação na parede externa. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia).

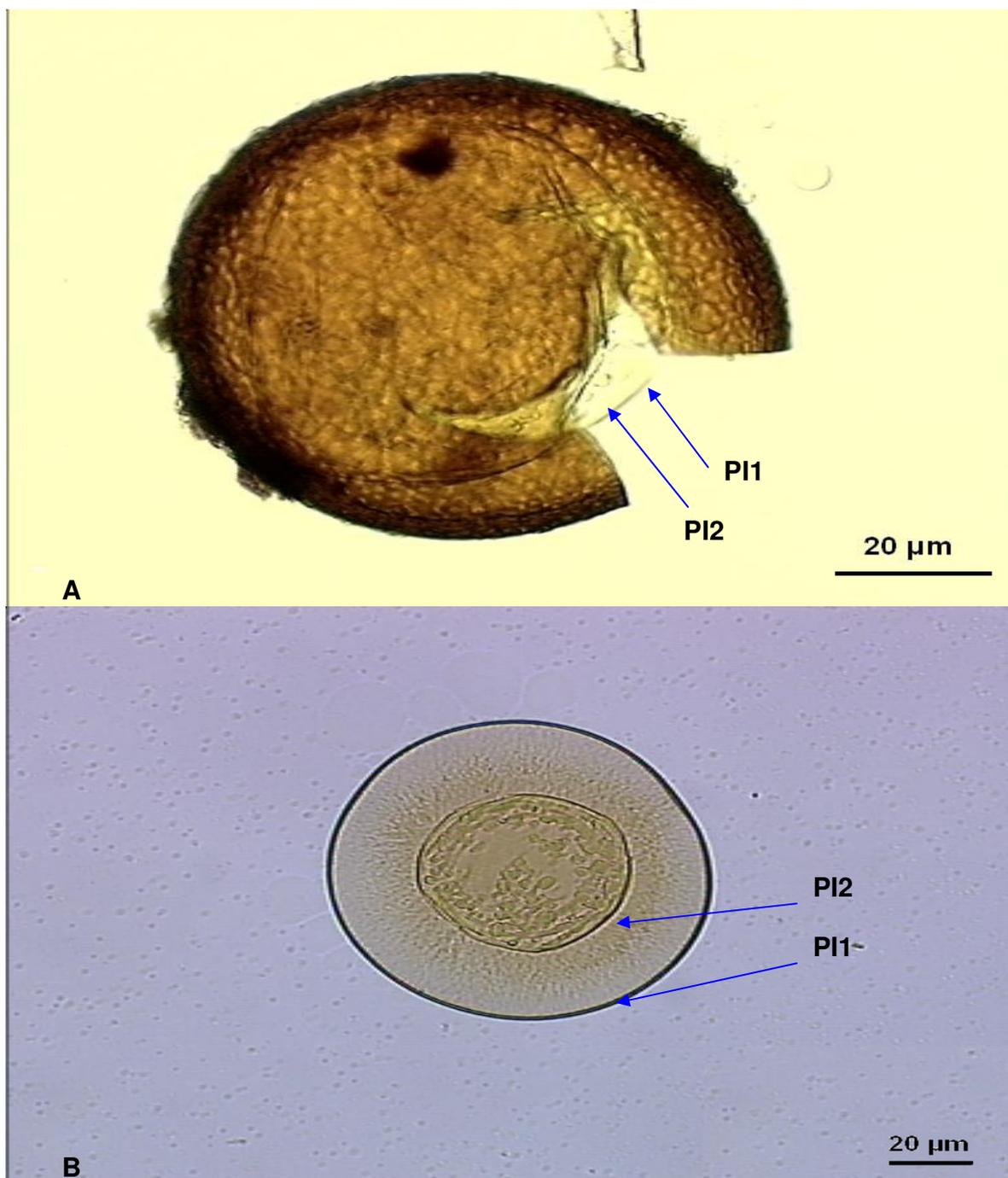


FIGURA 13 – A. Esporo de *Acaulospora foveata* encontrado em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PI no município de Pelotas, outono de 2004 - aspecto geral do espora e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**); B. Esporo de *Acaulospora laevis* encontrado em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004 - aspecto geral do espora. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM).

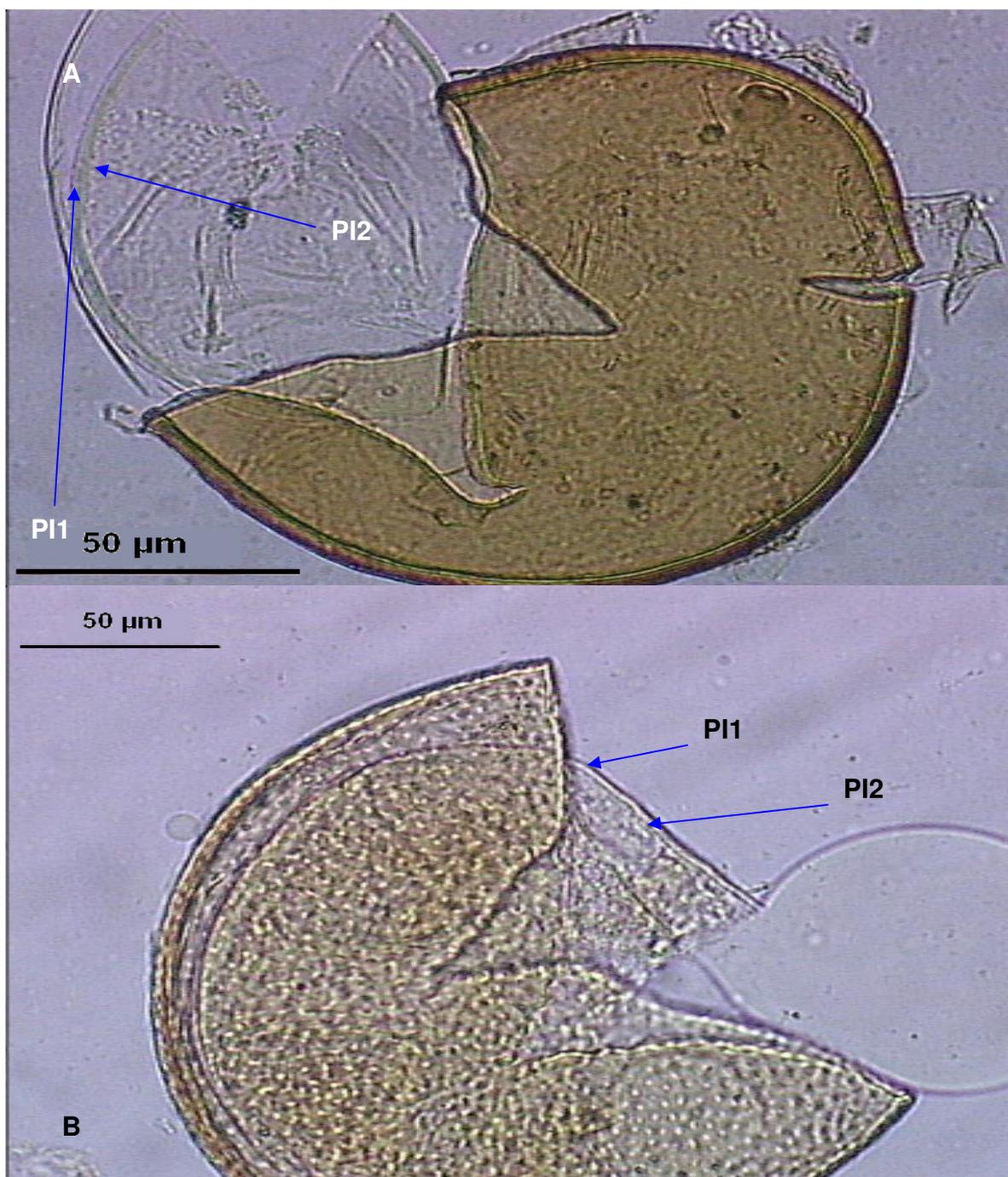


FIGURA 14 – A. Esporo de *Acaulospora mellea* - aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**); B. Esporo de *Acaulospora scrobiculata* - aspecto geral do esporo e detalhe das paredes internas (**PI1** e **PI2**). Esporos encontrados em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PI no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM).

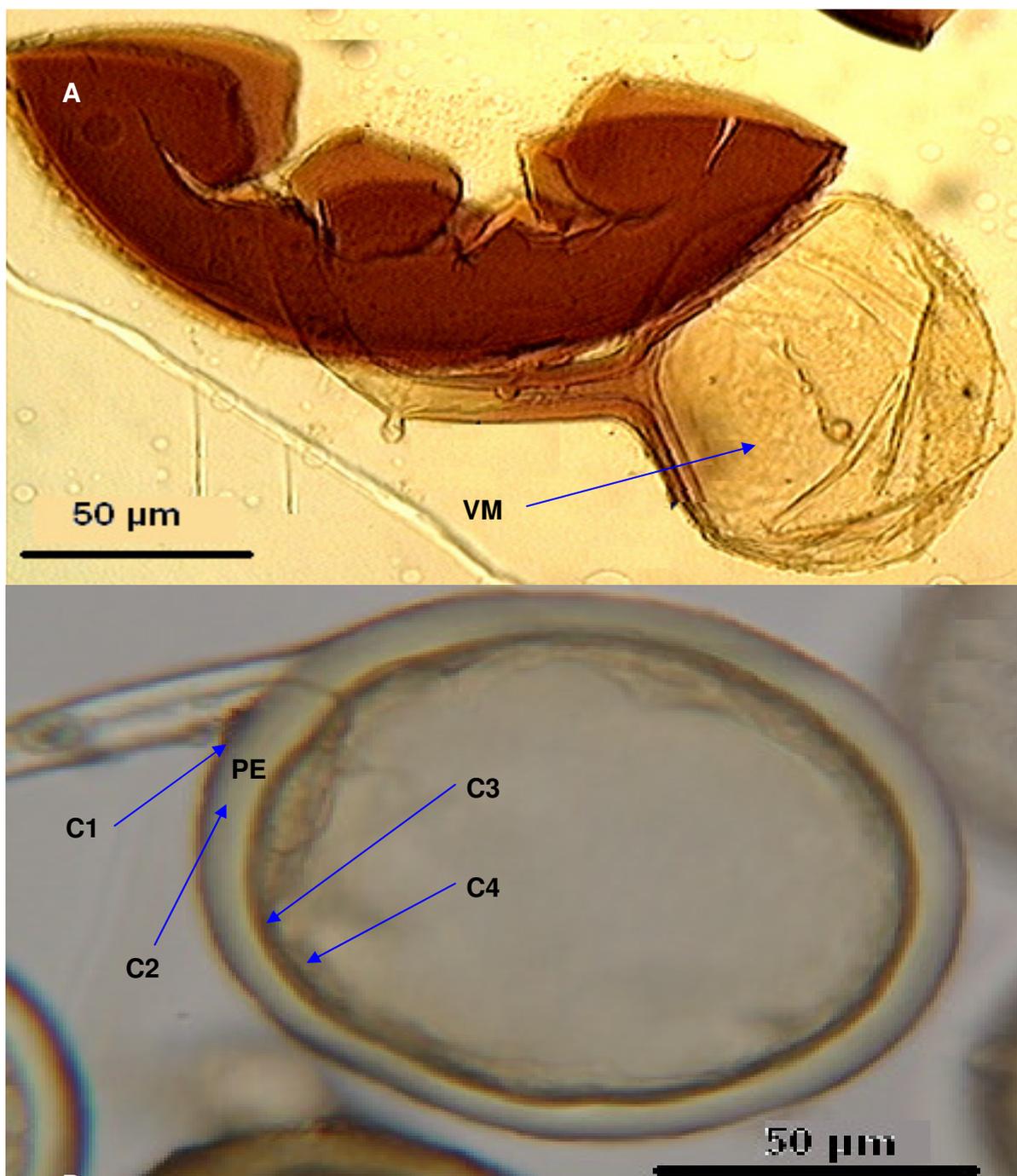


FIGURA 15 – A. Esporo de *Acaulospora tuberculata* - aspecto geral do esporo e detalhe da vesícula mãe (VM); B. Esporo de *Archaeospora leptoticha* - aspecto geral do esporo e detalhe das camadas (C1, C2, C3 e C4) da parede externa (PE). Esporos encontrados em amostra coletada em pomar conduzido em sistema de PI no município de São Jerônimo, verão de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM).

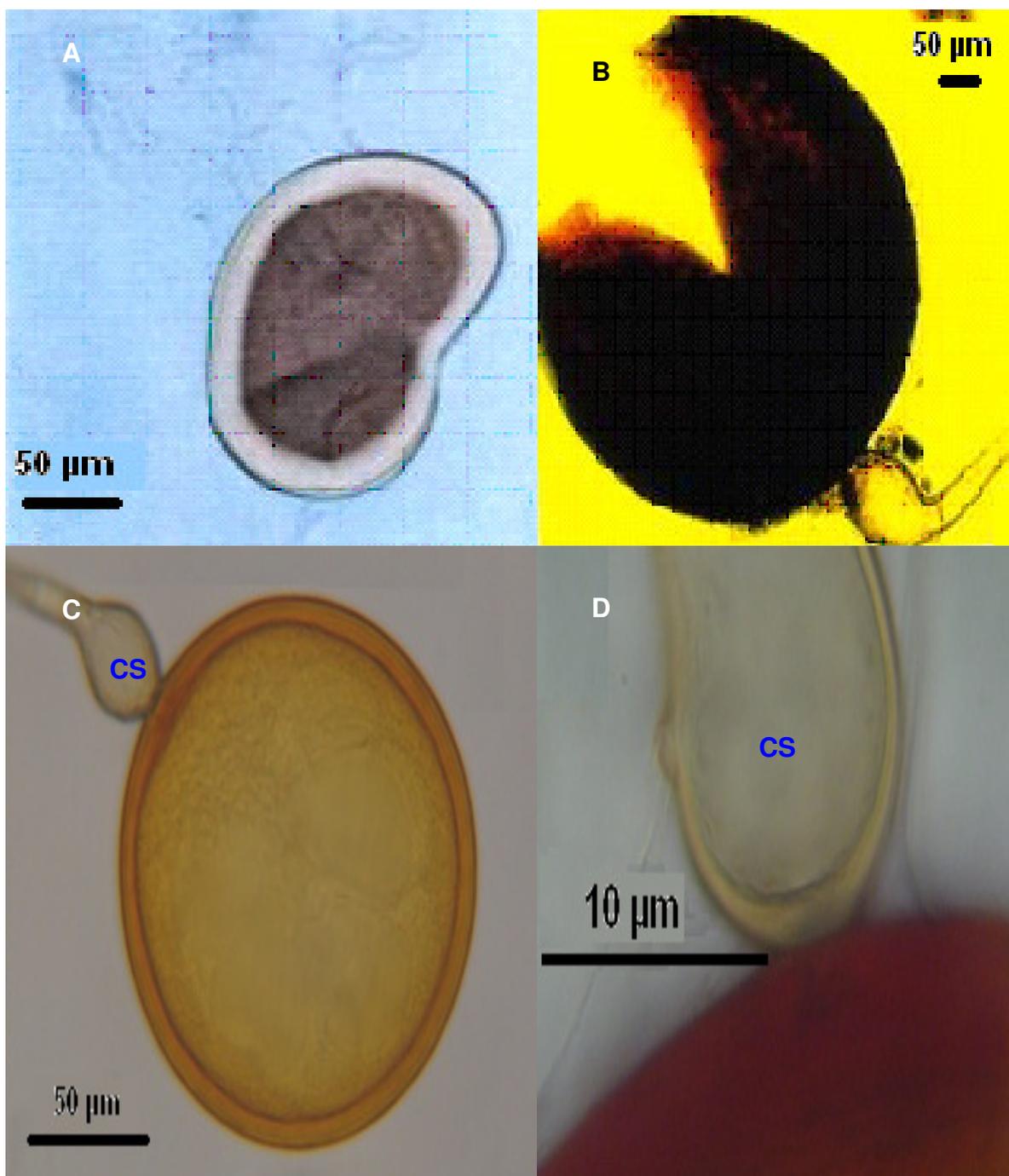


FIGURA 16 – A. Esporo de *Entrophospora colombiana* - aspecto geral do esporo; B – D: Esporo de *Gigaspora margarita* – B. aspecto geral do esporo em PVLG e Melzer; C - aspecto geral do esporo em PVLG; D - detalhe da célula suspensoróide (CS). Esporos encontrados em amostra coletada em pomar conduzido em sistema PI no município de Charqueadas, verão de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho (Departamento de Micologia - UEM).

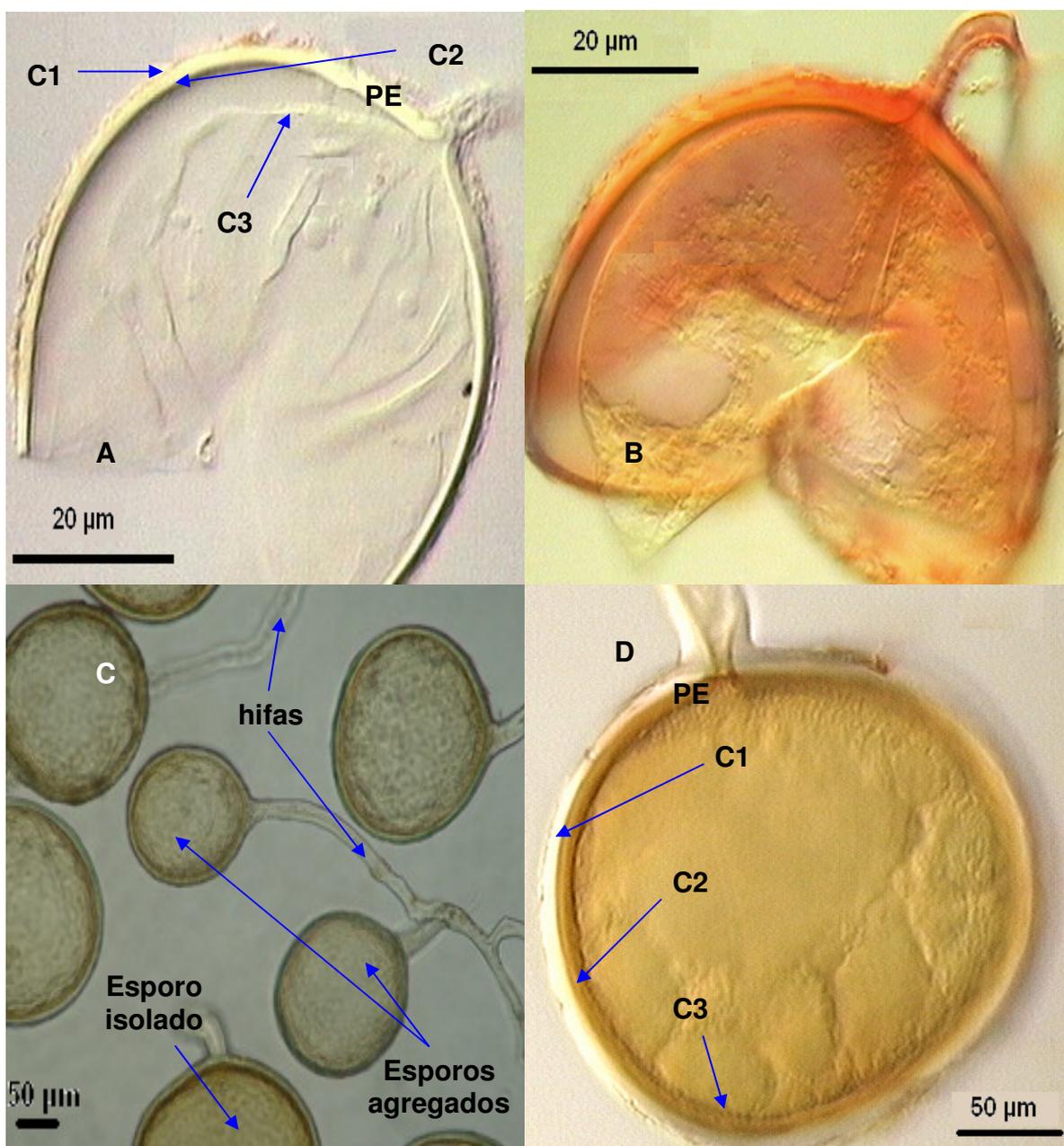


FIGURA 17 – A – B: Esporo de *Glomus claroideum* – A. aspecto geral do espora em PVLG e detalhe das camadas (**C1**, **C2** e **C3**) da parede do espora (**PE**); B. aspecto geral do espora em PVLG e Melzer; C – D: Esporos de *Glomus clarum* – C. aspecto geral dos esporos; D - aspecto geral do espora em PVLG e Melzer e detalhe das camadas (**C1**, **C2** e **C3**) da parede do espora (**PE**). Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia).

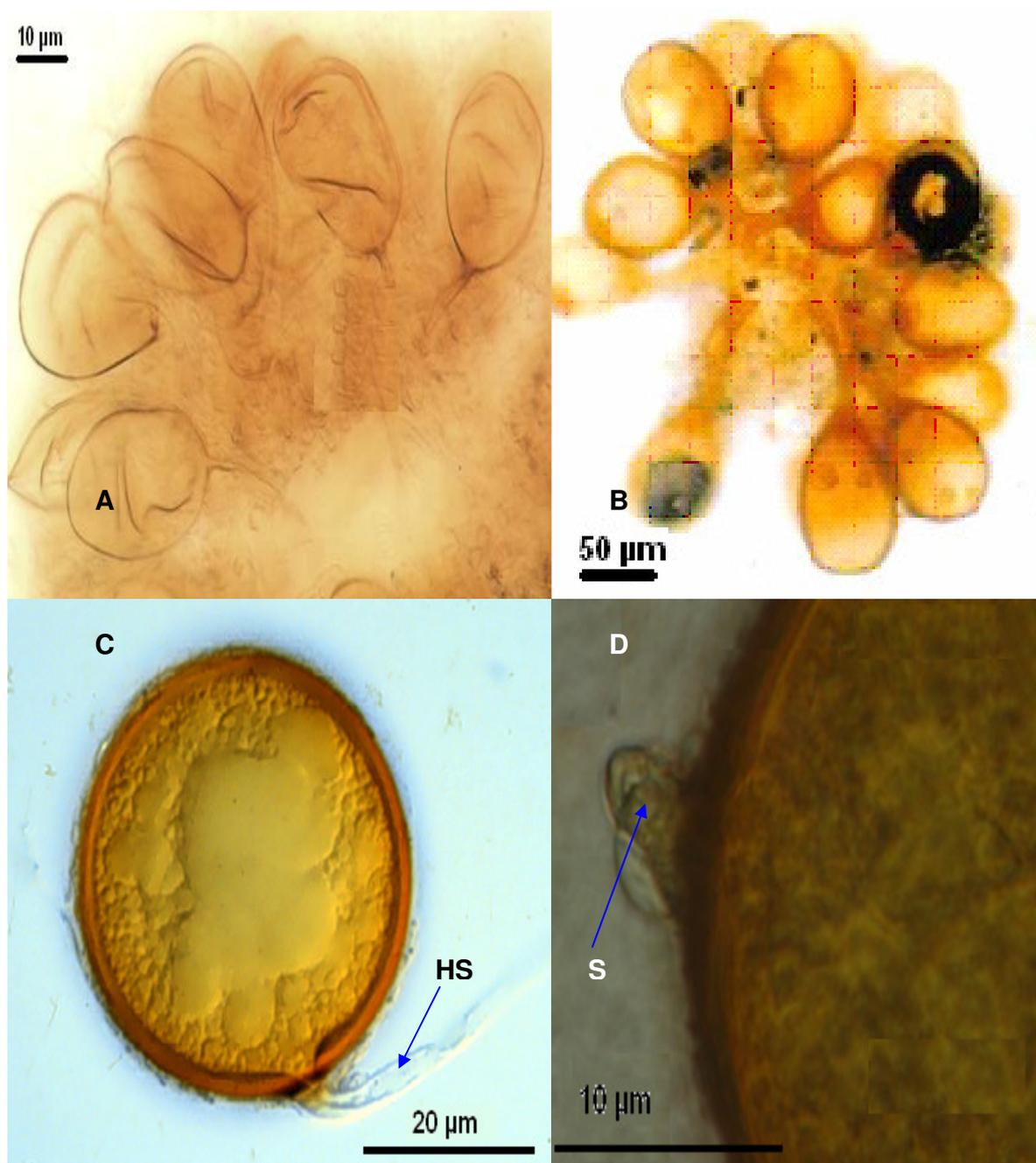


FIGURA 18 – A - B: Esporos de *Glomus coremioides* – A. aspecto geral do esporo no esporocarpio em PVLG; B. aspecto geral do esporocarpio em PVLG e Melzer; C – D: Esporos de *Glomus etunicatum* – C. aspecto geral do esporo em PVLG e Melzer e detalhe da hifa de sustentação (**HS**); D. Detalhe do septo (**S**) da hifa de sustentação. Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PC no município de Charqueadas, outono de 2004. Fotos de Itamar Garcia Ignácio (Embrapa Agrobiologia).

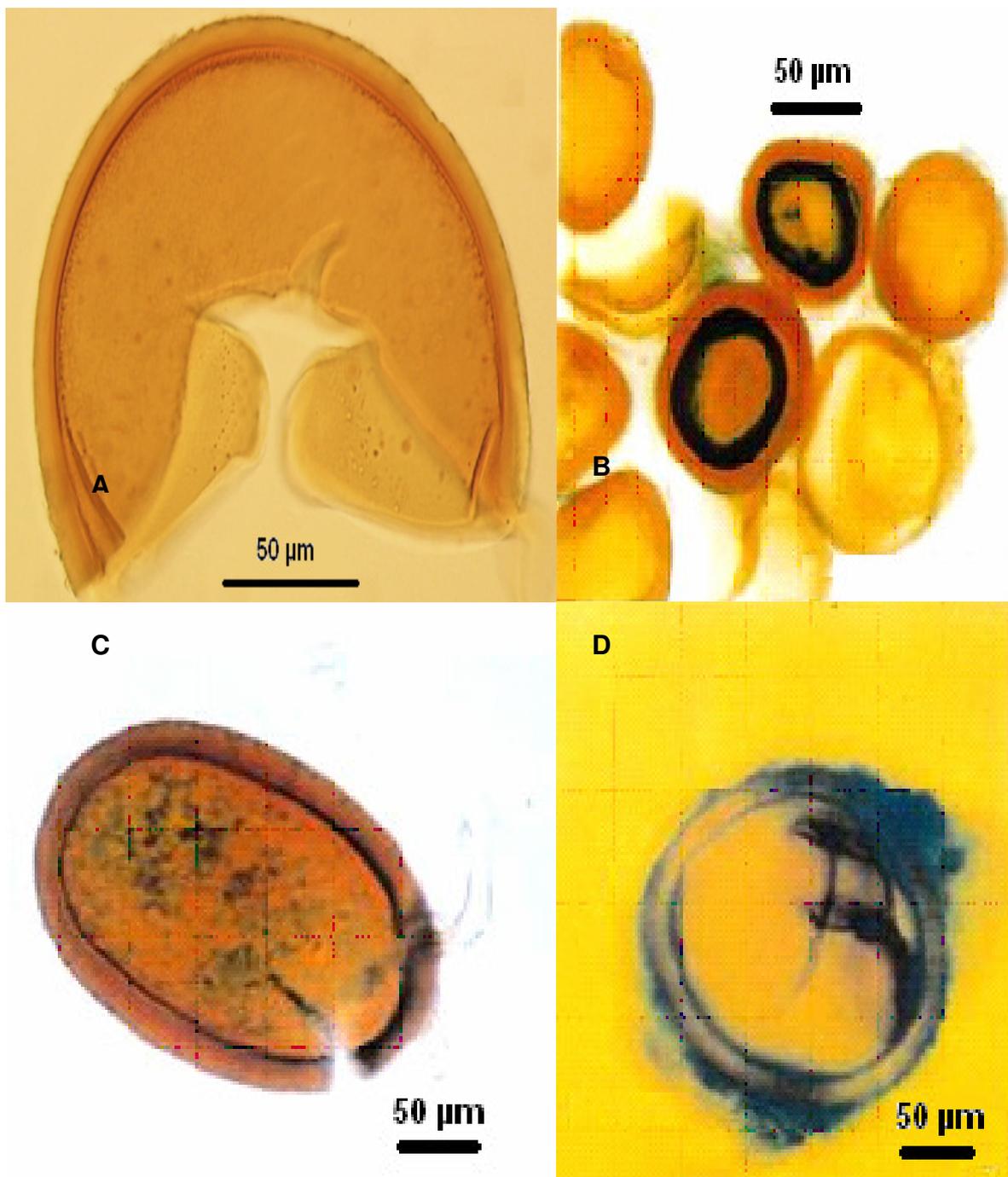


FIGURA 19 – A. Aspecto geral de esporo de *Glomus geosporum*; B. aspecto geral de esporos de *Glomus glomerulatum*; C. aspecto geral do esporo de *Glomus macrocarpum*; D. aspecto geral do esporo de *Glomus microaggregatum*. Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PC no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho e Fábio Barbosa (Departamento de Micologia - UEM).

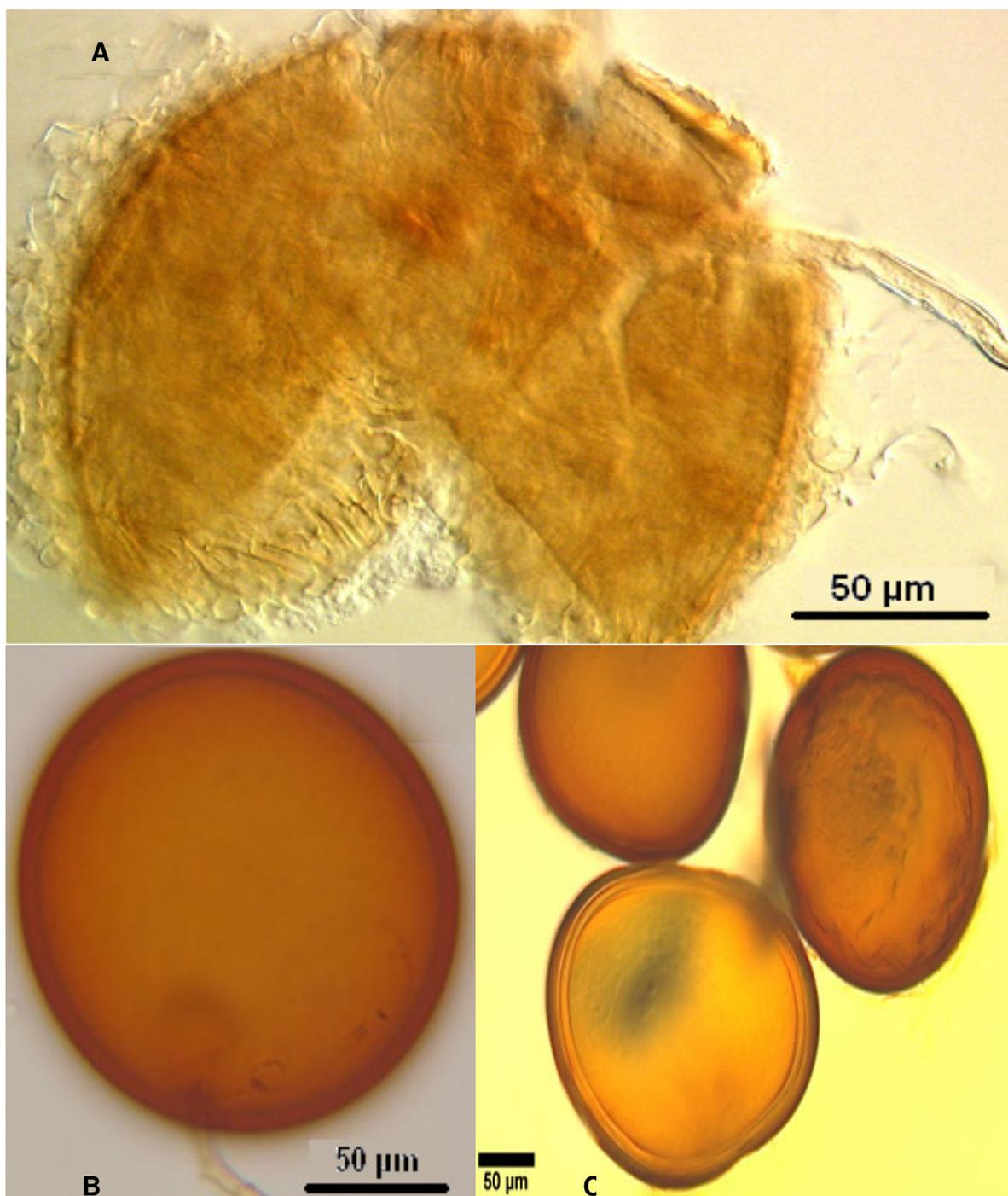


FIGURA 20 – A. Aspecto geral de esporo de *Glomus tortuosum*; B. aspecto geral de esporo de *Scutellospora heterogama*; C. aspecto geral do esporo de *Scutellospora weresubiae*. Esporos encontrados em amostras coletadas em pomar conduzido em sistema de PI no município de Pelotas, outono de 2004. Fotos de Roselaine Carrenho e Fábio Barbosa (Micologia - UEM).

2.4 Conclusões

1) Existe variação no percentual de colonização das raízes em função da época do ano e em função do sistema de produção, sendo que a área com manejo apregoado pela PI apresenta maior colonização sempre em relação a PC.

2) O tipo de solo e o manejo utilizado interferem na colonização das raízes e na formação de estruturas de colonização. O uso de cobertura de inverno com aveia aumenta a possibilidade de colonização das plantas cultivadas.

3) Não há diferenças entre as comunidades de FMA, quanto ao número e a composição das espécies, quando avaliada a influência dos sistemas de manejo do solo empregado em cada sistema de produção.

4) A matéria orgânica, os teores de fósforo e potássio e o pH são determinantes na colonização das raízes e na formação de esporos de FMA.

5) A ordem crescente de ocorrência das espécies foi: *Acaulospora foveata* < *Acaulospora bireticulata* = *Acaulospora laevis* = *Glomus claroideum* = *Glomus glomerulatum* < *Entrophospora colombiana* < *Glomus microaggregatum* < *Acaulospora mellea* < *Acaulospora tubercula* = *Glomus coremioides* < *Scutellospora weresubiae* < *Acaulospora scrobiculata* = *Glomus etunicatum* < *Glomus tortuosum* < *Glomus geosporum* < *Glomus clarum* < *Glomus macrocarpum* = *Scutellospora heterogama* < *Acaulospora denticulata* < *Archaeospora leptoticha* = *Gigaspora margarita*.

3. CAPÍTULO III - Comportamento dos porta-enxertos “Aldrighi” e “Okinawa” inoculados com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) isolados de vinhedos da serra gaúcha

3.1 Introdução

A eficiência dos fungos micorrízicos é representada pela sua capacidade de estimular o crescimento da planta e depende da genética (Moreira & Siqueira, 2002) e dos fatores edafoclimáticos envolvendo os dois agentes. Aspectos relacionados à planta hospedeira, como estado nutricional, taxa de crescimento, produção de substâncias e, principalmente, a genética da planta e do fungo, além dos teores nutricionais do solo (principalmente os de fósforo), são determinantes no desempenho da simbiose (Silveira, 1998; Nunes, 2004). Assim, uma cultivar pode apresentar baixa suscetibilidade a um determinado fungo e ótima resposta quando inoculada com outra espécie (Moreira & Siqueira, 2002).

Fatores como a idade dos esporos e o período em que estes permaneceram dormentes, podem afetar a capacidade dos mesmos para germinar, em resposta a estímulos das raízes das plantas, bem como influir no crescimento de suas hifas e na capacidade do fungo em obter substrato carbônico do hospedeiro

(Silveira, 1998). Além disto, a produção de substâncias alelopáticas por parte das plantas pode estimular ou inibir a capacidade de infecção dos FMA. Os flavonóides, por exemplo, podem estimular a colonização radicular (Siqueira, 1994; Silveira, 1998; Scervino et al., 2005).

Com relação à influência dos FMA sobre o crescimento das plantas, esta parece estar ligada a sua ação biofertilizante, em função do aumento da absorção e utilização de nutrientes, o que leva a um equilíbrio do estado nutricional das plantas e que propicia uma série de benefícios às mesmas, como os efeitos de biocontrole e maior tolerância a estresses abióticos. Dessa forma, pode-se dividir os efeitos promovidos pela simbiose em nutricionais e não-nutricionais (Moreira & Siqueira, 2002).

Através de mecanismos promovidos pelos FMA, as hifas e o micélio externo aumentam a capacidade de exploração do solo pela raiz, o que promove maior absorção de nutrientes (Siqueira et al., 2002). A eficiência das hifas deve-se ao seu pequeno diâmetro e grande ramificação no solo, podendo aumentar a superfície de absorção das raízes em até 700% (Tokeshi, 2000). Outra importante característica dos FMA é a sua capacidade de excretar ácidos orgânicos que solubilizam cristais de fosfato de alumínio, ferro e cálcio, além de propiciar às raízes das plantas maior tolerância aos efeitos de toxidez de metais pesados, em locais contaminados (Siqueira et al., 1998; Carneiro et al., 2001).

Dentre os efeitos não-nutricionais, o favorecimento na relação água-planta constitui um dos mais importantes, uma vez que permite uma maior resistência das plantas à seca, em decorrência de uma série de mudanças que ocorrem na sua

fisiologia (Bolletta et al., 2002). Além disto, a ação das hifas dos FMA e de seus polissacarídeos extracelulares, desempenham papel importante na agregação do solo, estabilizando-o e obtendo, em troca, proteção nestes agregados. Isto possibilita um aumento da produtividade e benefícios ao meio ambiente (Moreira & Siqueira, 2002).

Outro fato a considerar seria possíveis alterações promovidas pelos FMA na estrutura anatômica e morfológica das raízes (Berta et al., 1993). Conforme relato de Souza et al. (2000), existe pouca informação sobre modificações anatômicas e histoquímicas produzidas por infecções micorrízicas nos tecidos vegetais. Alguns autores relatam que os FMA não provocam grandes transformações morfológicas nas raízes (Cooper, 1984), porém estudos mostram que os FMA induzem alterações na arquitetura (Berta et al., 1995; Norman et al., 1996), na morfologia (Kothari et al., 1990; Berta et al., 1995; Norman et al., 1996; Bressan & Vasconcellos, 2002) e na anatomia (Berta et al., 1995) das raízes de diversas espécies vegetais.

O objetivo deste capítulo reside na avaliação da influência de espécies de FMA nativas de pomares de videira, sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral foliar e morfologia radicular de plantas dos porta-enxertos de pessegueiro (*Prunus persica*) cultivares Aldrighi e Okinawa.

3.2 Material e métodos

Este capítulo trata de dois experimentos, conduzidos em telado de sombrite (50% de sombreamento) e casa de vegetação, situados no setor de

Horticultura da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Km 146 da BR 290, município de Eldorado do Sul, RS.

Os caroços dos porta-enxertos foram estratificados em areia esterilizada e mantidos por um período de 45 dias em geladeira à temperatura de 4°C, visando superar a dormência do embrião e facilitar a germinação. A areia foi previamente desinfestada em autoclave a 120°C por uma hora. Após o período de estratificação as sementes foram retiradas do caroço e semeadas em leito de areia desinfestada, situado em casa de vegetação.

Após ocorrer a emergência das plântulas (quando o epicótilo apresentava aproximadamente 5 cm de comprimento) as mesmas foram repicadas para sacos plásticos pretos (5 litros), contendo substrato constituído de terra argilosa: areia: resíduo decomposto de casca de acácia negra (1:1:1, v:v:v). Esta fase foi conduzida em telado de sombrite (50%). O substrato foi previamente desinfestado com solução de formaldeído, a 10%.

A areia utilizada tinha granulometria média (entre 0,6 e 1 mm). O solo utilizado na composição do substrato foi coletado na Estação Experimental de Eldorado do Sul, da UFRGS, no horizonte B. Este solo é caracterizado como Argissolo Vermelho distrófico típico, unidade de mapeamento São Jerônimo (Embrapa, 1999). O resíduo decomposto de casca de Acácia-negra foi coletado em um depósito a céu aberto da empresa Ecocitrus, localizada no município de Montenegro, RS. Este material foi peneirado em malha de 5 mm, para uniformizar a sua granulometria. Uma amostra do substrato foi coletada determinando-se os teores

de matéria orgânica e macronutrientes, além da determinação do pH, segundo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) (Apêndices 4 e 5).

A inoculação com as espécies de FMA foi realizada pela adição de 30 gramas de solo rizosférico de um cultivo de orégano (*Origanum vulgare* Link) contendo estruturas de FMA, por saco de polietileno, imediatamente antes do transplante das mudas, da seguinte forma: foram preenchidos os sacos de polietileno até metade de sua altura com substrato, adicionando-se a seguir a camada de inóculo de FMA e, finalmente, completado o volume do saco com o substrato. Imediatamente após, foi feita a repicagem dos porta-enxertos do leito de areia aos respectivos sacos de polietileno, visando a realização dos estudos descritos a seguir.

3.2.1 Estudo 1: Comportamento de plantas do porta-enxerto “Okinawa” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares autóctones de vinhedos da serra gaúcha

Todo o processo de preparação do experimento, como germinação dos caroços, preparo dos substratos e inoculação foram descritos no item 3.2. O experimento foi implantado em 21 de novembro de 2003, sendo conduzido em telado de sombrite (50%). As espécies de FMA testadas foram previamente isoladas de parreirais da Serra Gaúcha, sendo, a seguir, identificadas, selecionadas e multiplicadas para posterior estudo.

Os tratamentos testados para a cv. Okinawa foram os seguintes:

- T1 - Testemunha, sem FMA;
- T2 - Inoculação com *Glomus clarum* Nicol. & Schenck;

- T3 - Inoculação com *Glomus etunicatum* Becker & Gerd;
- T4 - Inoculação com *Acaulospora sp.* Trappe.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 20 plantas por parcela e quatro repetições, num total de 320 plantas.

Mensalmente foi feita avaliação da altura das plantas, medida desde o colo até o ápice da haste principal e o diâmetro da haste principal, na altura do colo, das 20 plantas de cada parcela. Para tanto, foi utilizada uma régua graduada e um paquímetro, da marca RS Baty. No momento da enxertia (aos 360 dias após o início do experimento) foi feita a destruição de cinco plantas de cada repetição dos tratamentos, para determinação da massa fresca e seca da parte aérea e raízes, área foliar, substâncias de reserva e colonização radicular com FMA. A parte aérea e as raízes das plantas destruídas foram coletadas, embaladas em sacos plásticos e transportadas em caixa de isopor até o laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade da Agronomia - UFRGS, onde foram efetuadas as seguintes determinações:

- ◆ Área foliar

As folhas de cada planta foram destacadas dos ramos e passadas em um medidor de superfície foliar, de marca Li-Cor, modelo LI - (3000).

- ◆ Massa fresca e seca da parte aérea e das raízes

A parte aérea de cada planta (folhas e ramos) e o sistema radicular, foi devidamente lavado com água destilada. Em seguida, foram pesados em balança de precisão. Logo após, o material foi acondicionado em sacos de papel e levados à

estufa, onde se procedeu à secagem, a 65°C, até peso constante. Após, o material foi pesado em balança de precisão.

◆ Teor de substâncias de reserva e nutrição mineral

As amostras de parte aérea (folhas, talos e caule) e as raízes secas foram moídas, em moinho, acoplado com peneira de 20 malhas por polegada. De cada amostra coletou-se aproximadamente um grama para determinação do teor de substâncias de reserva. Procedimento semelhante foi realizado com as amostras de raízes.

Após, cada amostra foi acondicionada individualmente em saquinhos feitos com tela especial para filtragem de alimentos e novamente levadas para estufa a 65°C, até peso constante, anotando-se a massa de cada saquinho que, após, foram submetidos à digestão visando extração das substâncias de reserva (carboidratos, gorduras, ácidos graxos, etc), segundo método descrito por Priestley (1965), adaptado por Souza (1990).

As amostras foram colocadas em Erlenmeyer de um litro, contendo uma solução aquosa com 5% de ácido tricloroacético (99%) e 35% de metanol (99,8%), permanecendo sob aquecimento em bico de Bunsen, em capela com exaustor, por oito horas. A partir da terceira hora, até oito horas, foi adicionada água destilada à solução, à medida que a mesma ia evaporando, visando manter sempre o mesmo volume de líquido, suficiente para manter as amostras imersas na solução. Após, as amostras foram lavadas com água destilada e postas novamente a secar em estufa, a 65°C, até peso constante. A diferença de massa das amostras antes e após a digestão consistiu o teor de substâncias de reserva que as amostras continham.

Outra fração das amostras da parte aérea (folhas, talos e caule) e das raízes foi encaminhada ao Laboratório de Análises de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia - UFRGS, para a realização das análises de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio).

- ◆ Determinação da colonização radicular com FMA

Para determinação da colonização radicular com FMA, as raízes foram inicialmente lavadas com água destilada. A seguir, foram coletadas duas raízes secundárias de cada planta, as quais ficaram conservadas em solução de F.A.A. (Formaldeído a 5%, Ácido Acético a 5% e Álcool Etilico a 90%). A presença de hifas, vesículas e arbúsculos foi determinada utilizando-se a técnica de tingimento de raízes (Philips & Hayman, 1970).

A intensidade de colonização por FMA nos segmentos de raiz, foi determinada segundo a técnica de contagem descrita por Nemeç (1992). Esta consiste em quantificar e classificar a presença de hifas, vesículas e arbúsculos. Para o caso das hifas foram atribuídos os índices 0 (zero) para inexistência; 1 (um) para escasso desenvolvimento de hifas no segmento; 2 (dois) para moderado; 3 (três) para intenso desenvolvimento de hifas. As vesículas e os arbúsculos por sua vez, foram classificados como 0 (zero) , para inexistência de estruturas; 1 (um) para a presença de 1 até 50 estruturas; 2 (dois) para 51 até 100 estruturas; 3 (três) para mais de 100 estruturas. A porcentagem de colonização de raízes por FMA foi dada pelo número de segmentos de raízes colonizados em relação ao total observado.

- ◆ Análise química do substrato no momento da enxertia

As amostras de substrato de cada tratamento foram homogeneizadas e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia - UFRGS, para determinação dos teores de matéria orgânica, pH e macronutrientes, segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995) (Apêndice 4 e 5).

◆ Estudos histológicos das raízes

Foram coletadas 5 raízes secundárias de 5 plantas de cada tratamento, que tivessem altura e diâmetro semelhantes. As raízes coletadas foram fixadas em F.A.A. (formaldeído 90%, ácido acético 5% e álcool 5%) por 48 horas, em temperatura ambiente. As raízes fixadas em F.A.A. foram lavadas em etanol 50% por um período de 24 horas para a retirada do excesso de fixador. Após, foi feita a desidratação do material, conforme o que segue:

- Álcool Butílico Terciário (ABT) 60% por 1 hora;
- ABT 70% - 1 hora;
- ABT 85% - 1 hora;
- ABT 95% - 1 hora;
- ABT 100% - 1 hora;
- ABT puro – 1 hora;
- ABT puro – 1 hora;
- ABT puro – 1 hora;
- ABT + óleo de parafina (1:1) – 1 – 2 horas;
- Parafina I – 1 – 2 horas;
- Parafina II – 2 – 3 horas;
- Parafina III – 2 – 3 horas;

Os cortes de raiz (com aproximadamente 1 cm) sofreram inclusão em parafina em moldes de papel, previamente preenchidos com parafina até a metade e mantidos em estufa de inclusão até o fim do preparo manual das amostras. As raízes foram colocadas sobre a parafina em estado de início de solidificação e orientadas para cortes transversais, completando a cobertura de parafina e retornando para a estufa de inclusão. O processo de infiltração foi considerado completo quando as peças atingiram o fundo do recipiente. Aí foram eliminados os excessos de parafina. Os blocos foram cortados com micrótomo manual, com espessura de 10 µm, num total de 10 cortes transversais para cada bloco de parafina montado. Após, os cortes foram estendidos em lâmina, colocando-se algumas gotas de formaldeído 4%, deixando-se secar por 36 horas em estufa. Realizou-se, após, o processo de coloração com a desparafinização do material com Xilol durante 10 minutos e Xilol + etanol 100% durante 5 minutos. Após, se realizou um processo de hidratação (etanol 100% por 5 minutos, etanol 70% por 5 minutos, etanol 50% por 5 minutos, solução aquosa a 1% de ácido crômico por 10 minutos, água corrente por 1 hora e água destilada por 10 minutos) e a coloração propriamente dita, como segue:

- Mergulhou-se as lâminas em Safranina O aquosa 1% por 24 horas e contracolorou-se, após, com Azul de Toluidina 0,05% (lavando-se em água corrente para lavar excesso e em água destilada por 10 minutos);
- Foi feita nova desidratação (processo inverso ao anterior com etanol);
- Foi feita a clarificação (com Carboxilol);
- Removeu-se a parafina com Xilol por 10 minutos;
- Montou-se em resina e colocou-se a lamínula com adesivo.

As lâminas foram observadas em equipamento óptico Leica DM, com aumento de 400 X, e captura das imagens com máquina fotográfica digital Nikon Coolpix 990, 3.34 megapixel. As imagens capturadas foram analisadas com o software “WCIF Image J”, nas quais foram avaliados o número médio de células, a área média das células, além do perímetro e do diâmetro médio das células do xilema primário de cada tratamento.

3.2.2 Estudo 2: Comportamento de plantas do porta-enxerto “Aldrighi” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares autóctones de vinhedos da serra gaúcha

Este estudo iniciou em 25 de junho de 2004 e foi conduzido em casa de vegetação. As espécies de FMA testadas foram previamente isoladas de parreirais da Serra Gaúcha, sendo, a seguir, identificadas, selecionadas e multiplicadas para posterior estudo. Os tratamentos usados com esta cultivar foram os seguintes:

- T1 - Testemunha, sem FMA;
- T2 - Inoculação com *Glomus clarum* Nicol. & Schenck;
- T3 - Inoculação com *Glomus etunicatum* Becker & Gerd;
- T4 - Inoculação com *Acaulospora sp.* Trappe;
- T5 - Inoculação com *Scutellospora heterogama* Nocol. & Gerd.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 20 plantas por parcela e quatro repetições, num total 400 plantas. Todas as determinações feitas neste estudo foram iguais às realizadas no estudo 1 (item 3.2.1). A enxertia ocorreu aos 180 dias após o início do experimento.

3.3 Resultados e discussão

As curvas de crescimento em altura (Figura 21) e diâmetro (Figura 22) das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa apresentaram comportamento cúbico em todos os tratamentos, sendo que os melhores resultados foram encontrados naquelas inoculadas principalmente com a espécie *Acaulospora sp.* As plantas inculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram altura e diâmetro intermediário a estas e às testemunhas.

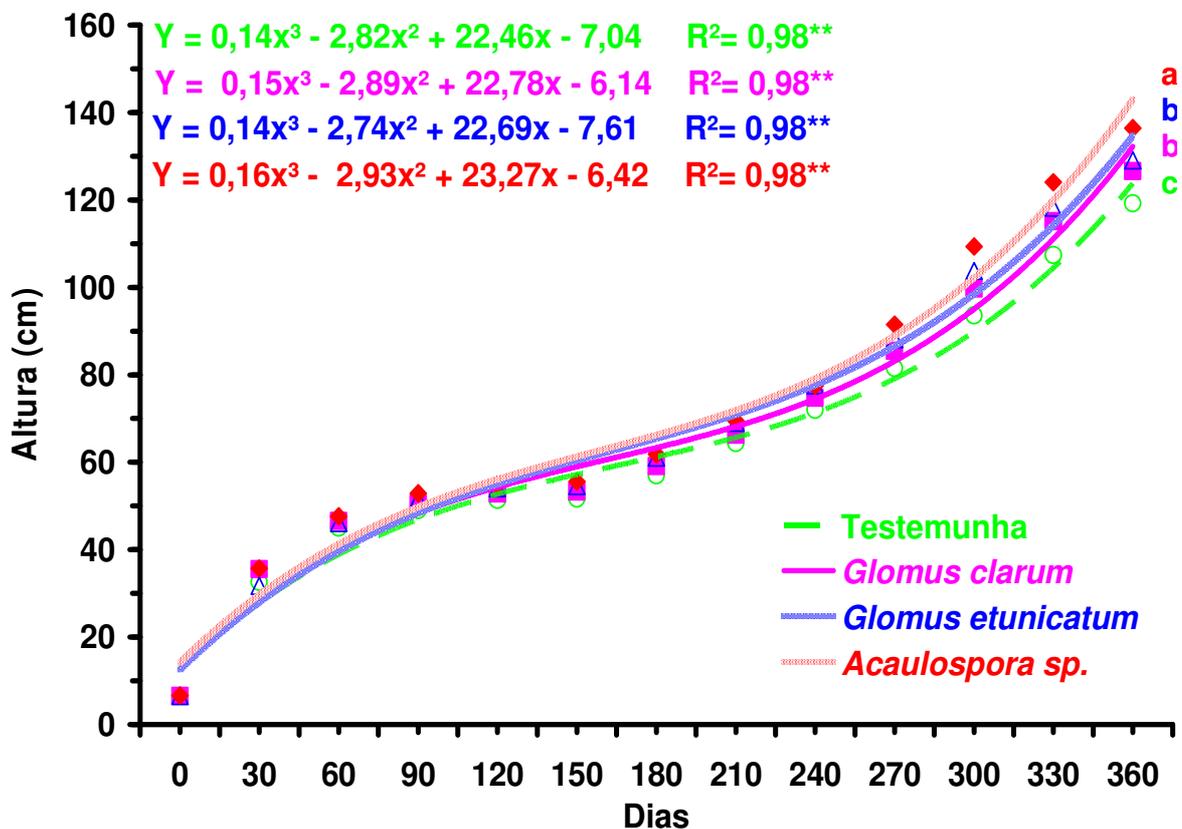


FIGURA 21 - Evolução da altura das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2004.

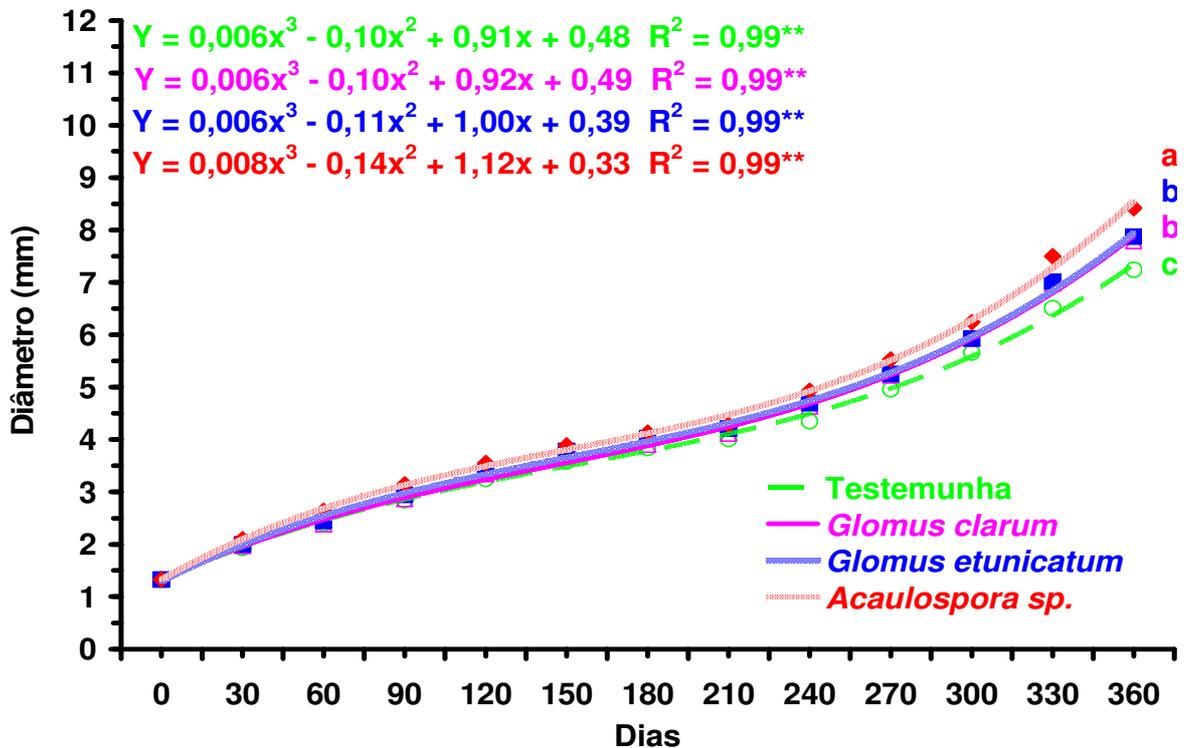


FIGURA 22 - Evolução do diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Desde o início do experimento até o 120º dia de cultivo houve um crescimento considerável em altura e diâmetro em todas as plantas. Entre o 120º e 210 dia ocorreu uma desaceleração, que correspondeu ao período de baixas temperaturas do ano (a temperatura média deste período foi de 13,5°C). A partir dos 210º dia, voltou a existir um crescimento exponencial até o 360º dia e neste período é que os FMA passaram a exercer efeito significativo sobre o crescimento das plantas.

Para a cv. Aldrichi, as curvas de crescimento apresentaram comportamento quadrático para todos os tratamentos, tanto em altura (Figura 23) quanto em diâmetro (Figura 24), sendo que as plantas inoculadas com FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) apresentaram crescimento em diâmetro superiores a testemunha, porém somente os tratamentos com *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama* foram superiores em altura.

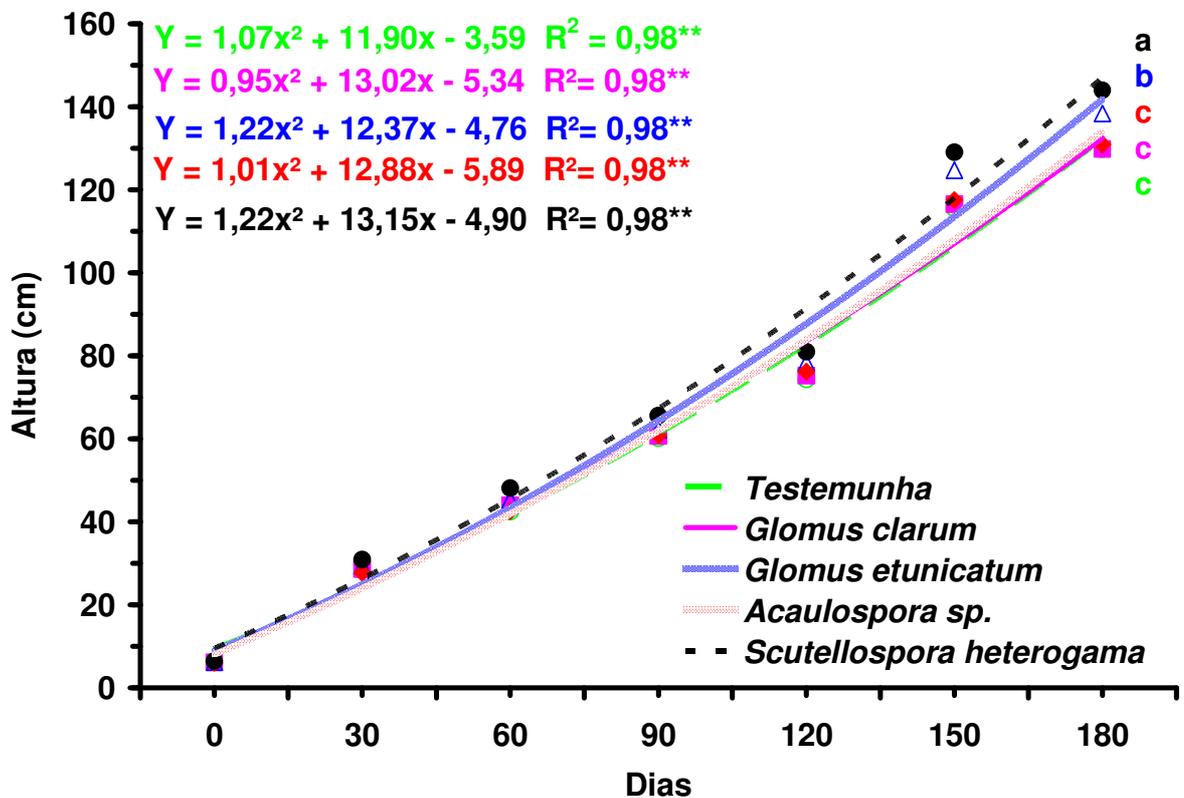


FIGURA 23 – Evolução em Altura das plantas do porta-enxerto cv. Aldrichi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005.

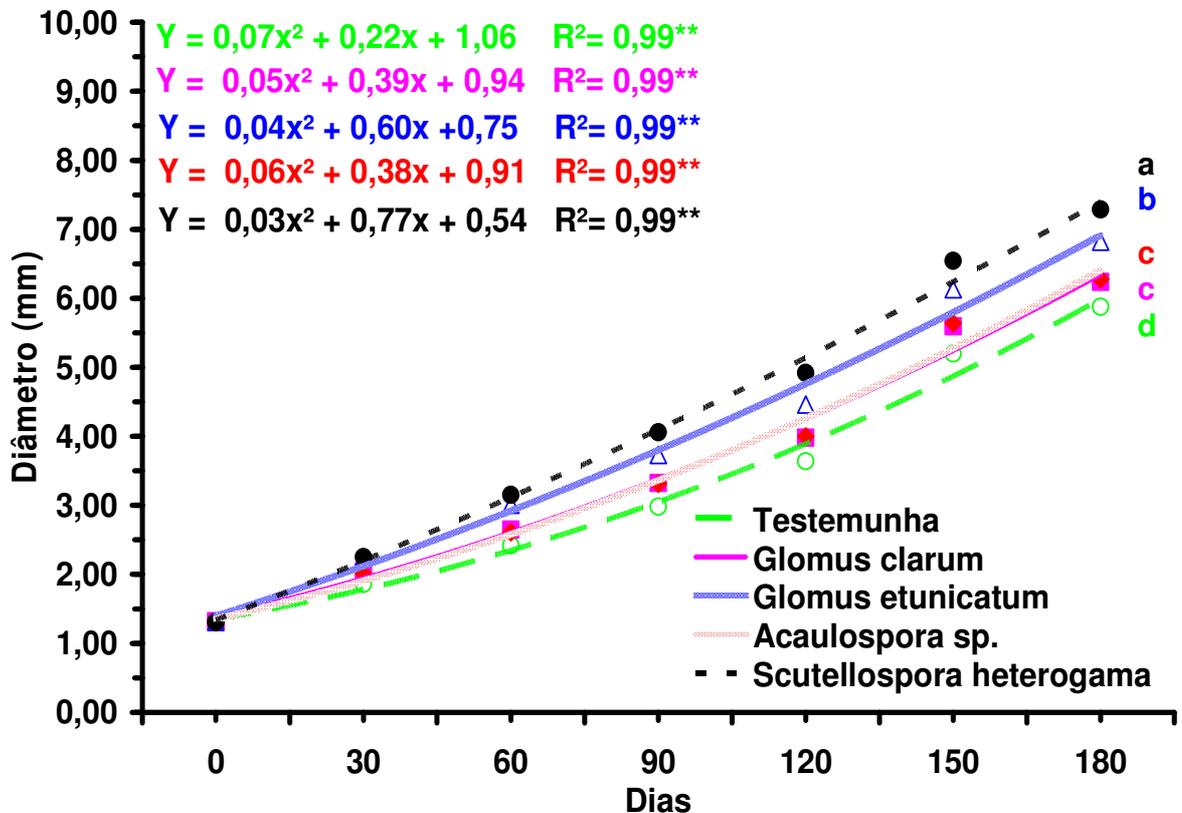


FIGURA 24 – Evolução em Diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Neste experimento, do início do experimento até o 60º dia houve um crescimento semelhante entre as plantas de todos os tratamentos. A partir daí os tratamentos inoculados com FMA começaram a diferir da testemunha, sendo que as plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* apresentaram um grande incremento em relação às plantas testemunhas, tanto no caso do crescimento em altura como no crescimento em diâmetro. O tratamento com *Glomus etunicatum* apresentou comportamento intermediário, tanto no crescimento em altura como no

crescimento do diâmetro, enquanto que *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* tiveram comportamento semelhante à testemunha no crescimento em altura, porém foram superiores no crescimento em diâmetro.

O incremento em diâmetro proporcionado pelos FMA tem como consequência prática a possibilidade de antecipação da enxertia, reduzindo, assim, o tempo de produção da muda. Estes dados são corroborados pelos dados obtidos por Costa et al. (2001), em experimentos com acerola, que mostraram que mudas inoculadas com FMA atingiram o diâmetro ideal para enxertia antes de plantas não inoculadas e que, após a enxertia, a cultivar copa atingiu altura apropriada para plantio a campo em metade do tempo de mudas não inoculadas. Já, Silva et al. (1998), trabalhando com mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes*, H.B.K.) plantadas em substrato previamente desinfestado e inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* no plantio, mostraram que as mudas inoculadas apresentaram altura e diâmetro superiores às plantas não inoculadas. Por outro lado, Silveira et al. (2002), utilizando as mesmas espécies de FMA inoculadas em porta-enxerto de abacateiro, relatam que não ocorreu incremento no diâmetro das mesmas, o que não coincide com os resultados obtidos neste trabalho.

A evolução do desenvolvimento das plantas desde o início do experimento até o 360º dia, data da enxertia para a cv. Okinawa, e 180º dia para a cv. Aldrighi mostra que o crescimento das plantas inoculadas com FMA passou a ser superior aos das testemunhas a partir do 120º dia para a cv. Okinawa (Figuras 21 e 22) e 60º dia para a cv. Aldrighi (Figuras 23 e 24). As prováveis causas deste comportamento inicial semelhante entre os tratamentos estão relacionadas ao tempo necessário para

a colonização, associado às condições de substrato, que influíram sobre a mesma. O pH do substrato influenciou a resposta dos FMA, pois, inicialmente o pH do meio era ácido (5,1), passando para próximo de 6,0 com o decorrer do experimento (Apêndices 4 e 5), que é a faixa preferencial para as espécies em estudo (Silveira et al., 2002).

Segundo Silveira et al. (2002), o fato de espécies de FMA causarem um crescimento diferenciado quando inoculados em frutíferas está associado à afinidade, maior ou menor, que cada espécie de FMA tem com estas plantas. Este relato vem ao encontro dos dados obtidos neste trabalho, visto que, com condições de ambiente e de substrato semelhantes, obteve-se resultados de crescimento em altura e diâmetro diferenciados entre as espécies de FMA inoculados, ainda que superiores às testemunhas.

A área foliar das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com *Acaulospora sp.* foi superior àquelas dos demais tratamentos (Tabela 6). Os tratamentos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento semelhante entre si e superiores à testemunha. Com relação à massa fresca e seca da parte aérea a resposta foi semelhante às verificadas para altura, diâmetro e área foliar, onde o tratamento com *Acaulospora sp.* seguiu sendo superior aos demais, enquanto que as plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* foram estatisticamente semelhantes entre si e superiores à testemunha. Quanto à massa fresca das raízes, as plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores resultados, semelhantes entre si e superiores ao tratamento com *Acaulospora sp.* e a testemunha, os quais não apresentaram

diferenças estatísticas. Já em relação à massa seca das raízes, *Glomus etunicatum* foi superior aos demais tratamentos, enquanto os tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentaram-se iguais, sendo superiores à testemunha (Tabela 6).

TABELA 6 - Área foliar, massa fresca e massa seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia, aos 360 dias. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Tratamento	Área foliar (cm ² / planta)	Parte aérea		Raízes		Massa seca da parte aérea/ massa seca das raízes
		Massa fresca (g)	Massa seca (g)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)	
<i>Acaulospora sp.</i>	979,78a	197a	133 a	75b	40b	3,32a
<i>Glomus clarum</i>	764,31b	163b	115 b	88a	40b	2,87b
<i>Glomus etunicatum</i>	739,82b	167b	115 b	89a	51a	2,25c
Testemunha	507,14c	142c	88 c	71b	30c	2,93ab
C.V. (%)	12,24	21,54	19,89	12,44	13,22	11,55

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Na cv. Aldrighi, o tratamento com *Scutellospora heterogama* foi o que apresentou o maior incremento em área foliar, quando comparado aos demais, o que contribuiu, conjuntamente com a altura, para a maior massa fresca e seca da parte aérea (folhas e talos). Além disto, o tratamento apresentou também, os maiores resultados em relação à massa fresca e seca das raízes. Os tratamentos com *Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram área foliar intermediária ao tratamento com *Scutellospora heterogama* e a testemunha. Em relação à massa fresca da parte aérea, o tratamento com *Glomus etunicatum* apresentou comportamento superior a *Acaulospora sp.*, que foi estatisticamente semelhante a *Glomus clarum*, enquanto este foi semelhante a testemunha. Com

relação à massa seca da parte aérea, o tratamento com *Scutellospora heterogama* apresentou resultado superior a *Glomus etunicatum* e este, por sua vez, foi superior aos tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que apresentaram resultados estatisticamente semelhantes e superiores à testemunha. As plantas inoculadas com *Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram massa fresca e seca das raízes com comportamento estatisticamente semelhante entre si, inferiores a *Scutellospora heterogama*, porém superiores a testemunha (Tabela 7).

TABELA 7 - Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia aos 180 dias. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamento	Área foliar (cm ² /planta)	Parte aérea		Raízes		Massa seca parte aérea/massa seca raízes
		Massa fresca (g)	Massa seca (g)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)	
<i>Acaulospora sp.</i>	602,89b	125c	53c	79b	26b	2,04ab
<i>Glomus clarum</i>	577,27b	114cd	49c	79b	26b	1,88b
<i>Glomus etunicatum</i>	604,99b	137b	63b	70b	26b	2,42a
<i>Scutellospora heterogama</i>	752,22a	173a	74a	113a	40a	1,85b
Testemunha	532,06c	105d	42d	60c	20c	2,10ab
C.V. (%)	6,12	12,44	13,22	12,25	13,40	6,25

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

A área foliar é um importante parâmetro, por definir a taxa de fotossíntese realizada na planta, que resulta na maior ou menor produção de fotoassimilados e que serão, em parte, translocados para os FMA (Cavalcante et al., 2001). Uma planta que foi inoculada com FMA e que apresente uma área foliar igual ou inferior a uma planta não inoculada pode indicar um parasitismo da planta pelo FMA, o que

não ocorreu com as espécies de FMA testadas em nenhum dos experimentos. Tais resultados coincidem com os obtidos por Costa et al. (2001) com aceroleiras, Cavalcante et al. (2002) com maracujazeiro-amarelo e Costa et al. (2005) com mangabeira, nas quais os autores observaram que a simbiose planta-FMA aumentou a área foliar das frutíferas em relação à testemunha.

Segundo Silveira (1999), a proporção esperada entre a massa seca da parte aérea/massa seca da raiz deve ser maior em mudas inoculadas com FMA, em função da eficiência dos mesmos em auxiliar na absorção de água e nutrientes. Porém, os resultados observados com as duas cultivares de pessegueiros avaliadas mostram que os tratamentos com FMA apresentaram valores desta relação semelhantes ou inferiores aos da testemunha, o que evidencia que o crescimento do sistema radicular foi proporcional ao crescimento da parte aérea em todos os tratamentos (Tabelas 6 e 7).

Os percentuais de macronutrientes das folhas e das raízes dos tratamentos com FMA dos porta-enxertos das cultivares Okinawa e Aldrighi encontram-se nas Tabelas 8 e 9. Ao analisar os conteúdos em macronutrientes, nos tecidos da parte aérea e das raízes das duas cultivares de porta-enxerto de pessegueiro, nota-se que existe similaridade na ordem de absorção de cada macronutriente pelas plantas dos porta-enxertos estudados, tanto nos inoculados com FMA quanto nos não inoculados. A ordem decrescente de percentuais dos nutrientes nos tecidos da parte aérea é $N > K > Ca > Mg > P$ e das raízes é $N > Ca > K > P = Mg$.

Comportamento inverso foi verificado nos teores de Ca e Mg, onde, à exceção dos teores radiculares de Mg na cv. Okinawa, onde não houve diferenças

significativas entre os tratamentos, nos demais casos os FMA induziram menores teores em relação às testemunhas.

Os tratamentos com *Acaulospora sp.* (cv. Okinawa) e *Scutellospora heterogama* (cv. Aldrighi) proporcionaram maiores teores de N, P e K na parte aérea e nas raízes das plantas. *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* proporcionaram teores foliares de N, P e K intermediários à *Acaulospora sp.* e à testemunha quando inoculadas em plantas da cv. Okinawa. Nas raízes deste porta-enxerto, a resposta foi semelhante para N e P, sendo que os teores de K não diferiram das testemunhas.

Quando inoculadas em plantas da cv. Aldrighi, *Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, de maneira geral, proporcionaram teores foliares e radiculares de N, P e K intermediários à *Scutellospora heterogama* e à testemunha.

TABELA 8 - Conteúdo nutricional (macronutrientes) encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Tratamento	Macronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
 %				
	Parte aérea				
<i>Acaulospora sp.</i>	2,35a	0,16a	2,07a	1,36b	0,54b
<i>Glomus clarum</i>	2,23b	0,15b	1,74b	1,32b	0,49c
<i>Glomus etunicatum</i>	2,22b	0,15b	1,82b	1,30b	0,53b
Testemunha	2,05c	0,14c	1,60c	1,50a	0,59a
C.V.(%)	2,56	2,61	4,75	4,04	2,36
	Raízes				
<i>Acaulospora sp.</i>	0,90a	0,13a	0,46a	0,37b	0,13 ^{ns}
<i>Glomus clarum</i>	0,81b	0,12b	0,35b	0,31b	0,13 ^{ns}
<i>Glomus etunicatum</i>	0,82b	0,13a	0,31b	0,33b	0,13 ^{ns}
Testemunha	0,72c	0,11c	0,31b	0,46a	0,14 ^{ns}
C.V.(%)	5,51	4,05	11,76	12,57	7,57

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns} - Não-significativo.

TABELA 9 - Conteúdo nutricional (macronutrientes) encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamento	Macronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
..... %					
Parte aérea					
<i>Acaulospora sp.</i>	2,99c	0,16b	2,40b	1,34d	0,54b
<i>Glomus clarum</i>	2,96c	0,17b	2,44b	1,41cd	0,54b
<i>Glomus etunicatum</i>	3,33b	0,20a	2,72a	1,48bc	0,55b
<i>Scutellospora heterogama</i>	3,74a	0,22a	2,76a	1,56b	0,55b
Testemunha	2,65d	0,16b	2,29c	1,71a	0,60a
C.V.(%)	6,64	10,60	3,97	5,50	2,64
Raízes					
<i>Acaulospora sp.</i>	1,80c	0,21b	0,42c	0,48b	0,14cd
<i>Glomus clarum</i>	1,79c	0,21b	0,35d	0,52b	0,13d
<i>Glomus etunicatum</i>	1,89b	0,24b	0,55b	0,69a	0,15bc
<i>Scutellospora heterogama</i>	2,01a	0,29a	0,64a	0,71a	0,16ab
Testemunha	1,76c	0,16c	0,34d	0,75a	0,17a
C.V.(%)	4,55	12,01	5,24	13,33	9,25

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

O conteúdo de nitrogênio, potássio e cálcio, tanto da parte aérea quanto das raízes, foi maior, para a maioria dos tratamentos, no porta-enxerto cv. Aldrighi em relação à cv. Okinawa. Já, para o fósforo da parte aérea e magnésio, tanto da parte aérea como das raízes, o percentual foi semelhante. Entretanto, os teores de fósforo das raízes dos tratamentos da cv. Aldrighi foram superiores aos da cv. Okinawa.

No caso do nitrogênio encontrado nos tecidos da cv. Okinawa, os tratamentos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram percentuais semelhantes, tanto na parte aérea como nas raízes, e superiores à testemunha. Para a cv. Aldrighi, o tratamento com *Glomus etunicatum*, tanto para parte aérea como para raízes, foi superior aos tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que

foram iguais entre si e superiores à testemunha, para a parte aérea, e iguais para as raízes. A maior absorção de nitrogênio pelas plantas inoculadas com FMA contribuiu para que estes tratamentos tenham apresentado maiores respostas em termos de crescimento em altura e diâmetro, em área foliar e massa fresca e seca da parte aérea e de raízes, quando comparados à testemunha (Tabelas 5, 6, 7, e 8). Segundo Tedesco et al. (1995), o nitrogênio, que é constituinte de proteínas, é vital para o crescimento vegetativo. Porém, segundo Medeiros & Raseira (1998), os percentuais de nitrogênio observados nas folhas, em todos os tratamentos de ambas as cultivares de porta-enxertos, foram considerados abaixo dos percentuais normalmente observados para a cultura do pessegueiro (entre 3,26 a 4,53% de nitrogênio na planta), exceção feita ao com *Scutellospora heterogama*, que apresentou percentual dentro da normalidade (3,74%). No caso dos resultados obtidos nestes experimentos, eles podem ser associados e explicados pelos resultados obtidos na avaliação química dos substratos, que mostraram um aumento no pH dos substratos e uma pequena variação da matéria orgânica destes, demonstrando uma baixa mineralização da matéria orgânica em decorrência da elevação do pH (Apêndices 4 e 5).

Os tratamentos com FMA do porta-enxerto cv. Okinawa apresentaram-se sempre com percentuais de fósforo na parte aérea superiores à testemunha, sendo que *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento igual. Para as raízes, o conteúdo de fósforo das plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* foi igual ao tratamento com *Acaulospora sp.*, superior ao com *Glomus clarum*, que por sua vez foi superior à testemunha.

No caso da parte aérea da cv. Aldrighi, o percentual de fósforo do tratamento com *Glomus etunicatum* foi igual a *Scutellospora heterogama* e superior aos tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que foram iguais à testemunha. Já para as raízes, os tratamentos com *Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento intermediário, sendo superiores à testemunha, porém inferiores ao tratamento com *Scutellospora heterogama*.

Conforme Silveira (1999), o fósforo é um elemento essencial para a divisão celular, a reprodução e o metabolismo da fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas, além de fazer parte de compostos importantes como ácido desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA). Assim, conforme destacam Minhoni & Auler (2003), os FMA são de vital importância para as plantas, em função de sua capacidade de induzir uma maior absorção deste elemento. Como os tratamentos inoculados com FMA apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha, pode-se relacionar isto às boas condições que foram proporcionadas pela elevação do pH, que favoreceu a colonização e a atuação dos FMA junto às raízes, propiciando maior absorção de fósforo do substrato (Apêndice 4). Segundo Tedesco et al. (1995), além de o fósforo apresentar baixa mobilidade e baixa solubilidade no meio, o pH baixo tende a imobilizá-lo na fase sólida do mesmo.

Com relação ao conteúdo de potássio na parte aérea, o tratamento com *Glomus etunicatum* foi igual ao com *Glomus clarum* e superior à testemunha para a cv. Okinawa. Para a cv. Aldrighi, *Glomus etunicatum* apresentou comportamento semelhante à *Scutellospora heterogama* e superior a todos os outros tratamentos, enquanto que *Glomus clarum* e a *Acaulospora sp.* apresentaram comportamento

semelhante e superior à testemunha. Já nas raízes da cv. Okinawa, o comportamento do potássio foi semelhante entre os tratamentos com *Glomus etunicatum*, *Glomus clarum* e à testemunha, sendo que todos foram inferiores à *Acaulospora sp.*, o que pode ser explicado pela melhor distribuição dos nutrientes na planta e em função do crescimento proporcional da parte aérea e das raízes. Para a cv. Aldrighi, o tratamento com *Glomus etunicatum* foi superior aos demais tratamentos, enquanto que *Acaulospora sp.* foi superior a *Glomus clarum*, e este que foi semelhante à testemunha. Todos foram inferiores a *Scutellospora heterogama*.

Para a cv. Okinawa, o percentual de cálcio da testemunha foi superior a todos os outros tratamentos, que apresentaram percentuais estatisticamente iguais, tanto para a parte aérea quanto para as raízes. A parte aérea da cv. Aldrighi apresentou os maiores percentuais de cálcio nas plantas testemunhas, enquanto os percentuais de cálcio presentes nos tratamentos com *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum* foram estatisticamente semelhantes entre si, o mesmo ocorrendo com os tratamentos *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum*, enquanto este foi semelhante a *Acaulospora sp.* Porém *Scutellospora heterogama* foi superior à *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* foi superior a *Acaulospora sp.* Já o cálcio encontrado nas raízes da cv. Aldrighi, nos tratamentos com *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum* foram iguais à testemunha. Os tratamentos com *Glomus clarum* e *Acaulospora sp.* apresentaram percentuais estatisticamente iguais e inferiores aos outros tratamentos.

Com relação ao magnésio na parte aérea da cv. Okinawa, os tratamentos com *Glomus etunicatum* e *Acaulospora sp.* foram estatisticamente iguais e

superiores ao tratamento com a espécie *Glomus clarum*. Todos foram inferiores à testemunha. Já o comportamento do magnésio nas raízes não apresentou diferenças estatísticas entre todos os tratamentos. Para a cv. Aldrighi, o magnésio presente na parte aérea apresentou comportamento igual entre os tratamentos inoculados com FMA, porém inferiores à testemunha. Nas raízes, *Scutellospora heterogama* apresentou comportamento estatisticamente igual à testemunha e também a *Glomus etunicatum*. Já *Glomus etunicatum* foi semelhante à *Acaulospora sp.* e este foi semelhante à *Glomus clarum*.

Segundo Silveira (1999), o cálcio e o magnésio são importantes para a regulação da hidratação, ativação de enzimas e, no caso do magnésio, na fotossíntese. No entanto, em experimentos realizados com outras frutíferas, verificou-se que os FMA têm o poder de reduzir a absorção destes elementos (Souza, 1995), o que coincide com os resultados obtidos com as espécies de FMA testadas neste trabalho.

Este comportamento pode ser comprovado através da análise química do substrato utilizado nos experimentos, uma vez que ela mostra que as parcelas contendo as plantas testemunhas apresentavam menores teores de cálcio e magnésio em relação aos tratamentos com FMA (Apêndice 4).

A inoculação com os FMA proporcionou um maior conteúdo em substâncias de reserva às plantas da cv. Okinawa, principalmente quando inoculadas com *Acaulospora sp.* (Tabela 10). Na parte aérea deste porta-enxerto as plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram teores intermediários. Nas raízes, as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* também

apresentaram valores intermediários, enquanto aquelas inoculadas com *Glomus clarum* não diferiram das testemunhas.

TABELA 10 – Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Tratamentos	Substâncias de reserva (% na planta)	
	Parte aérea	Raízes
<i>Acaulospora sp.</i>	39,81a	28,38a
<i>Glomus clarum</i>	35,05b	21,02c
<i>Glomus etunicatum</i>	35,53b	24,28b
Testemunha	27,29c	19,41c
C.V.(%)	5,24	2,58

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Avaliando-se os dados referentes aos percentuais de substâncias de reserva das plantas da cv. Aldrighi, presentes nos tecidos da parte aérea, verifica-se que as plantas que foram inoculadas com as espécies de FMA apresentaram percentuais superiores às plantas não inoculadas (Tabela 11).

TABELA 11 – Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Substâncias de reserva (% na planta)	
	Parte aérea	Raízes
<i>Acaulospora sp.</i>	34,69b	22,03c
<i>Glomus clarum</i>	35,50a	22,99bc
<i>Glomus etunicatum</i>	36,61a	24,92b
<i>Scutellospora heterogama</i>	38,25a	28,27a
Testemunha	28,57c	19,80c
C.V.(%)	2,76	3,26

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Para a parte aérea, as plantas inoculadas com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama* apresentaram percentuais de substâncias de reserva estatisticamente semelhantes, porém superiores à *Acaulospora sp.*, que por sua vez foi superior à testemunha. Nas raízes, as plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* foram as que apresentaram os maiores resultados, enquanto àquelas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram teores intermediários, estatisticamente semelhante à *Glomus clarum* que, por sua vez, foi semelhante àquelas inoculadas com *Acaulospora sp.* e à testemunha.

Segundo Silveira (1999), o fato de as espécies de FMA induzirem maiores áreas foliares por planta proporciona maior fotossíntese e, por conseqüência, maior nível de produção de fotoassimilados. Este relato vem ao encontro dos dados obtidos neste trabalho, com relação às substâncias de reserva da parte aérea, de ambas as cultivares, pois todas as espécies utilizadas proporcionaram aumento da área foliar em relação à testemunha (Tabelas 6 e 7). Há, também, concordância com outros autores, que verificaram maior teor de substâncias de reserva nos tecidos de plantas inoculadas com FMA, como Theodoro et al. (2003), trabalhando com cafeeiro em diferentes agroecossistemas. Sena et al. (2004), avaliando influência de diferentes dosagens de fósforo e uso de FMA sobre o desenvolvimento de plantas de citros, e Souza et al. (2005), avaliando a influência de diferentes substratos e uso de FMA no desenvolvimento do porta-enxerto de citros Flying Dragon (*Poncirus trifoliata*, var. *monstruosa* Swing.). Já Büttenbender (2001), trabalhando com os porta-enxertos de videira PE 420-A e 101-14, e Carniel (2004), trabalhando com os porta-enxertos de videira 043-43 e P1103, usando diferentes espécies de FMA, não observaram

diferenças significativas nos percentuais de substâncias de reserva, enquanto que Agostini (2002), que trabalhou com os porta-enxertos de videira 101-14 e P1103, só observou diferenças em plantas inoculadas com *Glomus clarum*.

Outro fato a ser destacado é o de que somente as espécies de FMA que proporcionaram os maiores resultados em altura, diâmetro e área foliar, para ambas as cultivares (*Acaulospora sp.* para a cv. Okinawa, *Scutellospora heterogama* para a cv. Aldrighi e *Glomus etunicatum* para ambas as cultivares), proporcionaram diferenças significativas em substâncias de reserva, tanto para os tecidos da parte aérea quanto para os tecidos das raízes, em relação aos demais tratamentos. Segundo Souza et al. (1999) e Scatena & Scremin-Dias (2003), plantas com maior altura e área foliar, apresentam maior capacidade de captação de luz e produção de fotoassimilados, o que permite um fluxo mais intenso de carboidratos em direção ao sistema radical onde, uma parte seria utilizada pelos FMA na sua nutrição e acumulação em estruturas de reserva (vesículas, no caso de *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum*), e o restante seria acumulado nos tecidos de armazenamento da planta, na forma de substâncias de reserva. Além disto, conforme Mazzoni-Viveiros & Trufem (2004), que trabalharam com *Tibouchina pulchra*, o maior diâmetro proporcionado pelos FMA, permitiriam aumento do fluxo ascendente de água e nutrientes, e de seiva elaborada, no sentido descendente.

Com relação à colonização dos FMA, para a cv. Okinawa, todas as plantas inoculadas apresentaram altas taxas de colonização, acima de 90%, sendo que *Acaulospora sp.* foi superior aos outros tratamentos, e estes apresentaram comportamento semelhante (Tabela 12).

Além disto, o tratamento com *Acaulospora sp.* foi o que apresentou o maior número de esporos recuperados no substrato, enquanto que *Glomus etunicatum* foi superior à *Glomus clarum*. Todos os tratamentos apresentaram índices de colonização com hifas, vesículas e arbúsculos considerados medianos, sendo que só ocorreu diferença entre os inoculados com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, enquanto *Glomus etunicatum* teve um comportamento intermediário (Tabela 12).

Também foi observada uma pequena contaminação por FMA nas plantas testemunhas, que se traduziu, basicamente, em presença de hifas e arbúsculos, sem vesículas. Esta contaminação pode ser devido à proximidade das plantas inoculadas dentro dos blocos ou devido a uma desinfestação ineficiente, apesar de o substrato ter sido desinfestado com formol a 10% (Tabela 12).

TABELA 12 - Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Tratamentos	Colonização (%)	Esporos (nº médio/100g solo seco)	Presença de estruturas de FMA		
			Hifas ⁽¹⁾	Vesículas ⁽²⁾	Arbúsculos ⁽²⁾
<i>Acaulospora sp.</i>	97,00a	217a	1,57a	1,32a	1,53a
<i>Glomus clarum</i>	91,76b	156c	1,49b	1,26b	1,44b
<i>Glomus etunicatum</i>	92,62b	181b	1,50ab	1,29ab	1,46ab
Testemunha	2,00c	2d	0,06c	0,00c	0,02c
C.V. (%)	2,42	10,36	8,26	8,12	8,21

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

Para a cv. Aldrighi, altos percentuais de colonização das raízes somente ocorreram com os tratamentos inoculados com as espécies *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum*, acima de 90%, enquanto *Glomus clarum* e *Acaulospora sp.* apresentaram colonização baixa, em torno de 30%.

Com relação ao número de esporos encontrados no substrato, o tratamento com *Scutellospora heterogama* apresentou a maior quantidade de esporos, seguidos de *Glomus etunicatum*, *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*. Na amostra retirada da testemunha não foram encontrados esporos (Tabela 13).

TABELA 13 - Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Colonização (%)	Esporos (nº médio/ 100g solo seco)	Presença de estruturas de FMA		
			Hifas ⁽¹⁾	Vesículas ⁽²⁾	Arbúsculos ⁽²⁾
<i>Acaulospora sp.</i>	30,00c	152c	0,45c	0,24b	0,40c
<i>Glomus clarum</i>	28,50c	133d	0,44c	0,22b	0,37c
<i>Glomus etunicatum</i>	91,50b	189b	1,37b	0,99a	1,21b
<i>Scutellospora heterogama</i>	97,75a	205a	1,60a	0,00c	1,58a
Testemunha	0,00d	0e	0,00d	0,00c	0,00d
C.V. (%)	2,91	10,35	11,30	6,35	8,42

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

Com relação às estruturas de colonização, os índices são considerados medianos para *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum* e baixos para os outros tratamentos com FMA (Nemec, 1992).

Scutellospora heterogama apresentou os maiores índices de hifas e arbúsculos, seguido de *Glomus etunicatum*, enquanto *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* não apresentaram diferenças significativas.

Quanto às vesículas, *Glomus etunicatum* apresentou os maiores valores, enquanto que *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentavam valores semelhantes. As raízes da testemunha não apresentavam estruturas de colonização (Tabela 13).

Cabe resaltar, com relação às vesículas, que os fungos do gênero *Scutellospora* não podem ser chamados de vesículo-arbusculares (VA), por não formarem vesículas intra-radiculares, mas sim apresentarem células auxiliares extra-radiculares.

O desenvolvimento dos FMA que proporcionaram as melhores respostas, como já foi observado anteriormente, foi beneficiado pela elevação do pH. *Scutellospora heterogama* respondeu bem a este aumento, o que é comprovado pelo desempenho destas espécies sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas, pelos percentuais de colonização e índices relativos a estruturas de colonização que estas espécies apresentaram. A espécie *Glomus etunicatum* teve um comportamento intermediário para ambas as cultivares de porta-enxerto.

Já, os resultados obtidos pelos tratamentos com *Glomus clarum* e *Acaulospora sp.* são considerados baixos e podem ser comprovados pelos percentuais de colonização e índices relativos a estruturas de colonização que estas

espécies apresentaram, diferentemente dos resultados de colonização obtidos com estas espécies quando associados a cv. Okinawa, que foram considerados elevados para colonização e medianos para estruturas de colonização. Tais respostas podem estar relacionadas com os genótipos envolvidos na simbiose, uma vez que, com condições de ambiente e de substrato semelhantes nos dois experimentos, as espécies *Glomus clarum* e *Acaulospora sp.* tiveram as melhores respostas quando associadas com plantas da cv. Okinawa. Neste caso, pode-se afirmar que esta melhor resposta está associada à afinidade, maior ou menor, que cada espécie de FMA tem com a cultivar.

De acordo com Costa et al. (2001) as respostas de crescimento das plantas variam de acordo com o genótipo utilizado e o FMA inoculado. Graham & Eissenstat (1994), citam que os mecanismos que desencadeiam o processo de colonização e otimização dos parâmetros de crescimento das plantas envolvem diferentes processos fisiológicos e genéticos, o que representa significativo custo de carbono da planta por parte da espécie de FMA, que pode ser regulado pelo genótipo hospedeiro.

Ao avaliar o grau de associação entre os diversos parâmetros de crescimento e nutrição mineral da cv. Okinawa e a colonização radicular pelos FMA verificou-se que houve correlação entre os mesmos, ou seja, muitas das variáveis avaliadas estão associadas, positiva ou negativamente, com o percentual de colonização radicular, independente da espécie de FMA utilizada (Tabela 14).

TABELA 14 - Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA, avaliados 360 dias após a inoculação, em telado de sombrite (50 %). Eldorado do Sul, RS, 2004.

Parâmetro	r	Probabilidade
% Colonização x altura	0,63**	0.0094
% Colonização x diâmetro	0,72**	0.0018
% Colonização x área foliar	0,53*	0.0338
% Colonização x massa fresca da parte aérea	0,62**	0.0021
% Colonização x massa fresca das raízes	0,52*	0.0150
% Colonização x massa seca da parte aérea	0,60**	0.0024
% Colonização x massa seca das raízes	0,53*	0.0132
% Colonização x % nitrogênio da parte aérea	0,82**	0.0001
% Colonização x % nitrogênio das raízes	0,50*	0.0140
% Colonização x % fósforo da parte aérea	0,72**	0.0015
% Colonização x % fósforo das raízes	0,82**	0.0001
% Colonização x % potássio da parte aérea	0,66**	0.0054
% Colonização x % potássio das raízes	0,43 ^{ns}	0.0946
% Colonização x % Cálcio da parte aérea	-0,71**	0.0021
% Colonização x % Cálcio das raízes	-0,74**	0.0009
% Colonização x % Magnésio da parte aérea	-0,51*	0.0116
% Colonização x % Magnésio das raízes	-0,44 ^{ns}	0.0860
% Colonização x % substâncias de reserva – parte aérea	0,77**	0,0001
% Colonização x % substâncias de reserva – raízes	0,65**	0,0023

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} - Não-significativo.

Segundo Santana & Ranal (2004), as correlações positivas indicam uma relação direta entre as variáveis estudadas, ou seja, que, no caso deste estudo, valores elevados de colonização radicular foram responsáveis diretos pelos valores elevados do parâmetro avaliado. Ao contrário, correlações negativas indicam relações inversas entre as variáveis avaliadas.

As correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule, a massa fresca e seca da parte aérea, o percentual de nitrogênio na parte aérea, o percentual de fósforo na parte aérea e nas raízes, o percentual de potássio na parte aérea, além das substâncias de reserva na parte aérea e nas raízes.

Foram consideradas significativas ($P < 0,05$) as correlações positivas entre o percentual de colonização das raízes e a área foliar, a massa fresca e seca das raízes e o percentual de nitrogênio das raízes. O percentual de potássio nas raízes não apresentou correlação com o percentual de colonização das raízes. Além disto, também não ocorreu correlação entre o percentual de colonização de raízes e o percentual de magnésio nas raízes.

Já, com relação aos macronutrientes cálcio e magnésio, ocorreram correlações negativas muito significativas entre o percentual de colonização das raízes e o percentual de cálcio, tanto da parte aérea como das raízes, e significativa para a correlação com o percentual de magnésio na parte aérea. Isto indica que, quanto maior a colonização radicular, menor a absorção destes elementos, o que, segundo Souza (1995) e Silveira (1999), é uma característica dos FMA, que têm a capacidade de reduzir a absorção destes elementos, variando em função da espécie de fungo inoculado e da espécie vegetal utilizada.

Os coeficientes de correlação relativos à associação entre os parâmetros de crescimento e nutrição mineral da cv. Aldrighi e a colonização radicular pelos FMA mostram que houve correlação positiva entre o percentual de colonização e todos os indicadores de crescimento das plantas e alguns indicadores nutricionais, independentemente da espécie de FMA utilizada (Tabela 15).

TABELA 15 - Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi e percentual de colonização radicular por FMA, avaliados 180 dias após a inoculação, em casa de vegetação. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Parâmetro	r	Probabilidade
% Colonização x altura	0,70**	0,0006
% Colonização x diâmetro	0,93**	0,0001
% Colonização x área foliar	0,76**	0,0001
% Colonização x massa fresca da parte aérea	0,84**	0,0001
% Colonização x massa fresca das raízes	0,60**	0,0051
% Colonização x massa seca da parte aérea	0,84**	0,0001
% Colonização x massa seca das raízes	0,64**	0,0023
% Colonização x % nitrogênio da parte aérea	0,86**	0,0001
% Colonização x % nitrogênio das raízes	0,53*	0,0170
% Colonização x % fósforo da parte aérea	0,66**	0,0016
% Colonização x % fósforo das raízes	0,69**	0,0007
% Colonização x % potássio da parte aérea	0,89**	0,0001
% Colonização x % potássio das raízes	0,92**	0,0001
% Colonização x % Cálcio da parte aérea	-0,12 ^{ns}	0,6166
% Colonização x % Cálcio das raízes	0,18 ^{ns}	0,4372
% Colonização x % Magnésio da parte aérea	-0,32 ^{ns}	0,1746
% Colonização x % Magnésio das raízes	-0,01 ^{ns}	0,9505
% Colonização x % substâncias de reserva – parte aérea	0,76**	0,0001
% Colonização x % substâncias de reserva – raízes	0,63**	0,0021

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} - Não-significativo.

Deste modo, as correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule, área foliar, massa fresca da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, o percentual de nitrogênio da parte aérea, o fósforo da parte aérea e das raízes, o potássio da parte aérea e das raízes e substâncias de reserva na parte aérea e das raízes. Foi considerada significativa ($P < 0,05$) a correlação positiva entre o percentual de colonização das raízes e a e o percentual de nitrogênio das raízes. O percentual de cálcio e magnésio, tanto na parte aérea quanto nas raízes, não apresentou correlação com o percentual de colonização das raízes.

Outros autores observaram correlações significativas entre os parâmetros de crescimento e conteúdo nutricional e percentagem de colonização, tais como Chu (1999), trabalhando com plantas de açaizeiro, e Anjos et al. (2005), trabalhando com maracujá-doce. Há, portanto, concordância dos resultados destes autores com os deste trabalho.

Já Costa et al. (2001), trabalhando com plantas de aceroleira, observaram correlações significativas entre os parâmetros de crescimento e conteúdo nutricional, não observando, porém, correlação entre estes parâmetros e o percentual de colonização das raízes, ao contrário do que foi observado neste trabalho.

Com relação ao efeito dos FMA sobre o tecido condutor das raízes da cv. Okinawa observa-se que os tratamentos com as espécies *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento semelhante entre si para o número e diâmetro das células do xilema primário, superior aos demais tratamentos, enquanto que, para área e perímetro das células, *Acaulospora sp.* foi superior aos demais tratamentos (Tabela 16).

Já o tratamento com *Glomus etunicatum* apresentou área, perímetro e diâmetro das células semelhante a *Glomus clarum*, superiores às testemunhas. O tratamento com *Glomus clarum* apresentou número de células do xilema semelhante ao das testemunhas (Tabela 16).

Com relação à espessura do córtex, as plantas testemunhas apresentaram os maiores resultados, seguidos pelas inoculadas com *Glomus clarum*, enquanto as plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum* apresentaram resultados semelhantes entre si e inferiores as primeiras (Tabela 16).

TABELA 16 – Comparação do efeito da inoculação de três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e da não inoculação (Testemunha) sobre o xilema primário de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa, coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Tratamento	Diâmetro da raiz (µm)	Espessura do córtex (µm)	Xilema primário			
			Nº de células	Diâmetro das células (µm)	Perímetro das células (µm)	Área das células (µm ²)
<i>Acaulospora sp.</i>	957,14 ^{ns}	118,12c	38,53a	5,50a	16,86a	58,55a
<i>G. clarum</i>	958,32 ^{ns}	129,85b	26,00b	5,11b	15,61b	48,46b
<i>G. etunicatum</i>	961,35 ^{ns}	119,31c	34,60a	5,26ab	15,70b	50,45b
Testemunha	952,61 ^{ns}	139,39a	22,00b	4,04c	11,77c	41,14c
C.V. (%)	5,17	7,41	5,01	10,09	6,02	13,22

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns} - Não-significativo.

Para a cv. Aldrighi, o tratamento com a espécie *Scutellospora heterogama* apresentou resultados superiores aos demais tratamentos para os parâmetros de número de células, área e perímetro das células de xilema, apresentando, entretanto, comportamento semelhante a *Glomus etunicatum* para o diâmetro das células, sendo superior aos demais tratamentos para este parâmetro (Tabela 17).

Já *Glomus etunicatum* apresentou comportamento semelhante a *Acaulospora sp.* quanto ao número de células, superior a *Glomus clarum* e as testemunhas. Além disto, *Glomus etunicatum* apresentou comportamento superior a *Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e às testemunhas quanto aos demais parâmetros.

As plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram comportamento superior a *Glomus clarum* quanto ao número de células e semelhante aos demais parâmetros. As plantas testemunhas apresentaram resultados inferiores para todos os parâmetros relativos a avaliação do xilema primário.

Contudo, com relação à espessura do córtex, as plantas testemunhas apresentaram comportamento superior aos demais tratamentos, seguidos de *Glomus clarum*, que foi superior a *Acaulospora sp.* e esta foi superior aos tratamentos com *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum*, que apresentaram resultados semelhantes (Tabela 17).

TABELA 17 – Comparação do efeito da inoculação de quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e da não inoculação (Testemunha) sobre o xilema primário de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamento	Diâmetro da raiz (µm)	Espessura do córtex (µm)	Xilema primário			
			Nº de células	Diâmetro das células (µm)	Perímetro das células (µm)	Área das células (µm ²)
<i>Acaulospora sp.</i>	945,01 ^{ns}	118,08c	33,40b	4,87b	12,95c	52,95c
<i>G. clarum</i>	939,11 ^{ns}	128,85b	24,93c	4,93b	13,10c	53,10c
<i>G. etunicatum</i>	955,23 ^{ns}	107,31d	30,20b	6,17a	16,86b	56,86b
<i>S. heterogama</i>	960,12 ^{ns}	105,22d	37,00a	7,06a	22,70a	62,70a
Testemunha	940,04 ^{ns}	138,39a	16,33d	3,87c	11,57d	41,57d
C.V. (%)	4,76	6,11	5,54	7,84	6,84	11,32

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns} - Não-significativo.

Pode-se observar que a inoculação dos FMA proporcionou uma redução da espessura do córtex das plantas inoculadas de ambas as cultivares (Tabelas 16 e 17). As espécies de FMA proporcionaram aumento na maioria dos parâmetros morfológicos do xilema das raízes avaliados para a cv. Okinawa e para todas as da cv. Aldrighi. Observa-se, no caso das plantas inoculadas com FMA, que o efeito principal ocorre sobre as células do metaxilema (Figuras 25 e 26), que é uma das categorias do xilema primário, cujas células condutoras se diferenciam tardiamente e acabam apresentando diâmetro maior (Costa et al., 2003).

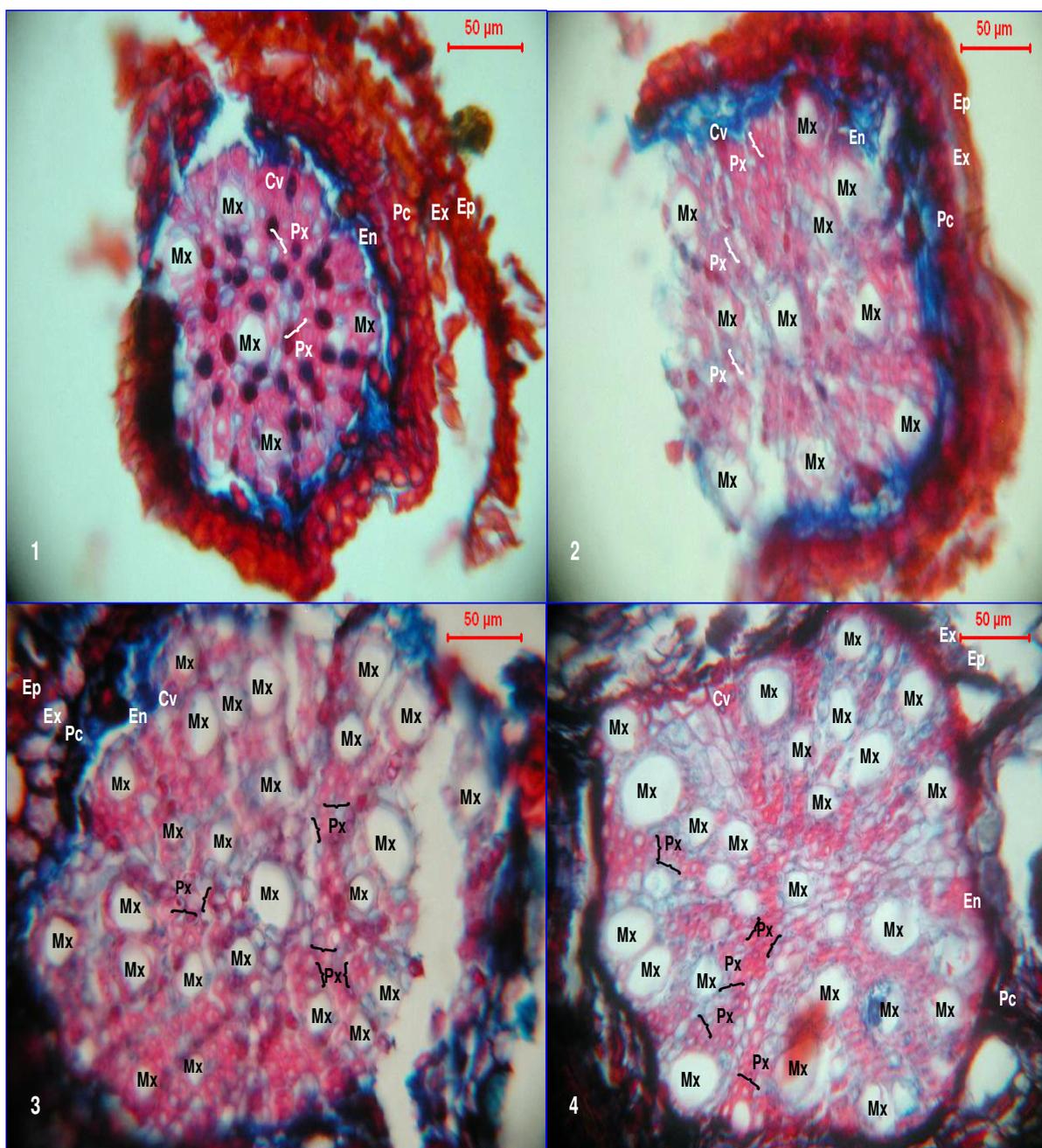


FIGURA 25 – Cortes transversais de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa não inoculadas (Testemunha – foto 1) e inoculadas com três espécies de FMA (*Glomus clarum* – foto 2, *Glomus etunicatum* – foto 3 – e *Acaulospora sp.* - foto 4), coletadas na enxertia, aos 360 dias. Mx – metaxilema; Px – protoxilema; Cv – cilindro vascular; En – endoderme; Pc – parênquima cortical; Ex – exoderme; Ep – epiderme. Aumento 400x, com uso de zoom digital de 2.0 megapixel para a foto 1, 2.5 megapixel para a foto 2 e 3.34 megapixel para as demais fotos. Eldorado do sul, RS, 2004.

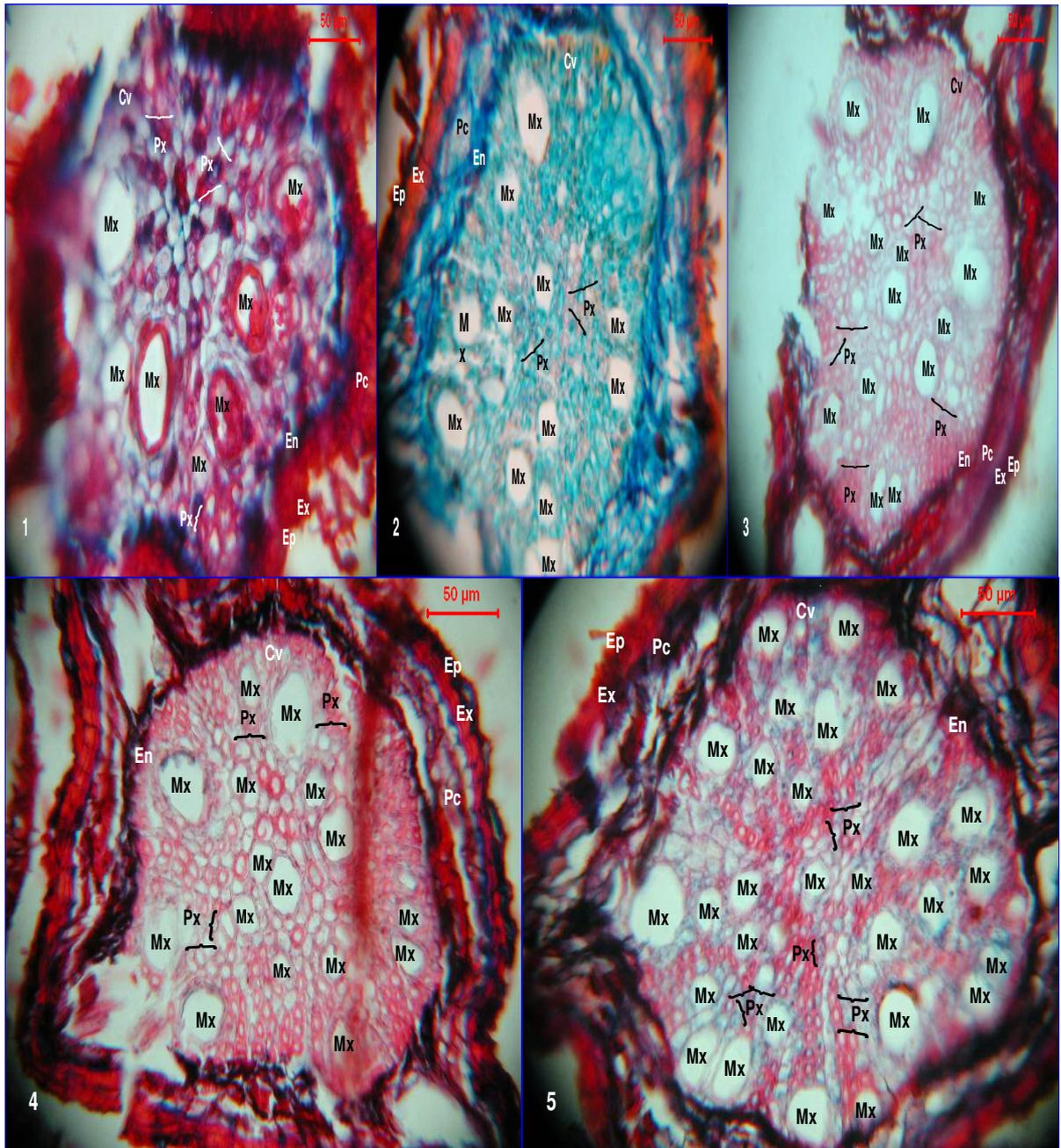


FIGURA 26 – Cortes transversais de raízes secundárias de plantas do porta-enxerto cv. Aldrichi não inoculadas (Testemunha – foto 1) e inoculadas com quatro espécies de FMA (*Glomus clarum* – foto 2, *Glomus etunicatum* – foto 3, *Acaulospora* sp. - foto 4 - e *Scutellospora heterogama* – foto 5), coletadas na enxertia, aos 180 dias. Mx – metaxilema; Px – protoxilema; Cv – cilindro vascular; En – endoderme; Pc – parênquima cortical; Ex – exoderme; Ep – epiderme. Aumento 400x, com uso de zoom digital de 3.0 megapixel para as fotos 2 e 3 e 3.34 megapixel para as demais fotos. Eldorado do Sul, RS, 2005.

A diminuição da área do córtex parece estar diretamente ligada ao aumento do número de células do metaxilema das plantas inoculadas com FMA. As plantas testemunhas apresentam menor número das células do metaxilema, além de apresentar diâmetro menor das mesmas em relação às células das plantas inoculadas, principalmente no caso dos tratamentos com as espécies *Acaulospora* sp. (cv. Okinawa) e *Scutellospora heterogama* (cv. Aldrighi).

Além disto, os FMA não parecem exercer efeito sobre o protoxilema, que são células condutoras que se diferenciam primeiro, ou seja, adquire paredes secundárias lignificadas precocemente (Apezato-da-Glória & Hayashi, 2003), o que diminui a possibilidade de efeito dos FMA sobre o crescimento desta categoria de células do xilema primário.

Barroso et al. (1986) relatam que micélios de fungos endomicorrízicos foram extraídos de raízes de *Ophrys lutea* (Orchidaceae) e colocados em meio de cultura no escuro durante três semanas, após a qual foram extraídos os derivados liberados no meio de cultura, cujas maiores concentrações eram compostas de ácido indol-3-acético e ácido indol-3-etanol, revelando a habilidade destes fungos em sintetizar tais compostos. Os autores concluíram que a identificação destes compostos no extrato dos micélio sugere a transferência destes compostos dos fungos para a planta hospedeira durante a fase de estabelecimento da simbiose, visando a não paralisação do crescimento do sistema vascular primário. Segundo Hirsch et al. (1997), raízes colonizadas por FMA apresentariam um aumento na produção de auxinas e citocininas, que estariam envolvidas no aumento ou na

continuidade do crescimento das células do tecido condutor, especialmente do tamanho e do número das células do metaxilema.

Segundo os mesmos autores, o estabelecimento da simbiose levaria à produção de sinalizadores bioquímicos que ativariam genes envolvidos na produção destes fitohormônios, sendo que os mesmos sinalizadores seriam responsáveis pela formação dos nódulos de raízes de leguminosas colonizadas por *Rhizobium sp.* Tais autores mostraram que em raízes da cv. mutante de alfafa MN 1008, que realiza a transcrição destes sinalizadores em ausência dos simbioss, as respostas do tecido das raízes foram idênticas ao de raízes de plantas colonizadas tanto por FMA como por *Rhizobium meliloti*.

Segundo Souza et al. (2000), em estudos histológicos realizados com citrange Carrizo, as plantas inoculadas com os FMA também apresentaram redução da espessura do córtex, o que coincide com os resultados obtidos neste estudo.

Além disto, conforme relatam Atkinson et al. (1994), parece existir possíveis efeitos variáveis sobre a morfologia radicular, de acordo com a espécie de FMA e a espécie vegetal envolvidos na simbiose, influenciando o tamanho e o crescimento das células do xilema, o que também foi verificado neste estudo, uma vez que algumas espécies apresentaram comportamento variável em aumento do tamanho e número de células, em função da cultivar utilizada, e em função da espécie de FMA utilizada para uma mesma cultivar.

Berta et al. (1995) relatam que plantas de *Prunus cerasifera* inoculadas com *Glomus intraradices* apresentaram modificações no número e diâmetro das

células do tecido condutor, além de modificações na arquitetura das raízes, com incremento da emissão de ramificações de raízes de todas as ordens.

Porém, os mesmos autores relatam que a espécie *Glomus mosseae* não alterou substancialmente a arquitetura e a morfologia das raízes da mesma espécie vegetal.

Já, Norman et al. (1996), relatam que as espécies *Glomus fasciculatum* e *Glomus etunicatum* induziram modificações nas raízes das cultivares de moranguinho Elsanta e Cambridge Favorite, mas não provocaram nenhuma alteração na morfologia das raízes da cv. Rhapsody, mostrando o efeito variável destas espécies de FMA sobre diferentes cultivares de uma mesma espécie vegetal.

Os benefícios proporcionados pelos FMA sobre o desenvolvimento das plantas estão associados a muitos mecanismos de ação destes fungos, que atuam de forma direta ou indireta sobre os vegetais (Souza et al., 1996). Um dos efeitos positivos dos FMA seria em função da presença do micélio externo, que tem importante papel na absorção de nutrientes de difusão lenta, como o fósforo e o potássio (Tobar et al., 1994; Tedesco et al., 1995; Souza, 2000; Minhoni & Auler, 2003), incrementando o conteúdo nutricional das plantas (Barea, 1991; An et al., 1993).

As modificações promovidas pelos FMA na estrutura primária do xilema, como aumento do número e do diâmetro das células do metaxilema e diminuição do córtex (Atkinson et al., 1994; Souza, 2000), promovem o aumento do volume de água e nutrientes translocados para a parte superior da planta.

O maior volume de água translocado para a parte superior das plantas favorece a relação água-planta, uma vez que permite uma maior resistência das plantas à seca, em decorrência de uma série de mudanças que ocorrem na sua fisiologia (Bolletta et al., 2002).

O aumento da absorção e do volume de transporte de nutrientes, como o nitrogênio, que é constituinte de proteínas, é vital para o crescimento vegetativo (Tedesco et al., 1995). O fósforo é essencial para a divisão celular, a reprodução e o metabolismo da fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas (Silveira, 1999) e o potássio atua no equilíbrio elétrico das células e na abertura e fechamento dos estômatos, cujo funcionamento interfere na fotossíntese (Tedesco, 1990; Tedesco et al., 1995). Isto contribui para maiores respostas das plantas em termos de crescimento em altura e diâmetro, em área foliar e massa fresca e seca da parte aérea e de raízes. Tais relatos confirmam as respostas encontradas neste estudo.

Os resultados referentes à colonização radicular, parâmetros de crescimento e nutrição mineral, indicam a maior eficiência da simbiose de *Acaulospora sp.* com o porta-enxerto cv. Okinawa, enquanto que, para a cv. Aldrighi, sua eficiência foi considerada baixa. A espécie *Glomus etunicatum* apresentou comportamento intermediário para ambas as cultivares, enquanto a espécie *Glomus clarum* apresentou a menor eficiência entre todas as espécies, para ambas as cultivares.

A espécie *Scutellospora heterogama*, que foi utilizada somente no experimento da cv. Aldrighi apresentou os melhores resultados de crescimento e nutrição mineral para esta cultivar.

3.4 Conclusões

1) O uso de fungos micorrízicos arbusculares oriundos de vinhedos beneficiam as plantas dos porta-enxertos de pessegueiro “Okinawa” e “Aldrighi”, acelerando o seu desenvolvimento vegetativo e melhorando o seu estado nutricional. Isto é potencializado, principalmente, quando a inoculação da cv. Okinawa se dá com a espécie *Acaulospora sp.* e, para a cv. Aldrighi, com a espécie *Scutellospora heterogama*.

2) Plantas inoculadas com FMA apresentam alterações na estrutura morfológica das raízes, como diminuição do córtex e aumento do número e do tamanho de células do metaxilema, o que proporciona maior volume de água e nutrientes translocados para a parte superior da planta.

4. CAPÍTULO IV - Comportamento dos porta-enxertos de pessegueiro “Aldrighi” e “Okinawa” inoculados com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) isolados de pomares de pessegueiro do Rio Grande do Sul

4.1 Introdução

Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são, reconhecidamente, componentes importantes e amplamente distribuídos na maioria dos ecossistemas terrestres (Treseder & Cross, 2006). Eles recebem de 3 a 20% dos fotoassimilados produzidos pelas plantas hospedeiras em troca da transferência de nutrientes e água para as mesmas (Johnson et al., 2002a). Deste modo, os FMA influenciam diretamente na dinâmica do carbono e de outros elementos, dentro do sistema solo-planta-atmosfera (Kucey & Paul, 1982; Finlay & Soderstrom, 1992; Johnson et al., 2002b). Além disso, estes fungos são sensíveis às mudanças bruscas no ambiente, proliferando em condições de CO₂ atmosférico elevado, sofrendo influência negativa sob condições de elevados percentuais de nitrogênio (Treseder, 2004). Desta forma, estes fungos desempenham papel fundamental na regulação de respostas ecofisiológicas das plantas às mudanças do ambiente (Rilling et al., 2002).

A interpretação correta da dinâmica local de espécies de microrganismos presentes em uma área é fundamental para se entender a influência dos FMA sobre o equilíbrio das plantas estabelecidas neste local (Allen et al, 1995). Além disto, a diversidade, a densidade e o potencial de infectividade dos propágulos de FMA no solo estão relacionados indiretamente com as condições ecológicas de cada ecossistema (Maia & Trufem 1990) e diretamente com a fisiologia do fungo (Morton 1993), estando a colonização micorrízica ligada ao genótipo da planta e do fungo, assim como ao ambiente.

Neste aspecto, as espécies de FMA autóctones de uma determinada região, que já são adaptadas às condições edafoclimáticas da mesma, tendem a conferir um maior potencial de resposta, quando inoculadas nas plantas a serem cultivadas nesta região (Cabello, 1999; Souza et al., 2002; Vivas et al., 2003; Silveira, 2006).

Por este motivo, a determinação de FMA nativos vem crescendo no mundo. Bons exemplos disso são os trabalhos de pesquisa realizados na Europa com milho, triticales e gramíneas nativas (Daniell et al., 2001; Oehl & Sieverding 2003), e na América Central e do Norte, com frutíferas e olerícolas (Alvarado et al., 2004; Davies Jr. et al, 2002).

No Brasil, vários trabalhos de levantamento de espécies de FMA têm sido realizados, como os de Alves et al. (1989), em zonas produtoras de mandioca da Bahia, de Siqueira et al. (1989), com café em Minas Gerais, de Bononi et al. (1989) e Moreira-Souza et al. (2003), em zonas com araucária de São Paulo.

Também há estudos em zonas de fruticultura de Santa Catarina, com levantamentos realizados em áreas com cultivo de macieira (Silva Filho et al., 1989), de pessegueiro (Scharf et al., 1989), de goiabeira (Lovato et al., 1989), de videira (Franke et al., 1989) e de citros (Schmitz, 1998). No Rio Grande do Sul, há estudos em áreas de citros (Schmitz et al., 1999) e videira (Silveira, 2006).

Com isto, o uso de espécies de FMA nativas de pomares de pessegueiro, tende a ser uma boa opção de uso na produção de mudas desta cultura. A proposta de micorrização de porta-enxertos de pessegueiro visa o desenvolvimento de novas metodologias de propagação, que superem os métodos tradicionais, os quais se mostram ultrapassados e inadequados para resolver os atuais problemas da cultura, como no caso do replantio de antigas áreas de cultivo.

O objetivo deste capítulo consiste na avaliação da influência de espécies de FMA nativas de pomares de pessegueiro, sobre o crescimento e nutrição mineral foliar dos porta-enxertos de pessegueiro (*Prunus persica*) cultivares Aldrighi e Okinawa. Além disto, visa a comparação com os resultados obtidos com espécies isoladas de pomares de videira oriundos da serra gaúcha.

4.2 Material e métodos

Todo o processo de preparação do experimento, como germinação dos caroços, preparo dos substratos e inoculação foi idêntico ao descrito no item 3.2. Este experimento foi conduzido em ambiente protegido (casa de nebulização com sistema de irrigação por aspersão), avaliando a influência de espécies de FMA, isoladas de pomares de pessegueiro, sobre desenvolvimento de plantas das

cultivares Okinawa e Aldrighi. As espécies de FMA foram identificadas, selecionadas e multiplicadas conforme método descrito no item 2.2.

Os tratamentos usados para a cv. Okinawa e para a cv. Aldrighi foram:

- T1 - Testemunha, sem FMA;
- T2 - Inoculação com *Glomus clarum* Nicol. & Schenck;
- T3 - Inoculação com *Glomus etunicatum* Becker & Gerd;
- T4 - Inoculação com *Gigaspora margarita* W.N. Becker & I.R. Hall.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 15 plantas por parcela e quatro repetições, num total de 240 plantas para a cv. Okinawa.

Para a cv. Aldrighi utilizaram-se 10 plantas por parcela e quatro repetições, num total de 160 plantas.

As avaliações de altura e diâmetro, feitas durante o desenvolvimento do porta-enxerto, e de área foliar, massa fresca e seca da parte aérea e raízes, nutrição mineral e substâncias de reserva, colonização radicular com FMA e análise química do substrato, feitas no momento da enxertia, foram realizadas segundo os métodos descritos no item 3.2.1.

4.3 Resultados e discussão

As curvas de crescimento em altura (Figura 27) e diâmetro (Figura 28) das plantas da cv. Okinawa foram representadas por equação de segundo grau em todos os tratamentos, sendo que os melhores resultados foram obtidos com *Glomus etunicatum*, que induziu maior altura e diâmetro às plantas, enquanto que *Glomus clarum* apresentou comportamento intermediário e *Gigaspora margarita* foi ineficiente.

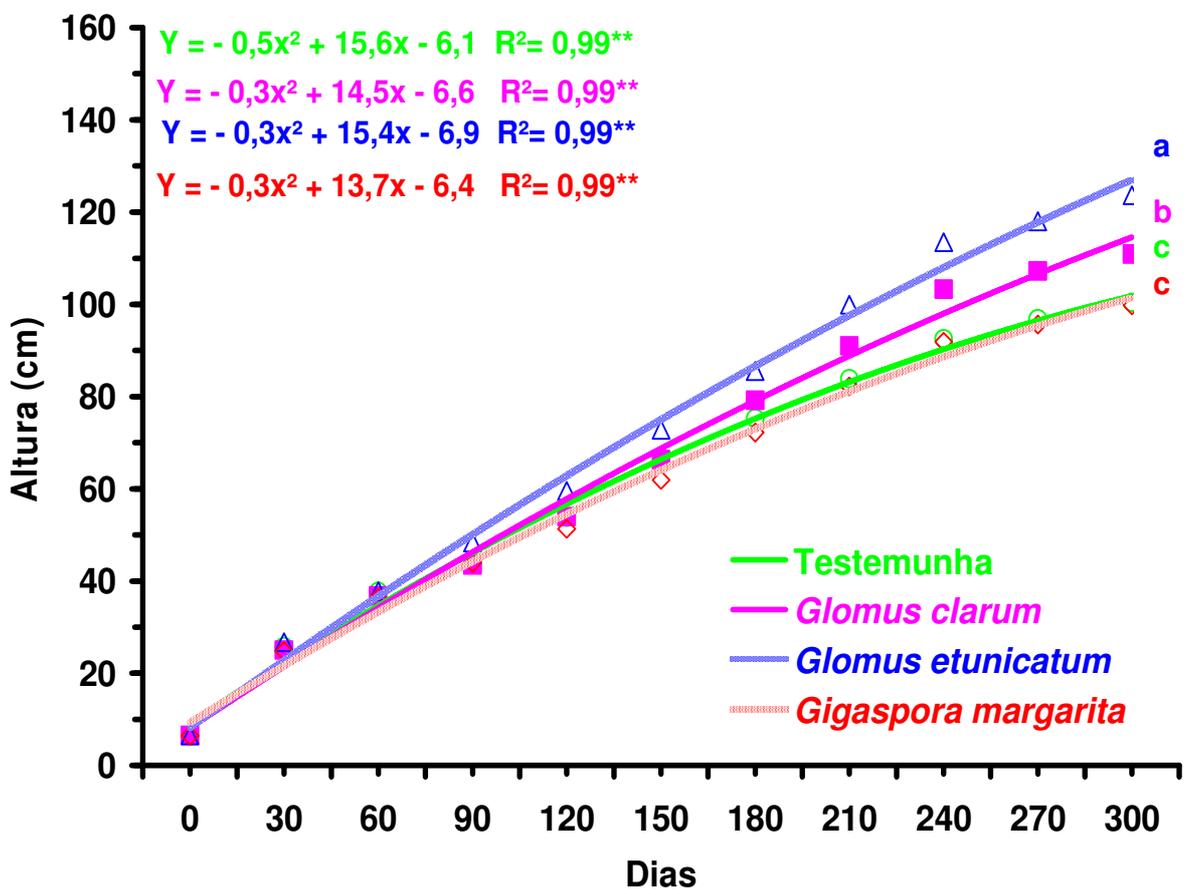


FIGURA 27 - Altura das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

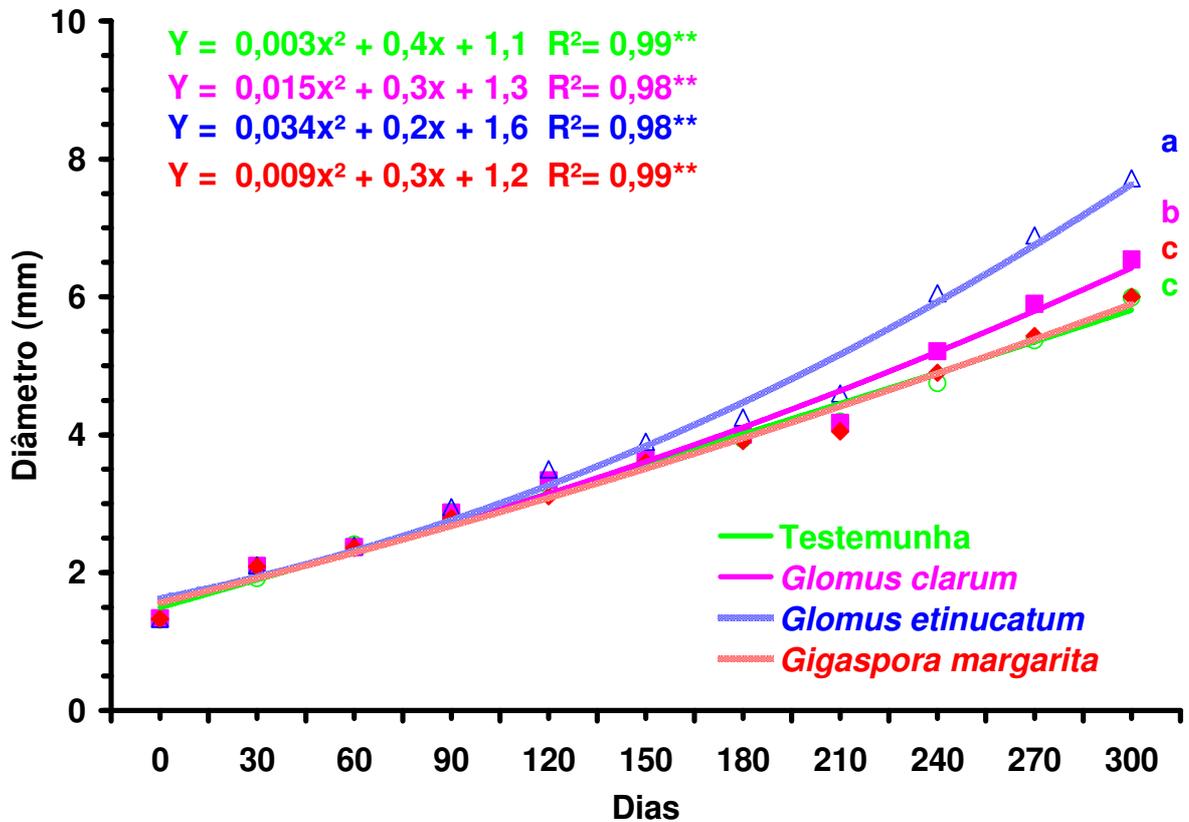


FIGURA 28 - Diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* começaram a apresentar crescimento diferenciado, tanto em altura quanto em diâmetro, a partir do 120º dia, enquanto que as inoculadas com *Glomus clarum* só começaram a diferenciar do tratamento com *Gigaspora margarita* e da testemunha a partir do 180º dia.

Para a cv. Aldrighi, as curvas de crescimento também apresentaram comportamento quadrático para todos os tratamentos, tanto em altura (Figura 29)

quanto em diâmetro (Figura 30), sendo que as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* foram superiores aos demais tratamentos, tanto em altura quanto em diâmetro, enquanto que *Glomus clarum* apresentou crescimento intermediário e *Gigaspora margarita* apresentou crescimento semelhante à testemunha.

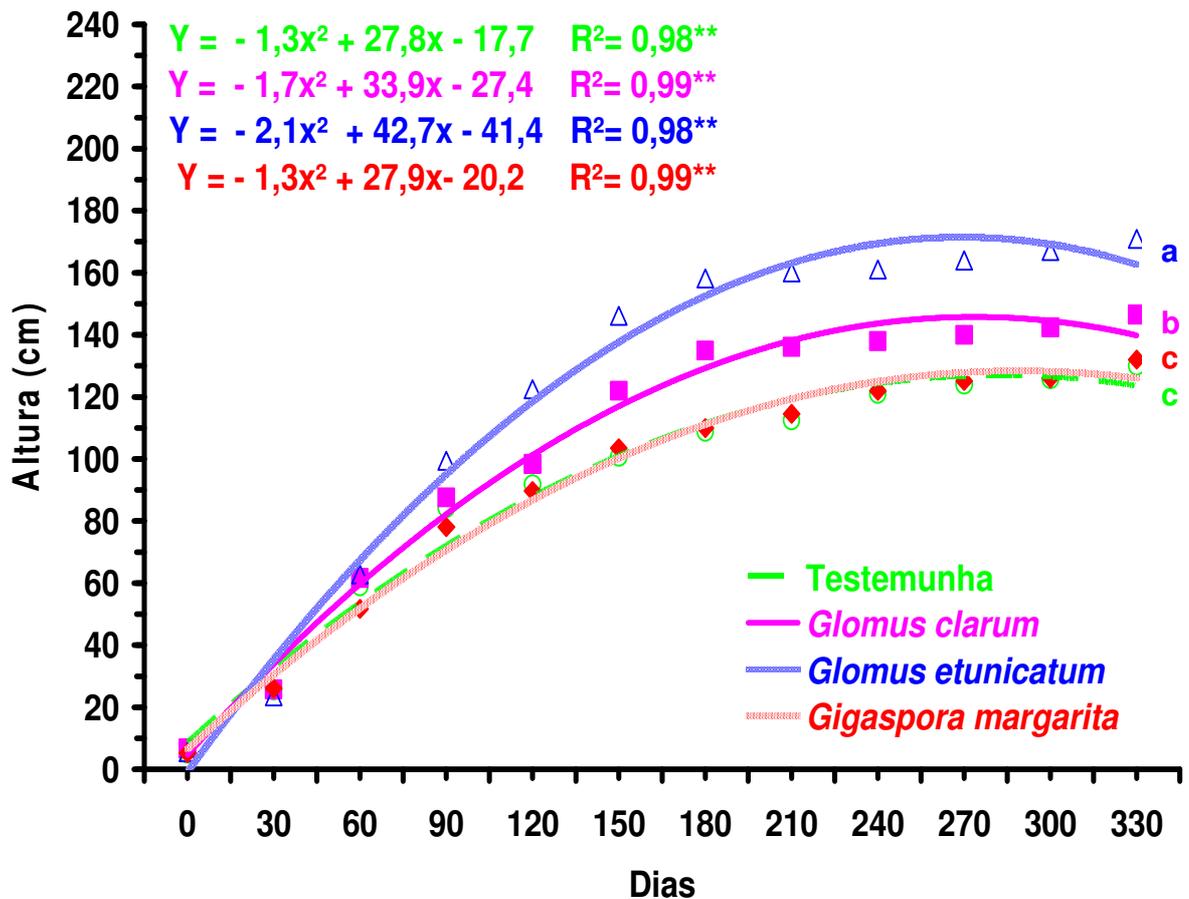


FIGURA 29 – Altura das plantas do porta-enxerto cv. Aldrichi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

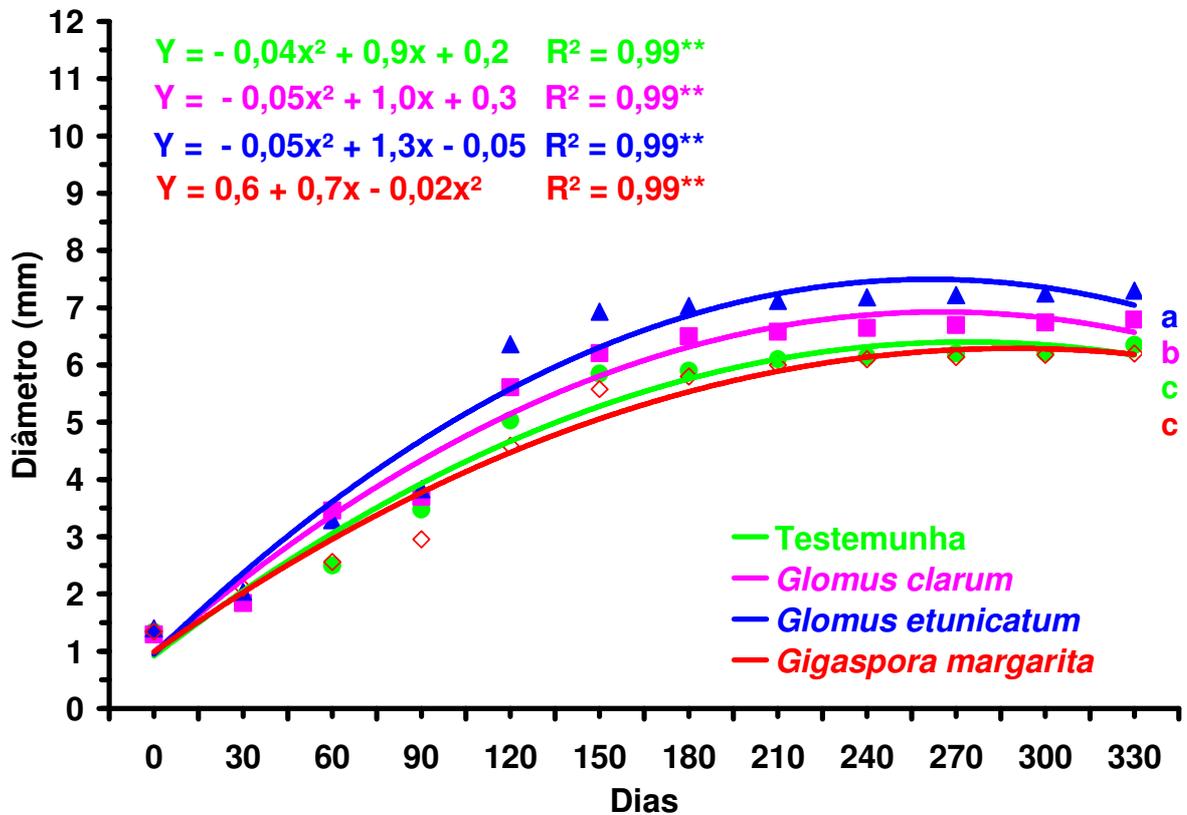


FIGURA 30 – Diâmetro do caule das plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

As plantas do cv. Aldrighi inoculadas com a *Glomus etunicatum* passaram a apresentar crescimento diferenciado em altura e diâmetro a partir do 60º dia, da mesma forma que as plantas inoculadas com *Glomus clarum*. A partir do 90º dia, *Glomus etunicatum* passou a apresentar os maiores incrementos em altura e, a partir de 120º dia, em diâmetro, enquanto que as plantas inoculadas com *Glomus clarum* mantiveram comportamento intermediário, superiores as curvas de crescimento das plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* e das testemunhas (Figura 30).

Estes resultados são coincidentes com os obtidos por Chu (1999), que trabalhando com plantas de açaizeiro inoculadas com as espécies *Scutellospora gilmorei* e *Gigaspora margarita* oriundos de pomares de açaí, observaram aumentos de altura de 92% e 116% de diâmetro em plantas inoculadas com *Scutellospora gilmorei*, enquanto *Gigaspora margarita* não incrementou crescimento em altura e diâmetro quando feita a comparação às testemunhas.

Carneiro & Parviainen (1988) trabalhando com *Pinus elliottii*, Novaes (1998), com *Pinus taeda*, Morgado (1998), com *Eucalyptus grandis*, e Leles et al. (2000), com *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus pellita*, verificaram que essas espécies vegetais, quando inoculadas com espécies de FMA isoladas de áreas de reflorestamento, apresentaram valores em altura e diâmetro do colo superiores aos de plantas não inoculadas.

Porém, Schiavo & Martins (2003), trabalhando com plantas de acácia inoculadas com FMA nativos de áreas florestais e rizóbio, não constataram diferenças no crescimento em altura e diâmetro das plantas inoculadas, quando feita a comparação com plantas não inoculadas, o que foi atribuído pelos autores à competição entre os microsimbiontes e as raízes das plantas pelos fotoassimilados, o que concorda com relatos de Ruiz-Lozano & Ázcon (1994). Tais relatos não coincidem com os resultados obtidos neste trabalho para as plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, porém coincidem com os obtidos para *Gigaspora margarita*.

Além disto, conforme Anjos et al. (2005), o incremento proporcionado pelo uso de FMA nativos sobre o crescimento das mudas de maracujazeiro-doce iniciou-

se a partir de 30 dias após a inoculação, enquanto que os FMA introduzidos só começaram a incrementar o desenvolvimento do hospedeiro após 45 dias. Este relato não coincide com os dados obtidos neste trabalho, visto que os isolados das espécies não nativas de pomares de pessegueiro (item 3.3.1) induziram diferenciação de crescimento a partir de períodos semelhantes ou inferiores aos dos isolados das espécies nativas, tanto em altura quanto em diâmetro. *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram diferenciação de crescimento em altura e diâmetro, tanto dos isolados nativos quanto dos introduzidos, a partir de 120^o dia para a cv. Okinawa e 60^o dia para a cv. Aldrighi. Entretanto Martins et al. (2000), trabalhando com mamoeiro, observaram que FMA nativos induziram diferenciação no crescimento vegetativo em período semelhante aos FMA introduzidos, o que coincide com os resultados obtidos neste trabalho.

A evolução do desenvolvimento das plantas desde o início do experimento até o 300^o dia, para a cv. Okinawa, e 330^o dia, para a cv. Aldrighi mostra que o crescimento das plantas inoculadas com FMA passou a ser superior aos das testemunhas a partir do 120^o dia para a cv. Okinawa (Figuras 27 e 28) e 60^o dia para a cv. Aldrighi (Figuras 29 e 30).

As prováveis causas deste comportamento inicial semelhante entre os tratamentos estão relacionadas ao tempo necessário para a colonização que foi influenciado pelas condições de substrato no início do experimento. O substrato utilizado para o plantio das plantas da cv. Okinawa apresentava um pH muito ácido (4,8) (Apêndices 6), enquanto que, para as plantas da cv. Aldrighi, o pH do meio era mais elevado (5,2) (Apêndice 7). Assim, as plantas da cv. Aldrighi inoculadas com

FMA apresentaram diferenciação das testemunhas em altura e diâmetro a partir do 60º dia, enquanto que, para a cv. Okinawa, as plantas inoculadas começaram a diferir das testemunhas mais tarde, sendo que *Glomus etunicatum* começou a diferir primeiro, no 120º dia, enquanto que *Glomus clarum* só passou a diferir no 180º dia, mostrando que sua faixa de pH preferencial é mais elevada do que *Glomus etunicatum*. Já, com relação à *Gigaspora margarita*, que é uma espécie que predomina em solos com elevada acidez, a elevação do pH foi prejudicial. A colonização inicial poderia ter sido facilitada pelo baixo pH inicial do substrato, porém o percentual elevado de matéria orgânica do substrato pode ter prejudicado esta espécie já que, segundo Siqueira & Franco (1988) e Silveira (1992), níveis elevados de nitrogênio no meio causam a inibição do desenvolvimento desta espécie.

As curvas de altura e diâmetro da cv. Aldrighi apresentaram diminuição no ritmo de crescimento no final, quando comparada com a da cv. Okinawa, o que pode ser atribuído à época em que ocorreu a avaliação de cada experimento, já que as plantas da cv. Okinawa foram avaliadas no mês de abril de 2006, quando a temperatura média era de 18,9 °C, enquanto as plantas da cv. Aldrighi foram no final do mês de agosto, quando as temperaturas médias eram mais baixas (13,6 °C), o que acarreta diminuição do ritmo de crescimento.

Porém, ao comparar os resultados de crescimento vegetativo proporcionados pelas espécies nativas e introduzidas (item 3.3.1), feito aos 180 dias para a cv. Aldrighi (final do experimento com FMA introduzidas) e 300 dias para a cv. Okinawa (final do experimento com FMA nativas), observa-se que o crescimento em altura e diâmetro proporcionados pelos isolados das espécies originados de pomares

de pessegueiros apresentou diferenças em relação aos isolados das mesmas espécies originados de parreirais, além de mostrar que os resultados das espécies introduzidas *Acaulospora sp.* (cv. Aldrighi e Okinawa) e *Scutellospora heterogama* (cv. Aldrighi) foram superiores aos da espécie nativa *Gigaspora margarita* (Tabela 18).

TABELA 18 – Comparação entre parâmetros de crescimento (altura e diâmetro) de plantas de duas cultivares de porta-enxerto de pessegueiro inoculadas com isolados de espécies de FMA oriundos de pomares de pessegueiro (nativas) e de parreirais da serra gaúcha (introduzidas), medidas no período de 180 dias (cv. Aldrighi) e 300 dias (cv. Okinawa). Eldorado do Sul, RS, 2006.

Espécies de FMA	Aldrighi (180 dias)		Okinawa (300 dias)	
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
<i>Acaulospora sp.</i> (introduzida)	130,94d	6,28e	109,33b	6,24bc
<i>Gigaspora margarita</i> (nativa)	110,00e	5,80f	99,79c	6,00c
<i>Glomus clarum</i> (nativa)	135,00c	6,50d	110,92b	6,54b
<i>Glomus clarum</i> (introduzida)	129,80d	6,24e	99,73c	5,93c
<i>Glomus etunicatum</i> (nativa)	158,20a	7,03b	123,65a	7,72a
<i>Glomus etunicatum</i> (introduzida)	138,36c	6,82c	103,80c	5,93c
<i>S. heterogama</i> (introduzida)	143,97b	7,29a	-	-
C.V. (%)	7,98	7,77	8,14	7,22

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Segundo Aguiar et al. (2004), o incremento em crescimento proporcionado pelos FMA pode variar em função da espécie utilizada e do isolado de uma mesma espécie de FMA. Os mesmos autores afirmam que FMA nativos de determinado ambiente podem estar mais adaptados às condições prevalentes, sendo mais efetivos que espécies introduzidas. Porém, algumas espécies introduzidas podem ser mais efetivas em favorecer o desenvolvimento das plantas do que espécies nativas (Dodd et al. 1983). Estes relatos vêm ao encontro dos resultados obtidos com

as espécies exóticas e nativas e as cultivares de porta-enxerto utilizados neste trabalho.

À semelhança do ocorrido para altura e diâmetro, a área foliar e a massa fresca e seca da parte aérea das plantas do porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com *Glomus etunicatum* foram superiores ao dos demais tratamentos (Tabela 19). O tratamento com *Glomus clarum* apresentou comportamento intermediário, superior à *Gigaspora margarita*, que apresentou comportamento semelhante à testemunha.

As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores resultados de massa fresca de raízes, enquanto os demais tratamentos apresentaram resultados semelhantes entre si. Quanto à massa seca das raízes, *Glomus etunicatum* foi superior aos demais tratamentos, enquanto *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* apresentaram comportamento semelhante entre si, superiores à testemunha (Tabela 19).

TABELA 19 - Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 300 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Área foliar (cm ² /planta)	Parte aérea		Raízes		Massa seca parte aérea/ massa seca raízes
		Massa fresca (g)	Massa seca (g)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)	
<i>Gigaspora margarita</i>	567,55c	134c	49c	56b	20b	2,45 ^{ns}
<i>Glomus clarum</i>	762,32b	165b	67b	55b	25b	2,68 ^{ns}
<i>Glomus etunicatum</i>	891,71a	197a	89a	89a	34a	2,62 ^{ns}
Testemunha	567,41c	131c	40c	51b	14c	2,85 ^{ns}
C.V. (%)	6,01	11,47	7,89	9,24	6,28	5,74

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

De forma semelhante ao verificado para a cv. Okinawa, na cv. Aldrighi, o tratamento com a *Glomus etunicatum* foi o que apresentou o maior incremento em área foliar e massa fresca da parte aérea, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 20). Já, o tratamento com *Glomus clarum* apresentou comportamento intermediário e superior à *Gigaspora margarita* e, esta, apresentou resultados semelhantes à testemunha. Quanto à massa seca da parte aérea, os FMA seguiram sendo eficientes, inclusive com *Gigaspora margarita* induzindo uma maior resposta em relação às plantas não inoculadas (Tabela 20).

Na massa das raízes, os FMA também foram eficientes, principalmente *Glomus etunicatum*, que se destacou dos demais (Tabela 20). *Glomus clarum* mostrou valores intermediários de massa fresca de raízes, sendo superior à *Gigaspora margarita* e às testemunhas, que não diferiram entre si para este parâmetro. Já na matéria seca de raízes, *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* foram semelhantes entre si e superiores às testemunhas (Tabela 20).

TABELA 20 - Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes e relação entre massa seca da parte aérea e das raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Aldrighi, inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 330 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Área foliar (cm ² /planta)	Parte aérea		Raízes		Massa seca parte aérea/massa seca raízes
		Massa fresca (g)	Massa seca (g)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)	
<i>Gigaspora margarita</i>	457,02c	106c	45c	40c	20b	2,25 ^{ns}
<i>Glomus clarum</i>	613,01b	120b	51b	53b	20b	2,55 ^{ns}
<i>Glomus etunicatum</i>	796,90a	139a	62a	67a	25a	2,48 ^{ns}
Testemunha	450,25c	108c	37d	41c	15c	2,47 ^{ns}
C.V. (%)	7,58	3,44	2,77	8,88	2,56	5,34

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

Conforme afirmam Silva et al. (2004), o aumento da taxa fotossintética de plantas inoculadas com FMA está diretamente relacionado ao incremento do crescimento vegetativo, proporcionados pela atividade dos fungos.

Segundo Silveira (1999), plantas colonizadas por FMA que apresentem área foliar semelhante ou até mesmo inferior às plantas não colonizadas, podem indicar uma ineficiência do micélio externo do fungo em absorver e translocar água e nutrientes para a planta, ao mesmo tempo em que a planta apresenta gasto energético com o FMA, caracterizando, desta forma, não uma relação simbiótica, mas, sim, parasítica.

Em trabalho publicado por Silva et al. (2004), no qual os autores inocularam mudas de maracujazeiro-doce com quatro espécies de FMA, os mesmos afirmam que mudas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram crescimento lento e área foliar semelhante às plantas testemunhas, enquanto plantas inoculadas com espécies do gênero *Gigaspora* apresentaram os maiores resultados em termos de crescimento, biomassa e área foliar.

Tais relatos não coincidem com os resultados obtidos neste trabalho, uma vez que o isolado nativo da espécie *Glomus etunicatum* foi o que apresentou os maiores resultados em termos de crescimento, massa fresca e seca e área foliar, ao mesmo tempo em que *Gigaspora margarita* apresentou desempenho semelhante às plantas testemunhas. Este comportamento diferenciado evidencia a complexidade das interações biológicas.

Silveira et al. (2002), mostram resultados semelhantes aos deste estudo, uma vez que mudas de porta-enxerto de abacateiro inoculadas com *Glomus*

etunicatum apresentaram comportamento de crescimento superiores às mudas inoculadas com *Gigaspora margarita*, que não diferiram das testemunhas. Segundo Silva et al. (2004), a explicação para este comportamento diferenciado das espécies de FMA em relação aos diferentes hospedeiros está relacionada à existência de uma compatibilidade funcional entre estes hospedeiros e o isolado do fungo. Além disto, a observação dos resultados mostra que a ordem das espécies que proporcionaram os maiores resultados é igual para ambas as cultivares.

Por outro lado, Anjos et al. (2005), relatam que mudas de maracujazeiro-doce inoculadas com isolados de espécies de FMA nativos recuperados de amostras de solo de pomares de maracujazeiro apresentaram maior incremento em área foliar do que isolados das mesmas espécies de FMA introduzidos, o que coincide com os dados obtidos neste trabalho com a espécie *Glomus etunicatum*, já que os isolados da espécie recuperados de pomares de pessegueiro apresentaram maiores incrementos em área foliar do que os isolados da mesma espécie recuperados de amostras de solo de parreirais (Tabela 21).

TABELA 21 – Comparação entre área foliar de plantas inoculadas com isolados das espécies de FMA *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, oriundos de pomares de pessegueiro (nativas) e de parreirais da serra gaúcha (introduzidas), dos porta-enxertos de pessegueiro cv. Aldrighi e cv. Okinawa. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Área foliar			
Okinawa (300 dias)			
Espécies de FMA	nativas	introduzidas	C.V. (%)
<i>Glomus clarum</i>	762,32A	764,31A	4,21
<i>Glomus etunicatum</i>	891,71A	739,82B	7,44
Aldrighi (180 dias)			
<i>Glomus clarum</i>	613,01A	577,27A	6,52
<i>Glomus etunicatum</i>	796,90A	604,99B	8,74

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Os resultados relativos à produção de biomassa dos tratamentos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* estão de acordo com os resultados obtidos por outros autores, onde a inoculação de diversas frutíferas com FMA possibilitou maior área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (Costa et al., 2001, com aceroleiras; Agostini, 2002, com videiras; Cavalcante et al., 2002, com maracujazeiro-amarelo; Silveira et al., 2002, com abacateiro; Anjos et al., 2005, com maracujazeiro-doce; Costa et al., 2005, com mangabeira). Em relação ao sistema radicular os resultados confirmam o fato de que frutíferas inoculadas por FMA tendem a proporcionar maior massa fresca e seca das raízes (Menge et al., 1978; Vidal et al., 1992; Silva et al., 2004).

Além disto, a proporção entre a massa seca da parte aérea e das raízes não mostra diferenças entre plantas inoculadas com FMA e não inoculadas, para ambas as cultivares, evidenciando que o crescimento do sistema radicular foi proporcional ao crescimento da parte aérea em todos os tratamentos, o que coincide com os resultados obtidos por Silveira (1999).

Com relação aos macronutrientes encontrados na análise dos tecidos da parte aérea e das raízes das plantas das duas cultivares de porta-enxerto de pessegueiro, nota-se que existe similaridade na ordem de absorção de cada macronutriente, tanto nos inoculados com FMA, quanto nos não inoculados, assim como ocorreu no experimento com FMA isoladas de parreirais (item 3.3.1).

Para ambas as cultivares, a ordem decrescente de percentuais dos nutrientes nos tecidos da parte aérea é $N > K > Ca > Mg > P$ e das raízes é $N > Ca > K > P > Mg$. O tratamento com *Glomus etunicatum* proporcionou os maiores

resultados para todos os macronutrientes tanto para a cv. Okinawa (Tabela 22) quanto para a cv. Aldrichi (Tabela 23), quando comparados aos outros tratamentos, excetuando-se cálcio e magnésio, onde o comportamento de todos os tratamentos com FMA foi inferior à testemunha e semelhantes entre si.

TABELA 22 – Macronutrientes encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 300 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Macronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
 %				
	Parte aérea				
<i>Gigaspora margarita</i>	2,38c	0,14c	2,16c	1,24b	0,40b
<i>Glomus clarum</i>	3,08b	0,19b	2,29b	1,24b	0,40b
<i>Glomus etunicatum</i>	3,41a	0,24a	2,49a	1,23b	0,41b
Testemunha	2,38c	0,13c	2,13c	1,71a	0,56a
C.V.(%)	8,14	8,41	7,24	10,02	8,44
	Raízes				
<i>Gigaspora margarita</i>	0,53c	0,11c	0,30c	0,58b	0,10 ^{ns}
<i>Glomus clarum</i>	0,62b	0,16b	0,41b	0,58b	0,10 ^{ns}
<i>Glomus etunicatum</i>	0,75a	0,18a	0,58a	0,59b	0,10 ^{ns}
Testemunha	0,53c	0,11c	0,31c	0,77a	0,11 ^{ns}
C.V.(%)	8,84	5,44	8,37	11,24	4,02

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

TABELA 23 - Conteúdo nutricional (macronutrientes) encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 330 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Macronutriente				
	N	P	K	Ca	Mg
..... %					
Parte aérea					
<i>Gigaspora margarita</i>	2,39c	0,14c	2,14c	1,17b	0,40b
<i>Glomus clarum</i>	3,12b	0,19b	2,28b	1,18b	0,41b
<i>Glomus etunicatum</i>	3,36a	0,24a	2,50a	1,18b	0,40b
Testemunha	2,38c	0,14c	2,13c	1,75a	0,59a
C.V.(%)	7,61	6,33	9,64	12,44	5,36
Raízes					
<i>Gigaspora margarita</i>	0,53c	0,11c	0,30b	0,21b	0,11 ^{ns}
<i>Glomus clarum</i>	0,63b	0,13b	0,31b	0,24b	0,10 ^{ns}
<i>Glomus etunicatum</i>	0,74a	0,17a	0,58a	0,25b	0,11 ^{ns}
Testemunha	0,54c	0,11c	0,31b	0,53a	0,11 ^{ns}
C.V.(%)	7,98	7,41	9,26	11,22	3,44

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

Para ambas os porta-enxertos os teores de nitrogênio e fósforo, tanto na parte aérea quanto nas raízes, encontrados em plantas inoculadas com *Glomus clarum* foram inferiores aos encontrados em plantas inoculadas com *Glomus etunicatum*, mas superiores aos encontrados em plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* e a testemunha, os quais foram iguais entre si.

Estes maiores percentuais de nitrogênio nos tecidos vegetais das plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* contribuiu para o maior crescimento em altura, diâmetro, área foliar, massa fresca e seca, tanto da parte aérea como das raízes, quando comparados a *Gigaspora margarita* e a testemunha (Figuras 27, 28, 29 e 30 e Tabelas 19, 20, 22 e 23). Porém, segundo consta no manual de adubação e calagem da Comissão de Química e Fertilidade do Solo do RS/SC (2004), somente o tratamento com *Glomus etunicatum* apresentou teor de

nitrogênio dentro da normalidade (entre 3,26 a 4,53% de nitrogênio na planta). No caso de *Glomus clarum*, conforme observado por Agostini (2002), o maior crescimento das plantas pode ter proporcionado um efeito de diluição do teor de nitrogênio nos tecidos vegetais. Esse mesmo efeito foi constatado por Rocha et al. (1993), com a cultura do feijoeiro, para os elementos fósforo e zinco.

No caso de *Gigaspora margarita*, o pH inicial do substrato era demasiadamente elevado para proporcionar resposta dos esporos e permitir uma colonização elevada das raízes. Isto porque, segundo Silveira (1999), esta espécie tem predileção por acidez elevada. Além disto, a elevação gradual do pH dificultou ainda mais o estabelecimento e o desenvolvimento da simbiose planta – FMA. Outro fato a ser destacado é que, conforme relatado por Silveira (1999) e Silveira et al. (2003), algumas espécies do gênero *Gigaspora* apresentam comportamento parasítico quando em substrato com elevado percentual de matéria orgânica (Apêndices 6 e 7).

A comparação entre o percentual de fósforo das espécies oriundas de pomares de pessegueiro (nativas) e de parreirais da serra gaúcha (introduzidas), mostra que, para a parte aérea da cv. Aldrighi, o isolado nativo *Glomus etunicatum* apresentou comportamento superior às demais espécies, tanto nativas como introduzidas, enquanto o isolado nativo de *Glomus clarum* apresentou comportamento semelhante ao isolado de *Glomus etunicatum* introduzido e superior ao isolado introduzido da mesma espécie e as demais espécies, enquanto *Gigaspora margarita* foi inferior a todas as espécies, tanto nativas como introduzidas. Para as raízes desta cultivar, as espécies introduzidas foram superiores às nativas.

Já, para a cv. Okinawa, os isolados nativos de *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* foram superiores aos isolados introduzidos destas e das demais espécies, enquanto *Gigaspora margarita* foi semelhante às introduzidas. Para as raízes desta cultivar, o isolado nativo de *Glomus etunicatum* foi superior aos demais tratamentos, nativos e introduzidos, exceção feita ao isolado nativo de *Glomus clarum* que foi semelhante aquele, sendo este superior aos demais tratamentos. Já *Gigaspora margarita* apresentou comportamento semelhante ao isolado introduzido de *Glomus etunicatum*, sendo inferior aos demais tratamentos (Tabela 24).

TABELA 24 – Comparação entre percentual de fósforo em plantas inoculadas com isolados de espécies de FMA oriundos de pomares de pessegueiro (nativas) e de parreirais da serra gaúcha (introduzidas), dos porta-enxertos de pessegueiro cv. Aldrighi e cv. Okinawa. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Espécies de FMA	Aldrighi		Okinawa	
% Fósforo na planta.....			
	Parte aérea	raízes	Parte aérea	raízes
<i>Acaulospora</i> sp. (introduzida)	0,16d	0,21c	0,16c	0,13b
<i>Gigaspora margarita</i> (nativa)	0,14e	0,11f	0,14d	0,11c
<i>Glomus clarum</i> (nativa)	0,19c	0,13e	0,19b	0,16a
<i>Glomus clarum</i> (introduzida)	0,17d	0,21c	0,15cd	0,12bc
<i>Glomus etunicatum</i> (nativa)	0,24a	0,18d	0,24a	0,17a
<i>Glomus etunicatum</i> (introduzida)	0,20c	0,24b	0,15cd	0,13b
<i>S. heterogama</i> (introduzida)	0,22b	0,29a	-	-
C.V. (%)	8,14	6,79	8,23	6,55

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Segundo Tedesco (1990), o fósforo é um elemento que apresenta grande mobilidade no tecido vegetal, porém é pouco móvel no solo, além de apresentar baixa solubilidade. Desta forma, ao propiciarem maior absorção deste elemento, os FMA assumem papel fundamental para os vegetais (Colozzi-Filho & Balota, 1994a; Silveira, 1999; Minhoni & Auler, 2003). Isto porque o fósforo faz parte de compostos

importantes como ácido desoxiribonucléico (DNA), ácido ribonucléico (RNA), adenosina difosfato (ADP), adenosina trifosfato (ATP) e nicotinamida-adenina dinucleotídeo fosfato (NADP), sendo, portanto, essencial para o metabolismo, a reprodução e a divisão celular.

A elevação gradual do pH favoreceu a colonização das raízes das duas cultivares pelas espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* e proporcionou maior absorção de fósforo do substrato (Apêndices 6 e 7), já que estas espécies predominam em solo pouco ácido ou neutro. Porém, no caso de *Gigaspora margarita*, esta elevação do pH prejudicou o estabelecimento da simbiose planta-FMA, o que se observa pelo percentual de fósforo nas plantas inoculadas com esta espécie, semelhante às plantas testemunhas (Tabelas 22 e 23).

Além disto, segundo Medeiros e Raseira (1998), o percentual de fósforo contido no substrato é considerado baixo para a cultura do pessegueiro (entre 4,1 – 9,0 mg dm⁻³) (Apêndices 6 e 7). O fato de que os substratos utilizados para plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram níveis de fósforo inferiores ao das testemunhas e de *Gigaspora margarita*, mostra que estas espécies foram eficientes em promover maior absorção deste nutriente. Por sua vez, o substrato utilizado para o cultivo das plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* não mostrou diferenças em relação à testemunha, ou seja, esta espécie não proporcionou aumento de absorção deste elemento.

Conforme relato de Silveira et al. (2003), que trabalharam com produção de mudas de maracujazeiro-amarelo inoculadas com FMA, espécies do gênero *Glomus* apresentaram efeito parasítico quando cultivados em ambiente com elevada

disponibilidade de fósforo, apresentando, porém, alta eficiência na promoção de desenvolvimento vegetal quando em condições de escassez deste nutriente, o que indicaria maior adaptação dos isolados deste gênero empregados em condições de baixa fertilidade do solo. Tal relato coincide com os dados obtidos neste trabalho, em que a análise do substrato mostra baixo percentual de fósforo (Apêndices 6 e 7), e onde os FMA do gênero *Glomus* propiciaram as melhores respostas.

Também coincidem com os resultados obtidos por Oliveira & Oliveira (2005), que trabalharam com cinco cultivares de bananeiras inoculadas com espécies de FMA nativas de Latossolo da Amazônia, nas quais os autores observaram incrementos nos teores de fósforo em quatro cultivares inoculadas com FMA, quando comparadas a plantas não inoculadas.

O conteúdo de potássio na parte aérea e nas raízes da cv. Okinawa e na parte aérea da cv. Aldrighi apresentaram o mesmo comportamento verificado para nitrogênio e fósforo, onde as plantas colonizadas com *Glomus etunicatum* apresentaram maiores teores, seguidos daquelas inoculadas com *Glomus clarum*, e as inoculadas com *Gigaspora margarita*, não diferindo das testemunhas (Tabelas 22 e 23). Houve variação nos teores de potássio apenas nas raízes da cv. Aldrighi (Tabela 23), nas quais somente as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* diferiram da testemunha.

Assim como no caso do fósforo, o potássio possui boa mobilidade na planta, mas no solo ele é transportado lentamente até as raízes, por difusão (Tedesco, 1990). Além disto, por ser o potássio um elemento importante na planta, ao participar de compostos orgânicos das células, atuando no equilíbrio elétrico das

mesmas, ativando enzimas e participando da regulação da abertura e fechamento dos estômatos, interferindo, assim, na fotossíntese, uma maior absorção deste elemento promovida pelos FMA é vital para as plantas (Salisbury & Ross, 1994; Taiz & Zieger, 2004). No caso de *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* esta tendência se mostrou superior do que em plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* e nas plantas não inoculadas.

O percentual de cálcio e magnésio na parte aérea da testemunha foi superior a todos os outros tratamentos, que apresentaram percentuais estatisticamente semelhantes, em ambas as cultivares, enquanto que, para as raízes, só ocorreram diferenças para o cálcio, sendo superiores nas testemunhas, enquanto os demais tratamentos apresentaram comportamento semelhante entre si. Para o magnésio das raízes, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, para as duas cultivares. Malavolta (1981), citado por Silveira (1999), afirma que estes elementos são vitais para o desenvolvimento das plantas, por participarem da regulação da hidratação e da ativação de enzimas, além de participarem da fotossíntese, no caso do magnésio. Segundo relato de Souza (1995), os FMA têm a capacidade de reduzir a absorção destes elementos, o que coincide com os resultados obtidos no presente estudo.

Diversos autores observaram o aumento da concentração de cálcio e magnésio nos tecidos vegetais quando da inoculação de FMA em outras frutíferas, como Karagiannidis et al. (1995) que relatam aumento de concentração cálcio, ao inocular *Glomus clarum* no porta-enxerto de videira P1103, e Agostini (2002), trabalhando com a mesma espécie e porta-enxerto de videira, incrementando cálcio

e magnésio. Porém, os mesmos autores afirmam que esta mesma espécie de FMA induziu uma diminuição na concentração de cálcio em plantas do porta-enxerto de videira 101-14. Agostini (2004) relata não haver diferenças em relação ao magnésio para o porta-enxerto 101-14. Já Carniel (2004) observou concentração de cálcio abaixo do normal em plantas do porta-enxerto de videira P1103 inoculado com FMA. Nenhum dos autores especifica se a diminuição da concentração deve-se a capacidade dos FMA de reduzir a absorção de cálcio ou simplesmente por diluição nos tecidos, devido ao incremento em crescimento vegetativo e massa fresca e seca. Silveira et al. (2002) relatam que plantas de porta-enxerto de abacateiro inoculadas com *Gigaspora margarita* apresentaram os níveis mais baixos de cálcio e magnésio nos tecidos das plantas, o que indica uma inibição na absorção destes elementos levada a cabo por esta espécie, o que concorda com os resultados obtidos neste trabalho. Neste sentido, Souza (2000) afirma que a inoculação de plantas de Citrange Carrizo com FMA reduziu os níveis foliares de cálcio e magnésio das plantas, em virtude de um efeito tampão proporcionado pelos fungos, o que está em concordância com os resultados obtidos neste trabalho.

Com relação às substâncias de reserva, verifica-se que plantas da cv. Okinawa inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores percentuais, enquanto que as plantas inoculadas com *Glomus clarum* apresentaram comportamento intermediário, superior ao das plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* e das plantas testemunhas, que foram iguais entre si, tanto na parte aérea, quanto nas raízes (Tabela 25).

TABELA 25 – Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 300 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Substâncias de reserva (%)	
	Parte aérea	raízes
<i>Gigaspora margarita</i>	20,06c	13,15c
<i>Glomus clarum</i>	26,03b	16,61b
<i>Glomus etunicatum</i>	32,81a	21,96a
Testemunha	20,99c	13,29c
C.V.(%)	6,57	4,23

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Para a cv. Aldrighi, as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores resultados para a parte aérea e para as raízes, enquanto as plantas inoculadas com *Glomus clarum* apresentaram comportamento intermediário para a parte aérea, porém, para as raízes, apresentaram resultados estatisticamente iguais a *Glomus etunicatum*, ambas superiores a *Gigaspora margarita* e às plantas testemunhas, que apresentaram resultados estatisticamente iguais entre si (Tabela 26).

TABELA 26 – Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi, inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas aos 330 dias. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Substâncias de reserva (%)	
	Parte aérea	raízes
<i>Gigaspora margarita</i>	16,61c	8,13b
<i>Glomus clarum</i>	22,36b	16,72a
<i>Glomus etunicatum</i>	29,09a	18,84a
Testemunha	16,59c	7,67b
C.V.(%)	8,79	10,31

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Segundo Wright et al. (1998), plantas mais altas e com maior área foliar, apresentam maior capacidade de fotossíntese e produção de fotoassimilados, proporcionando acúmulo de biomassa e, por conseguinte, maior nível de carbono assimilado. Isto porque, conforme relato de Scatena & Scremin-Dias (2003), plantas com maior altura e área foliar, apresentam maior capacidade de captação de luz e produção de fotoassimilados, o que permite um fluxo mais intenso de carboidratos no sentido radicial onde, uma parte seria utilizada pelos FMA na sua nutrição e acumulação em estruturas de reserva, e o restante seria acumulado nos tecidos de armazenamento da planta, na forma de substâncias de reserva.

Além disto, conforme relatado por Mazzoni-Viveiros & Trufem (2004), um maior diâmetro de caule, que seria proporcionado pelos FMA, permitiria um aumento do fluxo ascendente de água e de nutrientes, e de seiva elaborada, no sentido descendente.

Tais relatos coincidem com os resultados obtidos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, uma vez que as mesmas apresentaram os maiores resultados em termos de altura, diâmetro e área foliar, para ambas as cultivares, apresentando, também, quantidades superiores de substâncias de reserva, enquanto que *Gigaspora margarita* apresentou crescimento vegetativo, área foliar e substâncias de reserva semelhantes a testemunha.

Theodoro et al. (2003), relatam que plantas de cafeeiro inoculados com espécies nativas dos gêneros *Acaulospora*, *Glomus* e *Gigaspora* apresentaram os maiores resultados em termos de produção de biomassa e acúmulo de reservas, o

que coincide com os resultados deste trabalho para as espécies nativas *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*.

Por outro lado, Büttenbender (2001), trabalhando com os porta-enxertos de videira PE 420-A e 101-14, e Carniel (2003), trabalhando com os porta-enxertos de videira 043-43 e P1103, e diferentes espécies de FMA, não observaram diferenças significativas nos percentuais de substâncias de reserva de plantas inoculadas e testemunhas.

Entretanto Silveira (1999), trabalhando com plantas de porta-enxerto de abacateiro inoculado com diversas espécies de FMA, relata que as espécies *Glomus manihotis* e *Gigaspora margarita* apresentaram teores de substâncias de reserva semelhantes ao das plantas testemunha, o que coincide com os resultados obtidos com o isolado da espécie nativa *Gigaspora margarita*.

Com relação à colonização dos FMA, para a cv. Okinawa, plantas inoculadas com as espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram altas taxas de colonização, acima de 90%, enquanto que *Gigaspora margarita* apresentou colonização considerada baixa, de 37% (Tabela 27).

Além disto, o tratamento com *Glomus etunicatum* foi o que apresentou o maior número de esporos recuperados no substrato, enquanto que *Glomus clarum* foi superior a *Gigaspora margarita*.

Os tratamentos *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram índices de colonização com hifas, vesículas e arbúsculos considerados medianos, sendo que *Glomus etunicatum* apresentou os maiores resultados e *Glomus clarum*

apresentando comportamento intermediário. *Gigaspora margarita* apresentou índices de hifas e arbúsculos considerados baixos, sem vesículas (Nemec, 1992).

Cabe salientar, com relação às vesículas, que os fungos do gênero *Gigaspora* não podem ser chamados de vesículo-arbusculares (VA), por não formarem vesículas intra-radulares, mas sim apresentarem células auxiliares extra-radulares (Tabela 27).

TABELA 27 – Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Colonização (%)	Esporos (nº médio/100g solo seco)	Presença de estruturas de FMA		
			Hifas ⁽¹⁾	Vesículas ⁽²⁾	Arbúsculos ⁽²⁾
<i>Gigaspora margarita</i>	37b	101c	0,83c	0c	0,60c
<i>Glomus clarum</i>	91a	189b	1,42b	1,01b	1,21b
<i>Glomus etunicatum</i>	93a	210a	1,52a	1,30a	1,47a
Testemunha	0c	0d	0d	0c	0d
C.V. (%)	2,42	10,36	8,26	8,12	8,21

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemec (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemec (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

Para a cv. Aldrighi, as plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram acima de 70% de raízes colonizadas, enquanto plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* apresentaram colonização baixa, em torno de 30%. Com relação ao número de esporos encontrados no substrato, o tratamento com *Glomus etunicatum* apresentou a maior quantidade de esporos, seguidos de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*. Na amostra retirada da testemunha não

foram encontrados esporos (Tabela 28). Com relação às estruturas de colonização, os índices são considerados medianos para *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* e baixos para *Gigaspora margarita* (Nemec, 1992). *Glomus etunicatum* apresentou os maiores índices de hifas e arbúsculos, superiores a *Glomus clarum*, que foi superior a *Gigaspora margarita*. Quanto às vesículas, *Glomus etunicatum* apresentou os maiores valores, superiores aos do tratamento com *Glomus clarum*, enquanto *Gigaspora margarita* não apresentou vesículas (Tabela 28).

TABELA 28 – Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Aldrighi, inoculadas com quatro espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas na enxertia. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Colonização (%)	Esporos (nº médio/ 100g solo seco)	Presença de estruturas de FMA		
			Hifas (1)	Vesículas (2)	Arbúsculos (2)
<i>Gigaspora margarita</i>	30,33c	59c	0,78c	0,00c	0,53c
<i>Glomus clarum</i>	77,00b	160b	1,44b	0,70b	0,84b
<i>Glomus etunicatum</i>	92,00a	314a	1,57a	1,36a	1,50a
Testemunha	0,00d	0d	0,00d	0,00c	0,00d
C.V. (%)	11,18	12,40	10,61	7,89	8,85

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemec (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemec (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

Assim como foi observado com as espécies oriundas de parreirais da serra gaúcha, a elevação do pH verificada nos substratos utilizado no plantio beneficiou as espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, que apresentaram percentuais de colonização radicular e índices de estruturas de colonização (hifas,

vesículas e arbúsculos) elevados em ambas as cultivares, propiciando boas respostas em termos de desenvolvimento vegetativo e nutrição mineral das plantas.

Porém, esta elevação do pH foi prejudicial para a espécie *Gigaspora margarita*, uma vez que esta espécie predomina em condições de elevada acidez, e que se refletiu em baixos percentuais de colonização radicular e estruturas de colonização (hifas e arbúsculos) para ambas as cultivares. Além disto, cabe salientar que com condições de ambiente e de substrato semelhantes nos dois experimentos, *Glomus etunicatum* apresentou os maiores resultados, quando inoculado em plantas das duas cultivares, enquanto *Glomus clarum* apresentou resultados medianos, semelhante ao que aconteceu com as espécies oriundas de parreirais da serra gaúcha (item 3.3.1).

Conforme Silva et al. (2004), quando são utilizados FMA na produção de mudas frutíferas em condições homogêneas de substrato e de ambiente, os benefícios proporcionados pela simbiose podem ser atribuídos à combinação FMA X hospedeiro, devido à existência de uma maior compatibilidade funcional entre a frutífera e o isolado de FMA. Dessa forma, o crescimento das plantas frutíferas inoculadas pode ser favorecido pela associação simbiótica, desde que seja aplicado o isolado de FMA mais compatível com o genótipo da frutífera (Costa et al., 2001).

Ao avaliar o grau de associação entre os diversos parâmetros de crescimento e nutrição mineral da cv. Okinawa e a colonização radicular pelos FMA verificou-se que houve correlação entre os mesmos, ou seja, muitas das variáveis avaliadas estão associadas, positiva ou negativamente, com o percentual de colonização radicular, independente da espécie de FMA utilizada (Tabela 29).

TABELA 29 - Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA nativos de pomares de pessegueiro, avaliados 300 dias após a inoculação, em casa de vegetação. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Parâmetro	r	Probabilidade
% Colonização x altura	0,82**	0,0001
% Colonização x diâmetro	0,76**	0,0001
% Colonização x área foliar	0,65**	0,0005
% Colonização x massa fresca da parte aérea	0,63**	0,0005
% Colonização x massa fresca das raízes	0,62**	0,0006
% Colonização x massa seca da parte aérea	0,64**	0,0003
% Colonização x massa seca das raízes	0,60**	0,0007
% Colonização x % nitrogênio da parte aérea	0,79**	0,0001
% Colonização x % nitrogênio das raízes	0,61**	0,0008
% Colonização x % fósforo da parte aérea	0,74**	0,0001
% Colonização x % fósforo das raízes	0,66**	0,0006
% Colonização x % potássio da parte aérea	0,74**	0,0001
% Colonização x % potássio das raízes	0,53*	0,0146
% Colonização x % Cálcio da parte aérea	-0,48*	0,0303
% Colonização x % Cálcio das raízes	-0,48*	0,0439
% Colonização x % Magnésio da parte aérea	-0,49*	0,0496
% Colonização x % Magnésio das raízes	-0,24 ^{ns}	0,4232
% Colonização x % substâncias de reserva – parte aérea	0,79**	0,0001
% Colonização x % substâncias de reserva – raízes	0,61**	0,0004

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}Não-significativo.

As correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule, área foliar, a massa fresca da parte aérea e das raízes, a massa seca da parte aérea e das raízes, o percentual de nitrogênio da parte aérea e das raízes, o percentual de fósforo na parte aérea e nas raízes, o percentual de potássio na parte aérea, além das substâncias de reserva na parte aérea e nas raízes. Foram consideradas significativas ($P < 0,05$) as correlações positivas entre o percentual de colonização das raízes e a percentual de potássio das raízes. Já, com relação aos macronutrientes cálcio e magnésio, ocorreram correlações negativas significativas entre o percentual de colonização das raízes e o percentual de cálcio, tanto da parte

aérea como das raízes, e o percentual de magnésio na parte aérea. Não ocorreu correlação entre o percentual de colonização de raízes e o percentual de magnésio nas raízes. Souza (2000) relata que os FMA têm a capacidade de reduzir a absorção destes elementos, em função de um efeito tampão proporcionado pelos FMA, e que variaria em função da espécie de fungo inoculado e da espécie vegetal utilizada.

Os coeficientes de correlação relativos à associação entre os parâmetros nutricionais e de crescimento da cv. Aldrighi e a colonização radicular pelos FMA mostram que muitas das variáveis avaliadas estão associadas positiva ou negativamente com o percentual de colonização radicular, independente da espécie de FMA utilizada (Tabela 30).

TABELA 30 - Correlação entre parâmetros nutricionais e de crescimento de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi e percentual de colonização radicular por FMA nativos de pomares de pessegueiro, avaliados 330 dias após a inoculação, em casa de vegetação. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Parâmetro	r	Probabilidade
% Colonização x altura	0,87**	0,0001
% Colonização x diâmetro	0,89**	0,0001
% Colonização x área foliar	0,76**	0,0001
% Colonização x massa fresca da parte aérea	0,67**	0,0008
% Colonização x massa fresca das raízes	0,62**	0,0009
% Colonização x massa seca da parte aérea	0,60**	0,0004
% Colonização x massa seca das raízes	0,59**	0,0010
% Colonização x % nitrogênio da parte aérea	0,65**	0,0004
% Colonização x % nitrogênio das raízes	0,54*	0,0241
% Colonização x % fósforo da parte aérea	0,60**	0,0005
% Colonização x % fósforo das raízes	0,58**	0,0006
% Colonização x % potássio da parte aérea	0,62**	0,0006
% Colonização x % potássio das raízes	0,59**	0,0005
% Colonização x % Cálcio da parte aérea	-0,49*	0,0258
% Colonização x % Cálcio das raízes	-0,47*	0,0310
% Colonização x % Magnésio da parte aérea	-0,51*	0,0176
% Colonização x % Magnésio das raízes	-0,30 ^{ns}	0,0946
% Colonização x % substâncias de reserva – parte aérea	0,63**	0,0006
% Colonização x % substâncias de reserva – raízes	0,61**	0,0007

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}Não-significativo.

Deste modo, as correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule, área foliar, massa fresca da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, o percentual de nitrogênio da parte aérea, o fósforo da parte aérea e das raízes, o potássio da parte aérea e das raízes e substâncias de reserva na parte aérea e das raízes. Foi considerada significativa ($P < 0,05$) a correlação positiva entre o percentual de colonização das raízes e a e o percentual de nitrogênio das raízes. Já, com relação aos macronutrientes cálcio e magnésio, ocorreram correlações negativas significativas entre o percentual de colonização das raízes e o percentual de cálcio, tanto da parte aérea como das raízes, e o percentual de magnésio na parte aérea. Não ocorreu correlação entre o percentual de colonização de raízes e o percentual de magnésio nas raízes.

Diversos autores observaram correlações significativas entre as respostas de crescimento das plantas, percentagem de colonização e conteúdo de nutrientes, como por exemplo, Chu (1999), trabalhando com plantas de açaizeiro, e Costa et al. (2001), trabalhando com plantas de aceroleiras, em que houve correlação entre área foliar, massa seca e colonização de plantas da cv. Miró e altura, massa seca e colonização de plantas da cv. Barbados. Já Anjos et al. (2005), encontrou correlações entre os dados de colonização de raízes e crescimento das mudas de maracujazeiro-doce. Tais relatos concordam com os resultados obtidos neste trabalho, porém diferem dos obtidos por Chu (1993), que não encontrou correlação entre porcentagem de colonização e massa seca de plantas de aceroleiras.

Os coeficientes de correlação entre os parâmetros de crescimento das plantas da cv. Okinawa e o percentual de colonização das raízes das plantas inoculadas com as espécies isoladas de pomares de pessegueiro foram maiores ou semelhantes aos das plantas inoculadas com as espécies isoladas de parreirais. Porém os coeficientes de correlação relacionados com os parâmetros nutricionais e de substâncias de reserva foram inferiores ou semelhantes aos das espécies isoladas de parreirais (Tabelas 14 e 29).

Já para a cv. Aldrighi, somente o coeficiente de correlação relativo a altura das plantas inoculadas com as espécies isoladas de pomares de pessegueiro foi maior que os coeficientes das espécies isoladas de parreirais, sendo que os demais parâmetros de crescimento, de nutrição e substâncias de reserva foram inferiores ou semelhantes aos coeficientes das mesmas (Tabelas 15 e 30).

Os resultados referentes à colonização radicular, parâmetros de crescimento e nutrição mineral, indicam que *Glomus etunicatum* apresentou maior eficiência da simbiose com ambas as cultivares de porta-enxerto de pessegueiro. Além disto, os resultados referentes ao crescimento e nutrição mineral das plantas inoculadas com os isolados nativos de pomares de pessegueiro das espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* mostraram comportamento superior nas plantas inoculadas com isolados destas mesmas espécies, oriundos de parreirais da serra gaúcha.

4.4 Conclusões

1) O isolado de *Glomus etunicatum*, oriundo de pomares de pessegueiros, apresentou os melhores resultados tanto para a cv. Okinawa quanto para a cv. Aldrighi.

2) A eficiência da simbiose foi maior com os isolados das espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* oriundos de pomares de pessegueiros, quando comparados aos isolados das mesmas espécies, oriundos de parreirais da serra gaúcha.

3) *Acaulospora sp.* e *Scutellospora heterogama* oriundas de parreirais foram mais eficientes em proporcionar desenvolvimento as plantas inoculadas do que a espécie *Gigaspora margarita* isolada de pomares de pessegueiro, mostrando que espécies introduzidas podem ser tão ou mais eficientes em favorecer o desenvolvimento de plantas do que espécies nativas.

5. CAPÍTULO V - Comportamento do porta-enxerto cv. Aldrighi tratado com ácido indolbutírico (AIB) e inoculado com fungos micorrízicos arbusculares

5.1 Introdução

Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são organismos que se associam às raízes das plantas, incrementando a absorção nutricional e estimulando o crescimento destas (Souza, 2000). Hanley & Greene (1987) relatam que fungos ectomicorrízicos têm a capacidade de produzir auxinas, giberelinas e citocininas, mas que a síntese de tais fitorreguladores por endomicorrizas é pouco estudada. Porém, conforme afirmam Alarcón & Ferrera-Cerrato (1999), as endomicorrizas têm a capacidade de induzir a formação de raízes laterais a partir de ramos ou estacas, que sejam colocadas em substrato com estes fungos, em função da atividade fisiológica destes endófitos para sintetizar reguladores de crescimento (auxinas e citocininas). Segundo relatos de Edriss et al. (1984), há evidências de que os fitorreguladores estão correlacionados com a interação planta – FMA, já que plantas de laranja azeda inoculadas com FMA apresentaram incremento na atividade citocínica. Meyer (1974) afirma que existe um intercâmbio hormonal entre os FMA e as plantas hospedeiras, enquanto Barea & Azcón-Aguilar (1982) demonstraram que *Glomus mosseae* é capaz de produzir substâncias com ação hormonal.

Conforme Souza et al. (2000), o AIB desempenha um papel fundamental no processo de iniciação radicular, mas que, na fase de alongação radicular, as plantas normalmente não respondem à aplicação de auxinas, uma vez que, quando aplicadas durante o crescimento ativo, são metabolizadas com rapidez, originando produtos inativos. Porém Dutra et al. (1996) relatam que a aplicação de AIB nas raízes incrementou o desenvolvimento vegetativo de plantas inoculadas com FMA, não sendo verificado este comportamento em ausência do endófito. Portanto, a aplicação de AIB na fase de alongação radicular, período em que a planta não responderia à aplicação exógena deste fitorregulador, seria o período mais adequado para a avaliação da eficiência da interação FMA-fitorreguladores.

O objetivo deste capítulo reside na avaliação do efeito da inoculação de FMA nativos de pomares de pessegueiro sobre o desenvolvimento vegetativo, nutrição mineral foliar e substâncias de reserva de plantas do porta-enxerto de pessegueiro da cv. Aldrighi, além de avaliar o efeito do AIB, quando aplicado na fase de alongação celular, sobre a atividade dos FMA e a simbiose fungo-planta.

5.2 Material e métodos

O experimento iniciou em 21 de outubro de 2005 e foi conduzido em casa de nebulização com sistema de irrigação modificado para aspersão, no setor de Horticultura da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Km 146 da BR 290, município de Eldorado do Sul, RS.

Caroços do porta-enxerto cv. Aldrighi foram estratificados em recipiente contendo areia esterilizada e colocados por um período de 45 dias em geladeira a

temperatura de 4°C, visando interromper a dormência do embrião e facilitar a germinação. A areia foi previamente desinfestada em autoclave a 120°C por uma hora. Logo após o período de estratificação, as sementes foram retiradas dos caroços e semeadas em leito de areia desinfestada, em casa de nebulização. No momento da semeadura foram adicionados 30 gramas de substrato contendo raízes e solo rizosférico de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), contendo estruturas de espécies de FMA isoladas de pomares de pessegueiro. As espécies de FMA foram identificadas, selecionadas e multiplicadas conforme método descrito no item 2.2.

Trinta dias depois de ocorrer a semeadura, após a emergência das plântulas, quando estas apresentavam o epicótilo e as raízes com aproximadamente 5 cm de comprimento, as mesmas foram repicadas para sacos plásticos pretos (5 litros), contendo substrato, cujo processo de preparação foi descrito no item 3.2. Neste momento o sistema radicular das plântulas foi imerso em solução hidroalcoólica contendo uma concentração de 1,5 g L⁻¹ de ácido indol butírico (AIB) por um período de 10 segundos. As raízes das plantas testemunhas em que não foi usado o AIB foram imersas, pelo mesmo período, em água destilada.

Foi retirada uma amostra do substrato visando determinação dos teores de matéria orgânica, pH e macronutrientes, segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995) (Apêndice 8).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos, quatro repetições por tratamento e 10 plantas por repetição, num total 320 plantas.

Foram testados tratamentos com e sem o uso de ácido indolbutírico (AIB), nomeados da seguinte forma:

- T1 - Testemunha, sem FMA e sem uso de AIB;
- T2 - Inoculação com *Glomus clarum*, sem uso de AIB;
- T3 - Inoculação com *Glomus etunicatum*, sem uso de AIB;
- T4 - Inoculação com *Gigaspora margarita*, sem uso de AIB;
- T5 - Testemunha, sem FMA e com uso de AIB;
- T6 - Inoculação com *Glomus clarum*, com uso de AIB;
- T7 - Inoculação com *Glomus etunicatum*, com uso de AIB;
- T8 - Inoculação com *Gigaspora margarita*, com uso de AIB.

Onze meses após a semeadura, as plantas foram colhidas para realização das determinações. As avaliações de altura e diâmetro, feitas durante o desenvolvimento do porta-enxerto, e de área foliar, massa fresca e seca da parte aérea e raízes, nutrição mineral e substâncias de reserva, colonização radicular com FMA e análise química do substrato (Apêndice 8), feitas no momento da enxertia, sendo realizadas segundo os métodos descritos no item 3.2.1.

5.3 Resultados e discussão

As curvas de crescimento em altura (Figura 31) das plantas da cv. Aldrighi apresentaram comportamento quadrático para todos os tratamentos. Os FMA foram eficientes em incrementar a altura das plantas, com exceção de *Gigaspora margarita* que não diferiu das testemunhas. Dentre as espécies, *Glomus etunicatum* promoveu um maior crescimento em altura, seguido por *Glomus clarum*. O AIB não modificou a altura das plantas da cv. Aldrighi, mas quando aplicado em plantas inoculadas com FMA atuou sinergicamente, potencializando os efeitos das espécies de FMA.

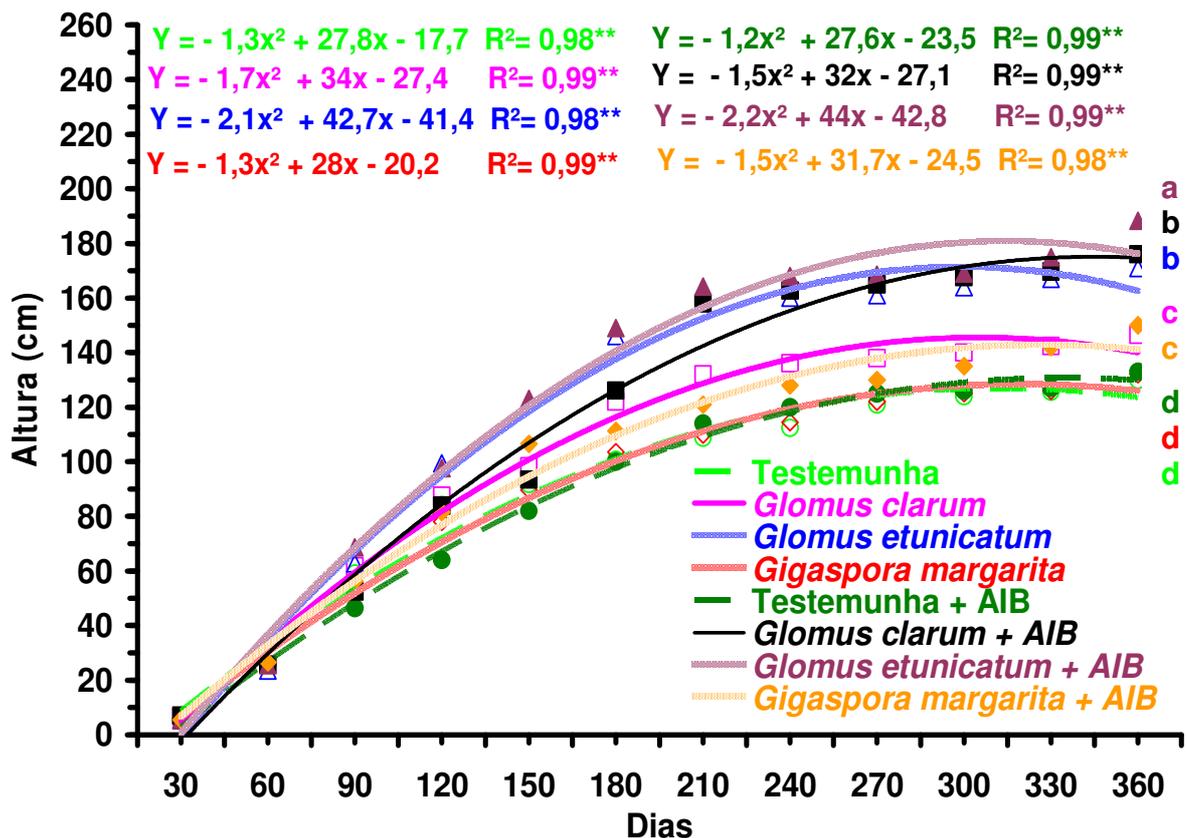


FIGURA 31 – Altura de plantas do porta-enxerto cv. Aldrighi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), com ou sem aplicação de ácido indolbutírico (AIB). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Quanto ao diâmetro, as curvas de crescimento das plantas da cv. Aldrichi também apresentaram comportamento quadrático para todos os tratamentos (Figura 32). Os FMA foram eficientes em incrementar o diâmetro das plantas, com exceção de *Gigaspora margarita* que não diferiu das testemunhas. Dentre as espécies, *Glomus etunicatum* promoveu um maior crescimento em diâmetro, seguido por *Glomus clarum*. O AIB não modificou o diâmetro das plantas da cv. Aldrichi, mas quando aplicado em plantas inoculadas com FMA, ocorreu interação entre o AIB e todas as espécies de FMA, potencializando o incremento em diâmetro das mesmas.

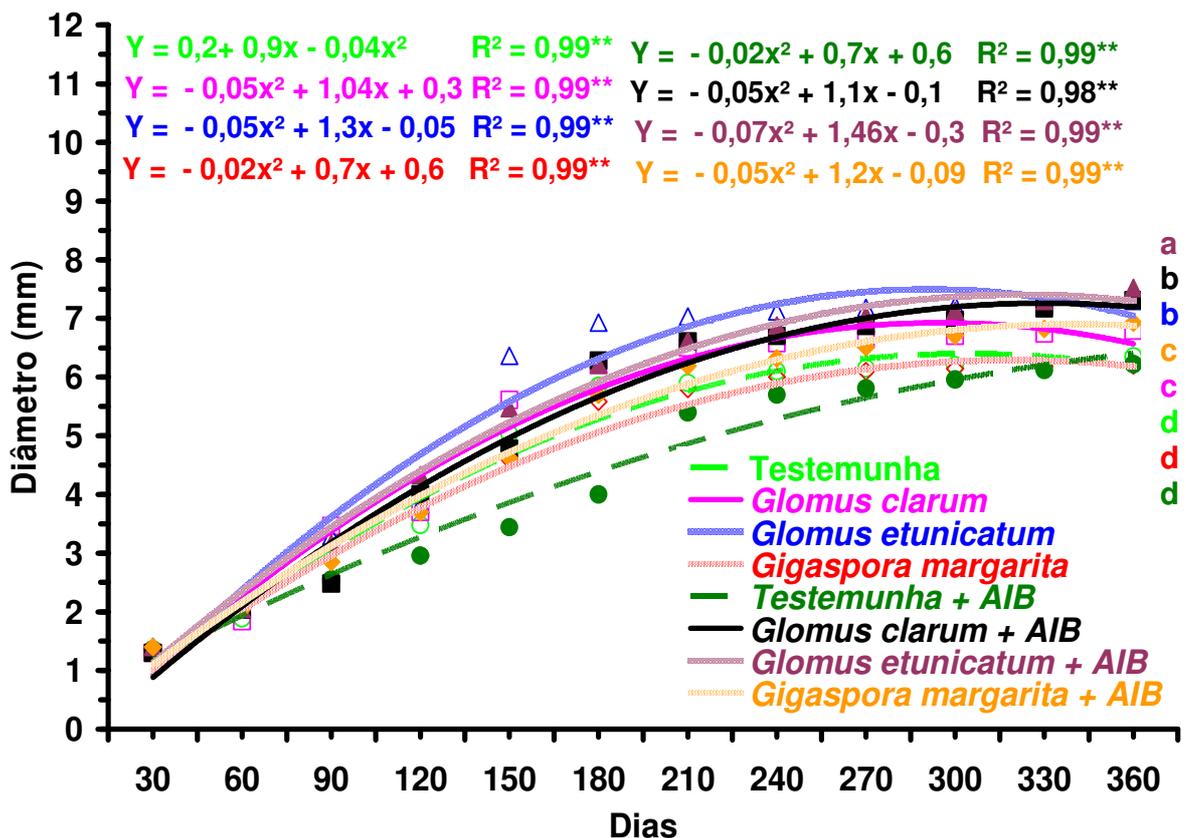


FIGURA 32 – Diâmetro de plantas do porta-enxerto cv. Aldrichi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), com ou sem aplicação de ácido indolbutírico (AIB). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum* começaram a diferir das testemunhas em altura e diâmetro a partir do 90º dia, sendo que as inoculadas com *Glomus etunicatum* começaram a diferir dos demais tratamentos a partir do 120º dia.

As plantas inoculadas com FMA e tratadas com AIB começaram a diferir significativamente das testemunhas a partir do 90º dia, sendo que as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* e tratadas com AIB só começaram a diferir daquelas somente inoculadas com *Glomus etunicatum* a partir do 330º dia, atingindo a maior altura de todos os tratamentos aos 360º dias.

As espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* incrementaram o desenvolvimento das plantas, tanto em altura como em diâmetro, sendo que a associação entre FMA e AIB proporcionou ganhos em desenvolvimento vegetal superiores ao de plantas inoculadas com as mesmas espécies de FMA sem AIB.

Além disto, o uso de AIB em ausência dos FMA não proporcionou efeito sobre o crescimento das plantas, apresentando comportamento semelhante (altura) ou inferior (diâmetro) às plantas não inoculadas e sem aplicação de AIB (testemunhas).

Cabe ressaltar que a inoculação com *Gigaspora margarita* não apresentou nenhuma diferença em altura e diâmetro em relação às testemunhas. Porém, a associação da inoculação desta espécie com a aplicação de AIB proporcionou as plantas grande incremento em altura e diâmetro, quando comparado às testemunhas e comportamento semelhante em altura e diâmetro ao tratamento com *Glomus clarum* (Figuras 31 e 32).

Estes resultados são coincidentes com os obtidos por Souza et al. (1996), trabalhando com laranjeira azeda, que verificaram que a aplicação de AIB em plântulas inoculadas com FMA incrementou a altura das mesmas, porém difere dos obtidos pelos mesmos autores em relação ao diâmetro, em que os mesmos relatam que o diâmetro do caule não foi afetado pelo AIB.

Já, Dutra et al. (1996) trabalhando com laranjeira azeda e citrange Carrizo, relatam que a altura e o diâmetro de ambas as cultivares de citros foram influenciadas pela aplicação de AIB em plantas inoculadas com FMA, o que coincide com os dados obtidos neste trabalho. Entretanto, os mesmos autores relatam que o diâmetro de plantas de citrange Carrizo inoculadas com FMA em que não foi feita a aplicação de AIB, não diferiram de plantas não inoculadas, o que coincide apenas com os dados obtidos neste estudo para o tratamento com a espécie *Gigaspora margarita*.

A área foliar das plantas da cv. Aldrighi foi afetada pela inoculação com FMA, com exceção das inoculadas com *Gigaspora margarita*, que não diferiram das testemunhas. Já as inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores incrementos, seguidos por *Glomus clarum* (Tabela 31).

O AIB não modificou a área foliar das plantas da cv. Aldrighi sem inoculação. Quando aplicado em plantas inoculadas com FMA, as mesmas apresentaram a sua área foliar incrementada, mesmo no caso das plantas inoculadas com *Gigaspora margarita*, mostrando interação entre o AIB e o FMA (Tabela 31).

TABELA 31 – Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) sobre a área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas da cv. Aldrighi, aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Área foliar (cm ² /planta)		Parte Aérea			
			Massa fresca (g)		Massa seca (g)	
	+ AIB	- AIB	+ AIB	- AIB	+ AIB	- AIB
<i>Gigaspora margarita</i>	A 717,91c	B 457,02c	A 121c	B 106c	A 61b	B 45c
<i>Glomus clarum</i>	A 823,07b	B 613,01b	A 137b	B 120b	A 65b	B 51b
<i>Glomus etunicatum</i>	A 957,47a	B 796,90a	A 166a	B 139a	A 73a	B 62a
Testemunha	A 451,86d	A 450,25c	A 103d	A 108c	A 38c	A 37d
C.V. (%)	10,82	9,01	5,41	5,32	8,55	6,13
Efeito AIB		**		**		**
Efeito FMA		*		*		**
Interação		*		*		**
Raízes						
Tratamento	Massa fresca (g)		Massa seca (g)			
	+ AIB	- AIB	+ AIB	- AIB		
<i>Gigaspora margarita</i>	A 54c	B 40c	A 25b	B 20b		
<i>Glomus clarum</i>	A 66b	B 53b	A 30a	B 20b		
<i>Glomus etunicatum</i>	A 85a	B 67a	A 31a	B 25a		
Testemunha	A 42d	A 41c	A 15c	A 15c		
C.V. (%)	9,14	6,51	6,84	6,12		
Efeito AIB		**		**		
Efeito FMA		*		**		
Interação		*		**		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. * e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Como consequência do incremento em altura, diâmetro e área foliar, as massas fresca e seca da parte aérea e das raízes também foram influenciadas pelo AIB e pelos FMA. A massa fresca, tanto da parte aérea quanto das raízes, foi afetada pela inoculação com FMA, com exceção das plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* e sem aplicação de AIB que não diferiram das testemunhas, enquanto que, para a massa seca da parte aérea e das raízes, todos os FMA afetaram significativamente este parâmetro em relação às testemunhas. As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores incrementos em relação aos

demais tratamentos, principalmente quando a inoculação está associado com aplicação de AIB (Tabela 31).

Somente a ação do AIB não proporcionou incrementos na massa fresca e seca das plantas da cv. Aldrighi. Já quando a aplicação ocorreu em plantas inoculadas com FMA, a massa fresca foi incrementada, mesmo no caso das plantas inoculadas com *Gigaspora margarita*, evidenciando uma interação significativa entre os FMA e a aplicação de AIB para os parâmetros de desenvolvimento vegetativo avaliados (Tabela 31).

Esta interação foi considerada significativa ($P < 0,05$) para a massa fresca, tanto da parte aérea como das raízes, e muito significativa ($P < 0,01$) para a massa seca da parte aérea e das raízes (Tabela 31).

Um aspecto interessante a ser avaliado nas atividades dos FMA é a atuação das auxinas e a sua interação com estes fungos (Frankenberger Jr. & Poth, 1987), além da capacidade dos mesmos em biosintetizar estas auxinas e estimular o desenvolvimento dos vegetais (Crafts & Miller, 1974; Barea & Azcón-Aguilar, 1982). Conforme citado por Souza et al. (2000), o efeito do AIB parece ser independente do dos FMA, uma vez que estas atuam no incremento da absorção nutricional (Barea, 1991; Ferrol et al., 2002), enquanto que o AIB é fundamental no processo de iniciação radicular (Pozo et al., 1998; Torelli et al., 2000). Porém, de acordo com Hartmann et al. (1989), as plantas não respondem à aplicação de auxinas durante a fase de alongação radicular, o que foi confirmado no presente estudo. Como o AIB foi ineficaz em plantas não inoculadas, mas em presença de FMA incrementou o desenvolvimento das plantas, fica clara a existência da interação do AIB com os

FMA. Estes resultados estão em concordância com os obtidos em experimentos com outras frutíferas, como em citros (Dutra et al., 1996; Souza et al., 1996; Souza, 2000) e em macieiras (Greene et al., 1982).

A inoculação dos FMA associada à aplicação de AIB afetou significativamente o conteúdo foliar de alguns macronutrientes (Tabela 32).

TABELA 32 – Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e da inoculação de três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) sobre o conteúdo de macronutrientes de plantas da cv. Aldrighi, aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Macronutriente (%)					
	N		P		Ca	
	+ AIB	- AIB	+ AIB	- AIB	+ AIB	- AIB
<i>Gigaspora margarita</i>	A 3,17b	B 2,38c	A 0,24b	B 0,14c	A 1,29b	B 1,24b
<i>Glomus clarum</i>	A 3,32b	B 3,08b	A 0,24b	B 0,19b	A 1,29b	B 1,24b
<i>Glomus etunicatum</i>	A 3,89a	B 3,41a	A 0,28a	B 0,24a	A 1,30b	B 1,23b
Testemunha	A 2,36c	A 2,38c	A 0,12c	A 0,13c	A 1,76a	A 1,75a
C.V. (%)	9,01	8,84	5,47	7,59	8,13	7,34
Efeito AIB		**		**		**
Efeito FMA		*		**		**
Interação		*		**		**
	Macronutriente (%)					
	K			Mg		
	+ AIB	- AIB	Média	+ AIB	- AIB	Média
<i>Gigaspora margarita</i>	A 2,49b	B 2,16c		0,40b	0,40b	
<i>Glomus clarum</i>	A 2,51b	B 2,29b	2,43a	0,41b	0,40b	0,40b
<i>Glomus etunicatum</i>	A 2,65a	B 2,49a		0,41b	0,41b	
Testemunha	A 2,28c	B 2,13c	2,20b	0,60a	0,56a	0,58a
Média	A 2,48	B 2,27		0,45	0,44	
C.V. (%)	7,17	6,94		5,47	5,28	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. * e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Os FMA foram eficientes em incrementar o percentual de nitrogênio, de fósforo e de potássio, exceção feita a *Gigaspora margarita* que apresentou comportamento semelhante às testemunhas. Em relação ao cálcio e magnésio, todos as plantas inoculadas com FMA apresentaram redução dos percentuais destes

elementos, quando feita à comparação em relação aos das testemunhas. Dentre as espécies, *Glomus etunicatum* promoveu as maiores respostas, seguido por *Glomus clarum*. O AIB aplicado isoladamente não modificou os percentuais de macronutrientes das plantas da cv. Aldrighi, com exceção dos percentuais de potássio, em que ocorreu incremento em relação às plantas em que não houve aplicação do AIB. A inoculação de FMA e a aplicação de AIB atuaram sinergicamente, afetando significativamente os conteúdos foliares de nitrogênio, fósforo e cálcio, inclusive para as plantas tratadas com *Gigaspora margarita*, sendo considerado muito significativa ($P < 0,01$) para fósforo e cálcio e significativa ($P < 0,05$) para o nitrogênio. A interação AIB X FMA não foi significativa para o acúmulo de potássio e magnésio.

Mesmo que os FMA tenham incrementado a absorção de nitrogênio, o maior efeito ocorreu quando houve a associação entre estes e o AIB. Souza (2000), trabalhando com citrange Carrizo, não observou alteração no conteúdo de nitrogênio foliar quando da aplicação de ácido giberélico (AG_3) associado à inoculação com *Glomus intraradices*. Al-Whaibi & Khaliel (1994) também não observaram mudanças no nitrogênio da parte aérea de plantas de palmeiras, cultivadas na presença e ausência de FMA. Tais resultados não coincidem com os resultados observados neste trabalho, já que a aplicação de AIB incrementou o conteúdo de nitrogênio da parte aérea, quando associado às espécies utilizadas neste estudo.

Já Pereira et al. (1996), trabalhando com espécies arbóreas, relatam que a maior absorção de nitrogênio por parte de plantas inoculadas com FMA ocorreu quando a espécie utilizada era *Glomus etunicatum*. Os mesmos autores relatam

também que não observaram diferenças em relação às plantas testemunhas, quando a espécie utilizada foi *Gigaspora margarita*.

Conforme relatam Tobar et al. (1994) e Souza (2000), o efeito positivo dos FMA sobre a absorção de fósforo pelas plantas se deve à presença do micélio externo dos FMA, o qual tem importante papel na absorção de nutrientes de lenta difusibilidade no solo, como no caso do fósforo e do potássio. Além disto, segundo relatos de Souza et al. (1996), trabalhando com laranjeira azeda, e Souza et al. (2000), trabalhando com citrange Carrizo, a aplicação de AIB proporcionaria um incremento na absorção de fósforo de plantas colonizadas por FMA, o que coincidiria com os resultados obtidos neste trabalho. Porém, segundo Souza (2000), não ocorreu interação entre a aplicação de AG_3 e a inoculação de *Glomus intraradices* para os conteúdos de fósforo foliar, o que não coincidiria com os resultados obtidos para este estudo com AIB.

Vários autores relatam que os FMA não alteraram os níveis de potássio das plantas (Al-Whaibi & Khaliel, 1994; Souza, 2000), diferentemente do que ocorreu neste trabalho, onde os tratamentos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, com e sem AIB, incrementaram a absorção deste elemento, enquanto que o tratamento com *Gigaspora margarita* incrementou a absorção somente quando associado ao AIB. Porém, outros autores relatam que os FMA permitiram um incremento na absorção deste elemento pelas plantas (Azcón-Aguilar & Barea, 1992; Souza et al., 2000), concordando com os resultados deste estudo. Relatos de Souza (2000) mostram que a aplicação de AG_3 associado à inoculação de FMA reduziram a absorção de potássio por plantas de citrange Carrizo, enquanto que Souza et al.

(2000), afirmam que a aplicação de AIB incrementa a concentração de potássio, independente da presença dos FMA. Estes autores observam que a aplicação do AIB incrementou a absorção de potássio independente da presença de FMA, não mostrando interação entre a aplicação de AIB e a colonização das raízes das plantas por FMA, semelhante ao que ocorreu neste estudo.

Segundo Azcón et al. (1991), Azcón & Barea (1992) e Souza (2000), as raízes das plantas colonizadas por FMA podem ter diminuído a absorção de cálcio e magnésio em função de um efeito tampão promovido pelos fungos. Não existem relatos na bibliografia da interação de AIB com FMA na diminuição dos conteúdos destes elementos em plantas colonizadas. Porém, segundo Souza (2000), a aplicação de AG₃ em plantas inoculadas com FMA diminuiu os conteúdos de cálcio nos tecidos vegetais, mostrando a interação entre o AG₃ e os FMA. Este relato coincide com os dados obtidos neste trabalho, em que houve interação entre o AIB e os FMA para os conteúdos de cálcio na parte aérea.

Os FMA foram eficientes em incrementar o percentual de substâncias de reserva nos tecidos vegetais, em relação às testemunhas. Dentre as espécies, *Glomus etunicatum* promoveu as maiores respostas, seguido por *Glomus clarum*, enquanto que as plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* não tratadas com AIB foram semelhantes às testemunhas. O AIB não modificou os percentuais de substâncias de reserva das plantas da cv. Aldrighi. As plantas inoculadas com FMA e tratadas com AIB apresentaram o percentual de substâncias de reserva incrementado, mesmo no caso das plantas inoculadas com *Gigaspora margarita*, mostrando interação entre o AIB e o FMA. A inoculação de FMA e a aplicação de AIB

afetaram significativamente os conteúdos de substâncias de reserva nos tecidos da parte aérea (folhas e hastes) das plantas, sendo considerado muito significativa ($P < 0,01$) (Tabela 33).

TABELA 33 – Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) sobre o percentual de substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) de plantas da cv. Aldrighi, aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Substâncias de reserva (%)	
	+ AIB	- AIB
<i>Gigaspora margarita</i>	A 29,30b	B 16,61c
<i>Glomus clarum</i>	A 29,64b	B 22,36b
<i>Glomus etunicatum</i>	A 35,98a	B 29,09a
Testemunha	A 17,13c	A 16,59c
C.V.(%)	8,32	7,58
Efeito AIB		**
Efeito FMA		**
Interação		**

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. * e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Segundo relato de Silveira (1999), ao induzirem maiores áreas foliares as espécies de FMA proporcionam às plantas maior fotossíntese e, por conseqüência, maior nível de produção de fotoassimilados.

Conforme relato de Wright et al. (1998), plantas mais altas e com maior área foliar, apresentam maior capacidade de fotossíntese e produção de fotoassimilados, proporcionando acúmulo de biomassa e, por conseguinte, maior nível de carbono assimilado.

Isto porque, conforme relato de Scatena & Scremin-Dias (2003), plantas com maior altura e área foliar, apresentam maior capacidade de captação de luz e produção de fotoassimilados, o que permite um fluxo mais intenso de carboidratos no

sentido radical onde, uma parte seria utilizada pelos FMA na sua nutrição e acumulação em estruturas de reserva, e o restante seria acumulado nos tecidos de armazenamento da planta, na forma de substâncias de reserva. Além disto, conforme relatado por Mazzoni-Viveiros & Trufem (2004), um maior diâmetro, que seria proporcionado pelos FMA, permitiria um aumento do fluxo ascendente de água e nutrientes, e de seiva elaborada, no sentido descendente.

Tais relatos coincidem com os resultados obtidos com os tratamentos inoculados com as espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, porém não para a o tratamento com a espécie *Gigaspora margarita*. Entretanto, a aplicação do AIB incrementou o percentual de substâncias de reserva para todas as espécies de FMA utilizadas.

No entanto, segundo afirma Silveira (1999), que trabalhou com porta-enxerto de abacateiro, os tratamentos inoculados com FMA não diferiram da testemunha, em função da absorção pelos mesmos de uma grande parte dos carboidratos que são direcionados para as raízes das plantas, o que estaria em desacordo com os resultados obtidos neste estudo.

A aplicação de AIB em plantas inoculadas com FMA incrementou o percentual de colonização e aumentou o número de estruturas de FMA presentes nas raízes. A interação entre a inoculação dos FMA e a aplicação do AIB foi considerada significativa ($P < 0,05$) para o percentual de colonização das raízes, presença de hifas e arbúsculos. Cabe salientar, com relação às vesículas, que os fungos do gênero *Gigaspora* não formam vesículas intra-radiculares, mas sim apresentam células auxiliares extra-radiculares (Tabela 34).

TABELA 34 – Efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) sobre a colonização radicular (%) e a presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Aldrichi inoculadas com três espécies de FMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*), aos 360 dias após a semeadura. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Colonização (%)					
	+ AIB			- AIB		
<i>Gigaspora margarita</i>	A 89,00b			B 30,33c		
<i>Glomus clarum</i>	A 88,00b			B 77,00b		
<i>Glomus etunicatum</i>	A 98,00a			B 90,00a		
Testemunha	A 0,00c			A 0,00d		
C.V. (%)	8,18			7,41		
Interação	*					
	Presença de estruturas de FMA					
	Hifas ⁽¹⁾		Vesículas ⁽²⁾		Arbúsculos ⁽²⁾	
	+ AIB	- AIB	+ AIB	- AIB	+ AIB	- AIB
<i>Gigaspora margarita</i>	A 1,58b	B 0,78c	A 0,00c	A 0,00c	A 1,22b	B 0,53c
<i>Glomus clarum</i>	A 1,60b	B 1,44b	A 1,10b	B 0,70b	A 1,22b	B 0,84b
<i>Glomus etunicatum</i>	A 1,69a	B 1,57a	A 1,48a	B 1,36a	A 1,61a	B 1,50a
Testemunha	A 0,00c	A 0,00d	A 0,00c	A 0,00c	A 0,00c	A 0,00d
C.V. (%)	5,61	7,89	6,85	9,14	8,91	8,77
Interação	*		ns		*	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. * e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. ns – não significativo.

Um aspecto interessante a ser observado é a comparação do estado nutricional das plantas tratadas com AIB em presença e em ausência dos FMA com os percentuais de colonização radicular dos tratamentos, uma vez que os maiores incrementos de nitrogênio, fósforo e potássio foram observados nos tratamentos com aplicação de AIB (Tabela 32), justamente onde os maiores percentuais de colonização aconteceram (Tabela 34). Segundo Tobar et al. (1994), este aumento da absorção dos nutrientes pelos tratamentos inoculados com FMA associados à auxina é consequência do aumento provocado pelo AIB sobre a infecção das raízes. Isto porque, segundo Souza et al. (2000), o micélio externo dos FMA exerce papel

fundamental no transporte dos nutrientes de lenta difusão no solo até as células da raiz, o que viabilizaria a maior eficiência da nutrição das plantas inoculadas com FMA.

Conforme observações feitas por Barea (1991), o efeito de AIB sobre o crescimento vegetativo parece ser independente dos FMA. Enquanto os FMA aumentam a eficiência de absorção nutriente, o AIB desempenha um papel importante no processo de desenvolvimento inicial da raiz (Kossuth et al., 1981; Jarvis, 1986). Estes dois efeitos juntos poderiam ser responsáveis pelo incremento do crescimento vegetativo. Contudo, como o AIB é ineficaz em ausência dos FMA, está claro que há um efeito interativo entre ambos fatores. De acordo com Hartmann et al. (1989), raízes não respondem a auxinas aplicadas durante a fase de alongação. Tais relatos apóiam os resultados obtidos neste estudo, já que não ocorreram respostas dos tratamentos com AIB na ausência de FMA, enquanto que, na presença do fungo, ocorreu resposta, mostrando uma interação entre estas duas variáveis.

Greene et al. (1982) relataram que o crescimento vegetal de macieiras foi incrementado pelo uso de AIB em presença da ectomicorriza *Pisolithus tinctorius*. Gunze & Hennessy (1980) descrevem o incremento do número de estruturas dos FMA em raízes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com AIB. Tais relatos coincidem com os obtidos neste trabalho.

Os resultados referentes à colonização radicular, parâmetros de crescimento e nutrição mineral, indicam que plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* e tratadas com AIB apresentaram os melhores resultados no porta-

enxerto de pessegueiro utilizado neste estudo. Os resultados também indicam que a simbiose planta-FMA é favorecida pela aplicação de AIB.

5.4 Conclusões

1) As plantas da cv. Aldrighi inoculadas com as espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* têm seu desenvolvimento vegetativo e nutricional incrementado, enquanto as inoculadas com a espécie *Gigaspora margarita* não se diferenciam das plantas não inoculadas.

2) A aplicação de AIB não é eficiente para aumentar o crescimento vegetativo das plantas da cv. Aldrighi não inoculadas com FMA.

3) A aplicação de AIB associada com a inoculação de qualquer uma das espécies de FMA utilizadas, proporciona incrementos no desenvolvimento vegetativo e nutricional das plantas da cv. Aldrighi, indicando que o AIB favorece a simbiose planta-FMA.

4) A aplicação de AIB em plantas inoculadas com FMA incrementa o percentual de colonização e aumenta o número de estruturas de FMA presentes nas raízes.

6. CAPÍTULO VI - Comportamento da cv. Maciel enxertada sobre os porta-enxertos “Okinawa” e “Aldrighi” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares

6.1 Introdução

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são simbioses obrigatórios que têm a capacidade de aumentar a capacidade de captação de nutrientes das plantas hospedeiras, especialmente no caso do fósforo, potássio e vários micronutrientes (Gerdemann, 1968; Jones et al., 1991). A associação com estes fungos ocorre em praticamente todas as espécies de fruteiras e pode ser estabelecida naturalmente no viveiro (infecção precoce) ou quando do transplante ao campo (infecção tardia). Segundo relatos de Gilmore (1971), plantas de pessegueiro apresentam respostas de crescimento vegetativo consideráveis como consequência direta de inoculação com FMA. Já, Estaún et al. (1994), informam que híbridos de pessegueiro e amendoeira (*Prunus persica* X *Prunus dulcis* Mill. Webb) apresentavam grande colonização radicular quando transferidos ao campo, com grande desenvolvimento vegetativo e ganhos nutricionais. Informações semelhantes são descritas por Granger et al. (1983), para a produção de mudas de macieira com inoculação de FMA no substrato.

Nelson (1987) e Lindermann (1988) relatam que plantas inoculadas foram beneficiadas pela simbiose quando transplantadas ao campo, em áreas com deficiência de nutrientes ou quando submetidas à seca prolongada. Já Pfeiffer & Bloss (1988), Hussey & Roncadori (1982) e Azcón-Aguilar & Barea (1996) observam que plantas inoculadas com FMA na formação da muda apresentavam tolerância à salinidade e resistência ao ataque de pragas e doenças de solo.

O conhecimento dos benefícios que a inoculação de FMA propicia na preparação de mudas de pessegueiro e sua dependência desta simbiose é limitado. Pouco ou nenhum conhecimento se tem sobre a capacidade de resistência a nematóides que os FMA podem conferir aos porta-enxertos de pessegueiro.

Segundo relatos de Pinochet et al. (1996), a capacidade de infecção e a possibilidade de benefícios que podem ser promovidos pelos FMA às plantas do gênero *Prunus*, especialmente plantas de pessegueiro, parecem estar relacionadas à afinidade com as cultivares e não às espécies propriamente ditas.

Por isto, segundo destacam Calvet et al. (2003), apesar de toda a evidência experimental que aponta para o efeito positivo da simbiose micorrízica no desenvolvimento de porta-enxerto de fruteiras, maiores estudos devem ser levados a cabo, no caso específico de pessegueiro. Isto porque, conforme Berta et al. (1995), as condições que a associação entre os FMA e as plantas são estabelecidas, principalmente com relação ao tipo certo de FMA a ser utilizada, parece ser crucial para explorar ao máximo os benefícios desta associação, como benefícios no desenvolvimento e estado nutricional, resistência ao transplante, salinidade, seca e aumento de tolerância a doenças de solo e nematóides.

O objetivo deste capítulo reside na avaliação da influência de espécies de FMA isoladas de pomares de videira sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral foliar e colonização das raízes de plantas da cultivar copa “Maciel” enxertadas sobre os porta-enxertos das cultivares “Okinawa” e “Aldrighi”.

6.2 Material e métodos

Após a utilização dos porta-enxertos Okinawa e Aldrighi, descritos nos itens 3.2.1 e 3.2.2, as 15 plantas/parcela restantes foram enxertadas com a cultivar copa Maciel, utilizando-se o método de enxertia de borbulhia em “T” invertido. O experimento com a cv. Okinawa foi desenvolvido a partir de 09 de dezembro de 2004, com duração de 240 dias e, para a cv. Aldrighi, a partir de 16 de fevereiro de 2005, com duração de 330 dias. Os estudos foram desenvolvidos em casa de nebulização (com sistema de irrigação modificado para aspensão), localizada no setor de Horticultura da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, Km 146 da BR 290, município de Eldorado do Sul, RS.

Os tratamentos utilizados foram os mesmos utilizados nos itens 3.2.1, para a cv. Maciel sobre a cv. Okinawa, e 3.2.2, para a cv. Maciel sobre a cv. Aldrighi. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 15 plantas por parcela e quatro repetições, num total 240 plantas, para o enxerto sobre o porta-enxerto cv. Okinawa, e 300 plantas, para o enxerto sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi.

Todas as determinações feitas nestes estudos foram realizadas segundo o método descrito no item 3.2.1, exceção ao diâmetro do caule, que foi medido logo acima do ponto de enxertia, e o estudo histológico, que não foi realizado.

6.3 Resultados e discussão

As curvas de crescimento em altura (Figura 33) e diâmetro (Figura 34) das plantas do cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa foram representadas por equação de terceiro grau em todos os tratamentos, sendo que os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos com *Acaulospora sp.*, seguido dos tratamentos com *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum*, os quais induziram maior altura e diâmetro às plantas, quando feita à comparação com as testemunha.

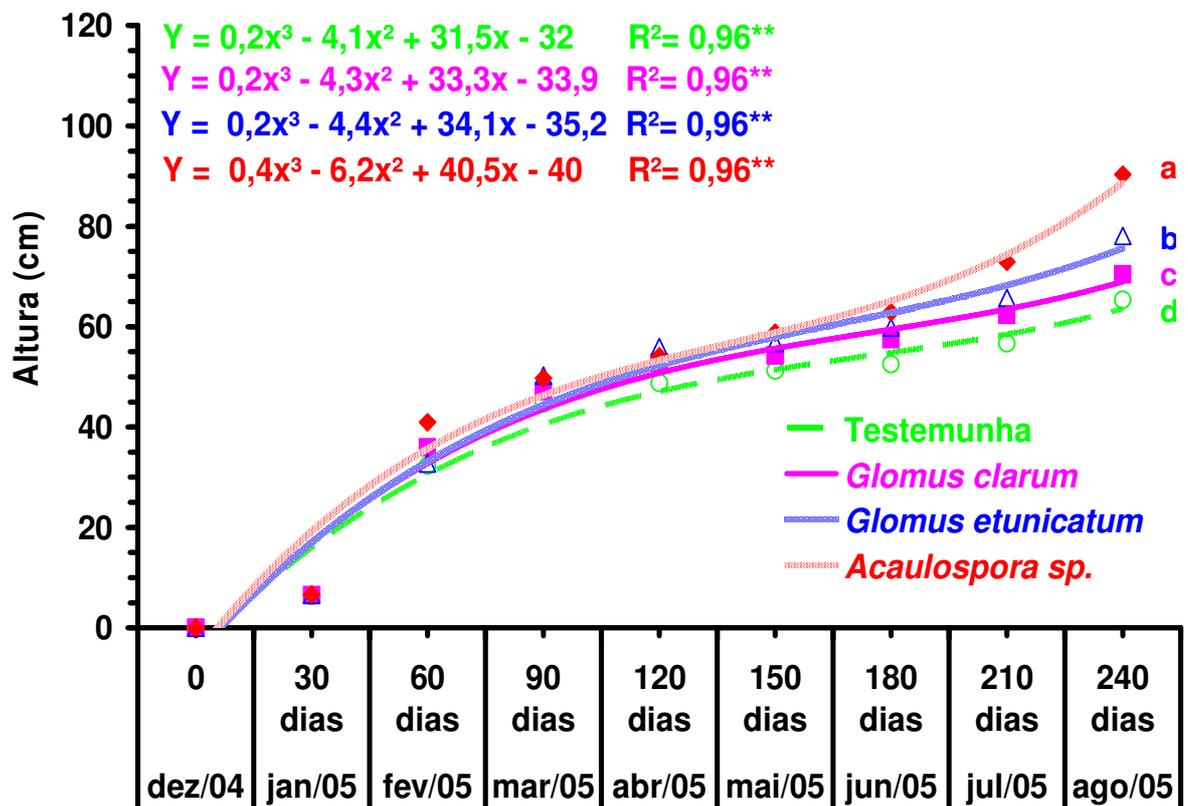


FIGURA 33 - Altura da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculado com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005.

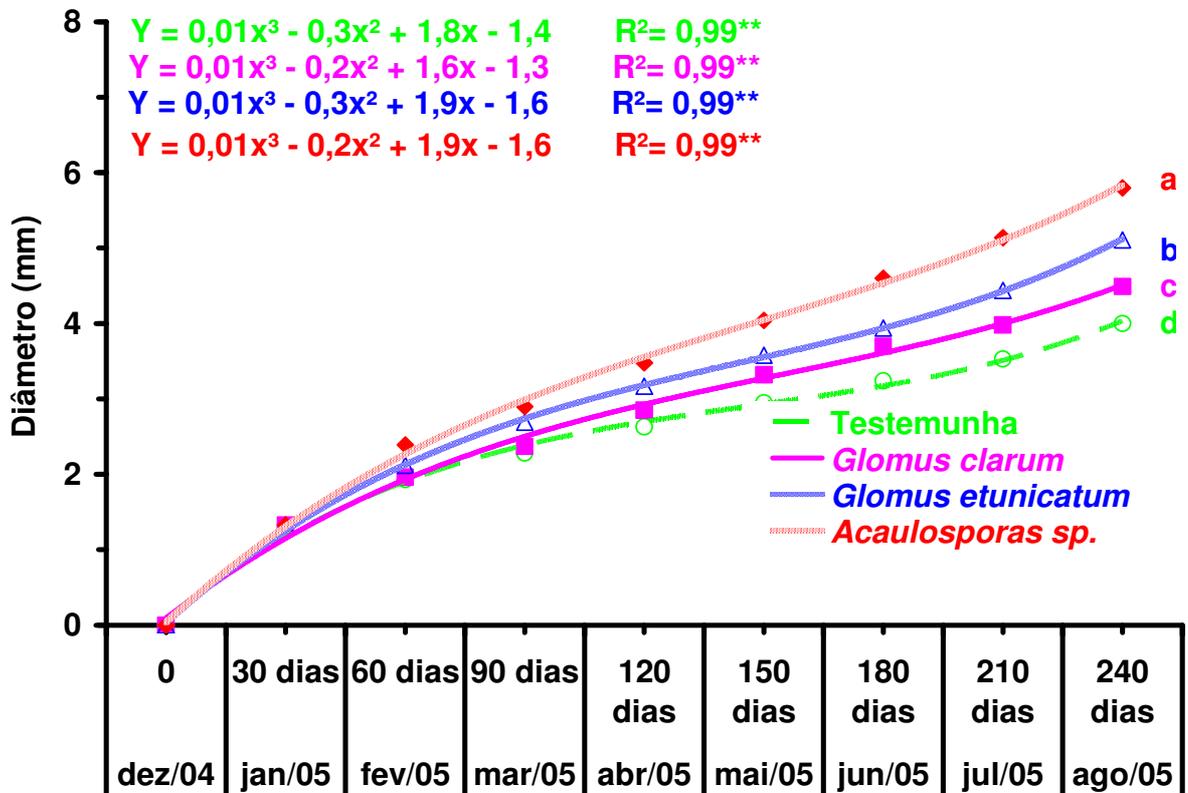


FIGURA 34 - Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculada com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Desde a enxertia até o 150º dia houve um crescimento uniforme em altura e diâmetro das plantas de todos os tratamentos. Entre os 150º e 180º dias ocorreu pequena desaceleração, que corresponde ao período de baixas temperaturas do ano (a temperatura média deste período foi de 14,2ºC) (Apêndice 10). A partir do 180º dia, voltou a existir um crescimento exponencial até o 240º dia.

Para as plantas da cultivar copa Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi, as curvas de crescimento também apresentaram comportamento cúbico para todos os tratamentos, tanto em altura (Figura 35), quanto em diâmetro (Figura 36), sendo que

os melhores resultados em altura foram dos tratamentos com *Scutellospora heterogama*, seguido por *Glomus etunicatum*, que foi superior a *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que apresentaram comportamento semelhante entre si e superiores às plantas testemunhas. Para o diâmetro, o tratamento com *Scutellospora heterogama* apresentou os maiores resultados seguido por *Glomus etunicatum*, enquanto os tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentaram resultados semelhantes à testemunha.

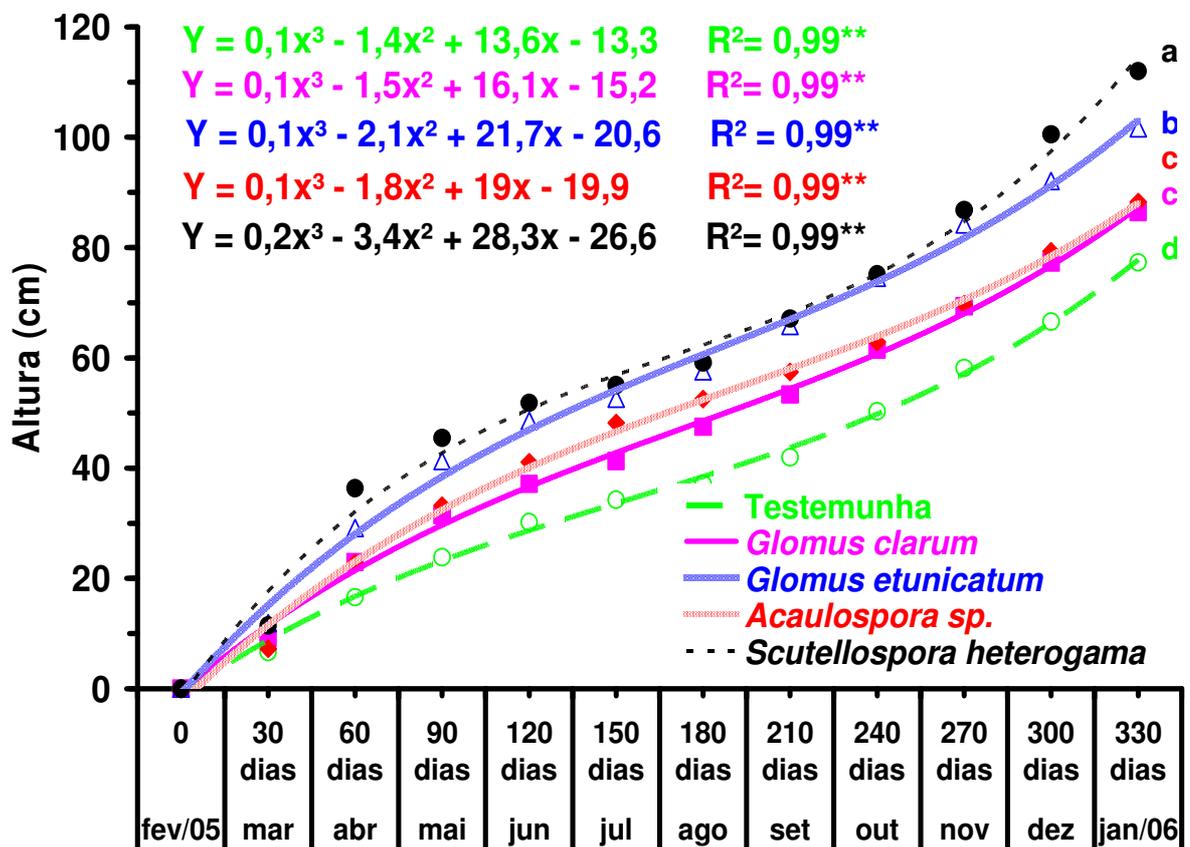


FIGURA 35 - Altura da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi inoculado com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

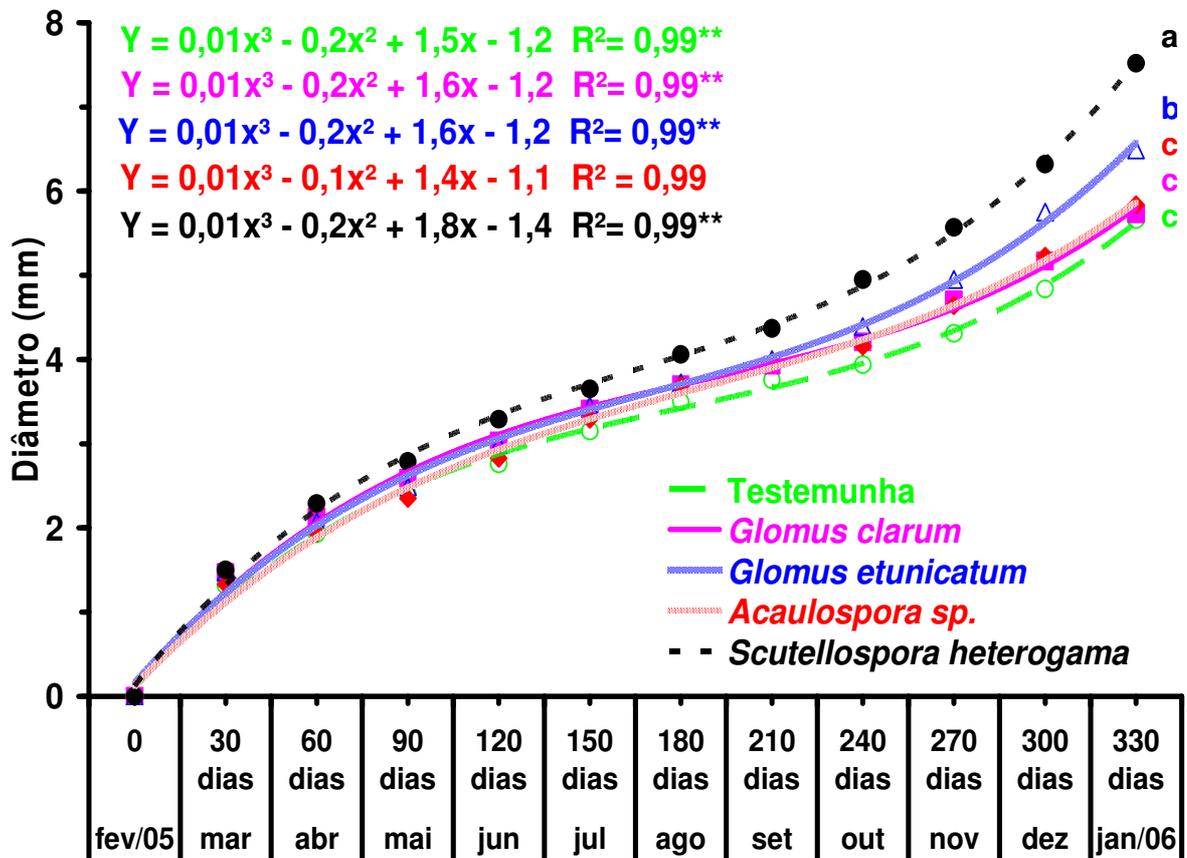


FIGURA 36 - Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi inoculado com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Desde a enxertia até o 180º dia houve um crescimento acentuado em altura e diâmetro das plantas de todos os tratamentos. A partir do 180º dia até o 210º dia houve uma desaceleração no desenvolvimento vegetativo das plantas, que corresponde ao período de baixas temperaturas do ano (a temperatura média deste período foi de 14,2ºC)(Apêndice 10). A partir do 210º dia, voltou a existir um crescimento exponencial até o 330º dia.

A evolução do desenvolvimento das plantas desde o início do experimento até o momento em que as mesmas foram levadas ao campo mostra que, para as plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e inoculadas com FMA, o crescimento passou a ser superior ao das testemunhas a partir do 150º dia (Figuras 33 e 34). Para o caso das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi e inoculadas com FMA, a diferenciação em altura ocorreu para todas as FMA a partir do 60º dia (Figuras 35 e 36), enquanto que, para o diâmetro, o tratamento com *Scutellospora heterogama* começou a diferir a partir do 120º dia, enquanto que as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* só começaram a diferir a partir do 300º dia, sendo que as demais espécies não diferiram das testemunhas até o final do experimento. Tal comportamento está relacionado aos benefícios estabelecidos pela elevação do pH do substrato (Apêndices 4 e 5), citado anteriormente (item 3.3), que proporcionou ambiente propício à atividade dos FMA utilizados neste estudo, uma vez que sua faixa de pH preferencial é próxima de 6,0 (Silveira et al., 2002).

Conforme Silveira et al. (2003), plantas de abacateiro da cv. Carmen inoculadas com FMA apresentaram comportamento variável de crescimento em altura e diâmetro, conforme a espécie utilizada, sendo que as espécies mais eficientes foram *Scutellospora heterogama* e *Acaulospora sp.*, enquanto *Glomus etunicatum* apresentou comportamento intermediário, o que concorda com os dados obtidos com a cv. Maciel, variando em função do porta-enxerto utilizado para enxertia. Outro fato a ser destacado é o de que, conforme relatam Silveira et al. (2002), as diferenças de desenvolvimento vegetativo promovidas pelas espécies de FMA estão relacionadas à maior ou menor afinidade que cada espécie de FMA tem

com determinada espécie vegetal, podendo variar, inclusive, entre cultivares de uma mesma espécie.

Além disto, conforme relatos de Colozzi-Filho et al. (1994a), a afinidade dos FMA com a espécie vegetal parece estar mais relacionada ao sistema radicular das plantas, do que com a parte aérea o que, no caso de plantas enxertadas, corresponderia a uma maior compatibilidade da cultivar utilizada como porta-enxerto com o fungo. Estes relatos são corroborados pelos resultados obtidos por Nunes et al. (2006), que observaram diferenças de crescimento entre plantas de diversos porta-enxertos de citros inoculadas com o isolado da espécie *Glomus etunicatum*, sendo que os resultados mantiveram-se após a enxertia e o transplântio à campo, o que comprova a maior compatibilidade do FMA com o sistema radicular, ou seja, a cultivar de porta-enxerto utilizada.

Estes relatos vêm ao encontro dos dados obtidos neste trabalho, visto que, com condições de ambiente e de substrato semelhantes, obtiveram-se resultados de crescimento em altura e diâmetro diferenciados entre as espécies de FMA inoculados, sendo que as espécies *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* não promoveram diferenças de diâmetro das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi, quando comparadas às testemunhas.

Além disto, os mesmos explicam porque os resultados obtidos com a inoculação de FMA nas plantas dos portas-enxertos de pessegueiro utilizadas (item 3.3) mantiveram-se após a enxertia, com a cultivar copa Maciel apresentando as mesmas respostas às espécies de FMA inoculadas que as respectivas cultivares de porta-enxertos sobre a qual a mesma foi enxertada.

A área foliar das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e inoculadas com *Acaulospora sp.* foi superior à dos demais tratamentos, seguido pelo tratamento com *Glomus etunicatum*, que foi superior ao tratamento com *Glomus clarum* e este, por sua vez, apresentou comportamento superior à testemunha (Tabela 35).

TABELA 35 - Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes, e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamento	Área foliar (cm ² / planta)	Parte aérea		Raízes		Massa seca parte aérea/ massa seca raízes
		Massa fresca (g)	Massa seca (g)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)	
<i>Acaulospora sp.</i>	745,95a	201,50a	121,00a	100,00a	53,13a	2,28ab
<i>G. clarum</i>	602,31c	171,25b	88,25b	82,75b	48,75a	1,81b
<i>G. etunicatum</i>	660,91b	171,75b	88,50b	83,75b	48,38a	1,83ab
Testemunha	521,82d	132,75c	76,00c	73,00c	32,00b	2,37a
C.V. (%)	11,75	8,54	8,04	7,74	6,52	4,55

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Com relação à massa fresca e seca da parte aérea e das raízes, as plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram resultados superiores às demais, enquanto que as plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento semelhantes entre si e superiores à testemunha (Tabela 35).

Quanto à massa seca das raízes, as plantas inoculadas com os FMA apresentaram comportamento semelhante entre si, superiores às plantas testemunhas (Tabela 35).

A proporção entre a massa seca da parte aérea/massa seca das raízes das plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* e *Acaulospora sp.* foi semelhante entre si e a das plantas testemunhas, da mesma forma que das plantas inoculadas com *Glomus clarum*, e estas foram inferiores às testemunhas (Tabela 35).

No caso da área foliar da cv. Maciel enxertada sobre a cv. Aldrighi, as plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* apresentaram os maiores incrementos em área foliar, seguidas dos tratamentos inoculados com *Glomus etunicatum*, superiores aos tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que apresentaram comportamento semelhante entre si e superiores às testemunhas. O mesmo comportamento observado para a área foliar dos tratamentos foi verificado com relação à massa fresca e seca da parte aérea (Tabela 36).

As plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* também apresentaram os maiores resultados em relação à massa fresca das raízes, seguidas dos tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum*, que apresentaram resultados semelhantes entre si e superiores a *Glomus clarum*, que apresentou resultados superiores às plantas testemunhas (Tabela 36).

Com relação à massa seca das raízes, as plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama*, *Glomus etunicatum* e *Acaulospora sp.* apresentaram resultados semelhantes entre si, sendo que os tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento semelhante ao tratamento com *Glomus clarum* e este apresentou resultados superiores às testemunhas (Tabela 36).

A proporção entre a massa seca da parte aérea/massa seca das raízes das plantas inoculadas com os FMA e das testemunhas não apresentaram

diferenças entre elas (Tabela 36). Segundo Silveira (1999), a proporção esperada entre a massa seca da parte aérea/massa seca da raiz deve ser maior em mudas inoculadas com FMA, em função da eficiência dos mesmos em auxiliar na absorção de água e nutrientes. Porém, os resultados observados evidenciam o crescimento proporcional da parte aérea e das raízes em todos os tratamentos.

TABELA 36 - Área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes, e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Área foliar (cm ² / planta)	Parte aérea		Raízes		Massa seca parte aérea/ massa seca raízes
		Massa fresca (g)	Massa seca (g)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)	
<i>Acaulospora sp.</i>	897,22c	173,75c	78,25c	111,00b	35,50ab	2,20 ^{ns}
<i>G. clarum</i>	911,49c	174,75c	78,00c	82,25c	35,00b	2,22 ^{ns}
<i>G. etunicatum</i>	974,98b	190,50b	84,75b	116,00b	37,50ab	2,26 ^{ns}
<i>S. heterogama</i>	1.007,89a	216,50a	102,50a	127,75a	45,00a	2,27 ^{ns}
Testemunha	790,98d	151,25d	66,00d	62,00d	29,00c	2,27 ^{ns}
C.V. (%)	12,50	8,54	8,04	5,15	6,52	5,14

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns} - Não-significativo.

Segundo Chu (1999), a inoculação de FMA nativos de áreas de mata em plantas de açaizeiro proporcionaram um aumento da área foliar destas plantas. Da mesma forma, Silveira et al. (2003) afirmam que a inoculação de FMA aumenta o desenvolvimento vegetativo de plantas de abacateiro cv. Carmen, proporcionando maior área foliar, massa fresca e seca. Tais relatos estão em concordância com os dados obtidos neste trabalho.

Vidal et al. (1992), trabalhando com portas-enxertos de abacateiro, encontraram uma relação entre a massa seca da parte aérea/massa seca da raiz significativamente maior em plantas inoculadas com FMA. Segundo os mesmos autores isto se deve à presença de hifas externas às raízes, as quais atuam como extensão do sistema radicular em mudas colonizadas, o que permite, inicialmente, uma maior absorção de nutrientes, que são translocados para a parte aérea, induzindo maior desenvolvimento desta em detrimento do sistema radicular. Porém, com o passar do tempo, é natural que o melhor conteúdo nutricional e de substâncias de reserva que são utilizadas como fonte de energia no processo de absorção de nutrientes no sistema radicular, reverta também em benefício de aumento no sistema radicular.

Quanto aos conteúdos de macronutrientes da parte aérea, as plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram os maiores resultados para o nitrogênio, seguidas pelos tratamentos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, que apresentaram resultados semelhantes e superiores às plantas testemunhas (Tabela 37). Para o fósforo, *Glomus etunicatum* apresentou os maiores resultados, enquanto *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentaram resultados semelhantes e superiores às testemunhas (Tabela 37).

No caso do potássio, as plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram os maiores resultados, seguidos pelos tratamentos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, que apresentaram resultados semelhantes e superiores às plantas testemunhas (Tabela 37). Para o cálcio e o magnésio, as

plantas testemunhas apresentaram os maiores resultados, superiores aos tratamentos inoculados com FMA, que apresentaram comportamento semelhante (Tabela 37).

Nas raízes, os tratamentos que apresentaram o maior percentual de nitrogênio foram com *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum*, que foram semelhantes entre si (Tabela 37). Porém, *Glomus clarum* também foi estatisticamente semelhante a *Acaulospora sp.*, sendo que o tratamento com *Glomus etunicatum* foi superior às plantas testemunhas.

As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* também apresentaram os maiores resultados para o fósforo, seguidas pelas inoculadas com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que foram semelhantes entre si e superiores às testemunhas (Tabela 37).

As plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram os maiores teores de potássio nas raízes, enquanto o tratamento com *Glomus etunicatum* foi semelhante ao com *Glomus clarum* e este, por sua vez, foi semelhante às plantas testemunhas (Tabela 37). O cálcio e o magnésio foram superiores nas testemunhas, enquanto o cálcio das plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* foi superior em relação aos tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, ao passo que o magnésio foi semelhante nos tratamentos inoculados com FMA (Tabela 37).

TABELA 37 - Conteúdo de macronutrientes encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamento	Macronutriente				
	N	P	K	Ca	Mg
..... %					
Parte aérea					
<i>Acaulospora sp.</i>	3,46a	0,19b	2,85a	1,37b	0,49b
<i>Glomus clarum</i>	3,01b	0,19b	2,56b	1,44b	0,48b
<i>Glomus etunicatum</i>	3,05b	0,21a	2,53b	1,49b	0,48b
Testemunha	2,71c	0,16c	2,35c	1,74a	0,62a
C.V.(%)	7,35	4,56	6,82	9,31	5,71
Raízes					
<i>Acaulospora sp.</i>	1,85b	0,23b	0,62a	0,49c	0,12b
<i>Glomus clarum</i>	1,88ab	0,23b	0,41bc	0,53c	0,12b
<i>Glomus etunicatum</i>	1,93a	0,24a	0,47b	0,62b	0,12b
Testemunha	1,82b	0,18c	0,35c	0,79a	0,19a
C.V.(%)	4,89	5,22	5,32	7,55	6,33

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

No caso da parte aérea da cv. Maciel enxertada sobre a cv. Aldrighi, os percentuais de nitrogênio e de potássio do tratamento com *Scutellospora heterogama* foram superiores aos com *Glomus etunicatum*, e este apresentou percentuais superiores aos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que foram semelhantes entre si e superiores aos das testemunhas (Tabela 38).

Os teores de fósforo do tratamento com *Scutellospora heterogama* foram superiores ao tratamento com *Glomus etunicatum*, que foi superior ao tratamento com *Glomus clarum* e este foi superior a *Acaulospora sp.*, que apresentou comportamento semelhante às testemunhas (Tabela 38).

Já para o cálcio, as testemunhas foram superiores a *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum*, que foram semelhantes entre si, sendo que

Glomus etunicatum foi estatisticamente semelhante a *Glomus clarum* e a *Acaulospora sp.*, que foram semelhantes entre si (Tabela 38). Para o magnésio, as testemunhas apresentaram os maiores resultados, superiores aos tratamentos com os FMA, que apresentaram resultados semelhantes (Tabela 38).

O percentual de nitrogênio nas raízes do tratamento com *Scutellospora heterogama* foi superior ao com *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum*, e este apresentou comportamento semelhante ao tratamento com *Acaulospora sp.* e as testemunhas, que foram semelhantes entre si (Tabela 38).

Para o fósforo, o tratamento com *Scutellospora heterogama* foi superior aos demais tratamentos com FMA, que foram semelhantes entre si e superiores às testemunhas (Tabela 38).

Os tratamentos com *Scutellospora heterogama* e com *Glomus etunicatum* foram semelhantes e superiores aos com *Acaulospora sp.* e com *Glomus clarum* para os teores de potássio nas raízes, e este apresentou comportamento semelhante às testemunhas (Tabela 38).

No caso do cálcio, as testemunhas apresentaram teores superiores nas raízes aos tratamentos com *Scutellospora heterogama* e com *Glomus etunicatum*, que apresentaram comportamento semelhantes e superiores aos tratamentos com *Acaulospora sp.* e com *Glomus clarum*, que foram semelhantes entre si (Tabela 38).

Já para o magnésio, as plantas testemunhas apresentaram os maiores resultados, superiores aos tratamentos com FMA, que apresentaram teores semelhantes entre si (Tabela 38).

TABELA 38 - Conteúdo em macronutrientes encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Macronutriente				
	N	P	K	Ca	Mg
..... %					
Parte aérea					
<i>Acaulospora sp.</i>	3,05c	0,16d	2,53c	1,37c	0,49b
<i>Glomus clarum</i>	3,01c	0,19c	2,56c	1,44c	0,48b
<i>Glomus etunicatum</i>	3,46b	0,21b	2,85b	1,49bc	0,48b
<i>Scutellospora heterogama</i>	3,90a	0,23a	2,95a	1,51b	0,50b
Testemunha	2,71d	0,16d	2,35d	1,74a	0,62a
C.V.(%)	7,35	4,56	6,82	9,31	5,71
Raízes					
<i>Acaulospora sp.</i>	1,85c	0,23b	0,47b	0,49c	0,12b
<i>Glomus clarum</i>	1,88bc	0,23b	0,41bc	0,53c	0,12b
<i>Glomus etunicatum</i>	1,93b	0,24b	0,62a	0,62b	0,12b
<i>Scutellospora heterogama</i>	2,05a	0,30a	0,67a	0,63b	0,14b
Testemunha	1,82c	0,18c	0,35c	0,79a	0,19a
C.V.(%)	4,89	5,22	5,32	7,55	6,33

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Em experimento realizado por Oliveira & Oliveira (2005) com cinco cultivares de bananeiras inoculadas com isolados de FMA nativos de um latossolo da Amazônia, os autores observaram que a associação micorrízica correlacionou-se positivamente com os teores elevados de fósforo e potássio nas folhas das cultivares Maçã e Prata. Tal relato coincide com os obtidos neste estudo, uma vez que as plantas da cv. Maciel apresentaram elevados percentuais destes macronutrientes nos tecidos da parte aérea das plantas, sempre superiores às plantas testemunhas.

Já Subramanian & Charest (1999), observaram que plantas de milho inoculadas com *Glomus intraradices* apresentaram teores foliares de nitrogênio com percentual até 28% maior do que plantas não inoculadas, quando submetidas a

estresse hídrico, e em até 33% quando submetidos a períodos de regas regulares. Este relato corrobora os resultados obtidos neste experimento, visto que as plantas inoculadas com FMA incrementaram os percentuais de nitrogênio na parte aérea, quando comparados aos das plantas testemunhas.

Segundo relatos de Oliveira & Oliveira (2004), plantas de cupuaçuzeiro colonizados por FMA nativos de solos de sistemas agroflorestais apresentaram teores de fósforo, cálcio e magnésio superiores a plantas não inoculadas, apresentando correlação positiva entre a associação micorrízica e os teores destes nutrientes. Os mesmos autores também encontraram correlações positivas entre a associação micorrízica e os teores de cálcio e magnésio em plantas de guaranazeiro colonizadas também por FMA nativos de solos de sistemas agroflorestais, sendo que estas plantas apresentaram teores elevados destes elementos nos tecidos vegetais. Tais resultados coincidem com os resultados obtidos neste estudo para o fósforo, no caso do estudo com cupuazeiro, mas divergindo quanto ao cálcio e magnésio, tanto para o cupuazeiro quanto para o guaranazeiro. Conforme estudos de Menge et al. (1980), plantas de abacateiro inoculadas com *Glomus fasciculatum* não tiveram incremento significativo na absorção de cálcio e magnésio, não concordando com os resultados obtidos para todas as espécies de FMA utilizadas neste experimento, visto que as mesmas reduziram a absorção destes elementos.

Por outro lado, Souza (1995), que trabalhou com plantas de tangerineiras cv. Marisol enxertadas sobre citrange Troyer, observou redução de absorção de cálcio e magnésio. Silveira et al. (2002) relatam que plantas inoculadas com *Gigaspora margarita* apresentaram teores de cálcio e magnésio inferiores a plantas

não inoculadas, enquanto plantas inoculadas com *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama* apresentaram resultados semelhantes às mesmas. Porém Agostini (2004) relata que plantas do porta-enxerto de videira 101-14 inoculadas com *Glomus clarum* apresentaram diminuição na concentração de cálcio em relação a plantas não inoculadas, não observando, porém, diferenças em relação ao magnésio. Já Carniel (2004) observou concentração de cálcio abaixo do normal em plantas do porta-enxerto de videira P1103 inoculado com diversas espécies de FMA.

Com relação às substâncias de reserva, verifica-se que as plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com as espécies de FMA apresentaram os maiores percentuais, quando comparado com as plantas não inoculadas, excetuando-se os percentuais das raízes das plantas inoculadas com *Glomus clarum*, que foram estatisticamente semelhantes à testemunha (Tabela 39).

TABELA 39 - Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Substâncias de reserva (% na planta)	
	Parte aérea	Raízes
<i>Acaulospora sp.</i>	41,02a	30,14a
<i>Glomus clarum</i>	32,91b	22,98c
<i>Glomus etunicatum</i>	36,69b	27,00b
Testemunha	28,00c	21,51c
C.V.(%)	6,44	5,88

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

O tratamento com *Acaulospora sp.* foi o que apresentou os maiores resultados, tanto para os tecidos da parte aérea quanto das raízes.

Para a parte aérea, os tratamentos com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* foram estatisticamente iguais e superiores à testemunha. Com relação às raízes, *Glomus etunicatum* foi superior a *Glomus clarum* e este não diferiu da testemunha.

Avaliando-se os dados referentes aos percentuais de substâncias de reserva na parte aérea das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi, verifica-se que aquelas que foram inoculadas com as espécies de FMA apresentaram percentuais superiores às plantas não inoculadas, com destaque para as inoculadas com *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama* (Tabela 40). As plantas inoculadas com *Glomus clarum* e *Acaulospora sp.* apresentaram teores de substâncias de reserva semelhantes, porém superiores aos das plantas testemunhas.

TABELA 40 – Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Substâncias de reserva (% na planta)	
	Parte aérea	Raízes
<i>Acaulospora sp.</i>	30,34b	22,11c
<i>Glomus clarum</i>	30,80b	22,77c
<i>Glomus etunicatum</i>	34,53a	25,93b
<i>Scutellospora heterogama</i>	38,21a	29,72a
Testemunha	26,43c	20,81c
C.V.(%)	5,22	4,87

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Nas raízes, o tratamento com *Scutellospora heterogama* foi o que apresentou os maiores resultados, sendo superior a *Glomus etunicatum*, e este, por

sua vez, apresentou comportamento superior aos tratamentos com *Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e a testemunha, que foram semelhantes entre si (Tabela 40).

Conforme afirmam Silveira et al. (2003), o acúmulo de substâncias de reserva está diretamente relacionado à maior ou menor produção de fotoassimilados e estes, por sua vez, a maiores ou menores áreas foliares. Maiores áreas foliares proporcionam maior captação de luz e, por conseguinte, maior fotossíntese.

Segundo Theodoro et al. (2003), plantas de cafeeiro conduzidas em diferentes agroecossistemas e cujas mudas haviam sido inoculadas com FMA, apresentaram maior acúmulo de substâncias de reserva do que plantas conduzidas no mesmo sistema, mas sem inoculação.

Souza et al. (2005) avaliando a influência de diferentes substratos e uso de FMA no desenvolvimento do porta-enxerto de citros Flying Dragon (*Poncirus trifoliata*, var. *monstruosa* Swing.) observaram que a eficiência da simbiose em acumular reservas só foi notada quando o substrato utilizado era pobre nutricionalmente, sendo que a espécie de FMA mais eficiente foi *Acaulospora scrobiculata*.

Tais resultados coincidem com os resultados observados nestes estudos, sendo que a espécie *Acaulospora sp.* só foi a mais eficiente quando inoculada em plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa, mostrando uma afinidade entre os genótipos da cultivar e do FMA.

Porém, diversos autores não observaram diferenças nos percentuais de substâncias de reserva em porta-enxertos de videira inoculados com diferentes espécies de FMA (Büttenbender, 2001; Carniel, 2004), ou somente observaram

diferenças quando os porta-enxertos foram inoculados com *Glomus clarum* (Agostini, 2002).

Muitos mecanismos de ação dos FMA são responsáveis diretos ou indiretos pelos benefícios proporcionados às plantas (Souza et al., 1996), tais como o aumento da absorção de nutrientes de lenta difusão no solo, como o fósforo e potássio (Tobar et al., 1994; Tedesco et al., 1995; Souza, 2000; Minhoni & Auler, 2003), melhorando, assim, o conteúdo nutricional das plantas (Barea, 1991; An et al., 1993). Além disto, conforme observado no item 3.3, os FMA influíram sobre o tecido condutor das plantas de ambas as cultivares utilizadas como porta-enxerto, mostrando menor espessura do córtex do que em plantas não inoculadas, maior número de células do xilema primário, além de maior diâmetro, perímetro e área das células. As modificações promovidas pelos FMA na estrutura primária do xilema, como aumento do número e do diâmetro das células do metaxilema e diminuição do córtex (Atkinson et al., 1994; Souza, 2000), promovem o aumento do volume de água e nutrientes translocados para a parte superior da planta. O maior volume de água translocado para a parte superior das plantas favorece a relação água-planta, uma vez que permite uma maior resistência das plantas à seca, em decorrência de uma série de mudanças que ocorrem na sua fisiologia (Bolletta et al., 2002).

O aumento da absorção e do volume de transporte de nutrientes, como o nitrogênio, que é constituinte de proteínas e vital para o crescimento vegetativo (Tedesco et al., 1995), o fósforo, que é essencial para a divisão celular, a reprodução e o metabolismo da fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas (Silveira, 1999) e o potássio, que atua no equilíbrio elétrico das células e na abertura

e fechamento dos estômatos, cujo funcionamento interfere na fotossíntese (Tedesco, 1990; Tedesco et al., 1995), contribui para maiores respostas das plantas em termos de crescimento em altura e diâmetro, em área foliar e massa fresca e seca da parte aérea e de raízes. Tais relatos confirmam as respostas encontradas neste estudo.

Com relação à colonização das raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa pelos FMA, todas as plantas inoculadas apresentaram altas taxas de colonização, acima de 90%, sendo que plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento semelhante, entre si, sendo superior às inoculadas com *Glomus clarum*, que, por sua vez, foi superior às testemunhas (Tabela 41).

Além disto, os tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores resultados em número de esporos recuperados no substrato, e, relação ao tratamento com *Glomus clarum*, que foi superior à testemunha (Tabela 41).

Todos os tratamentos apresentaram índices de colonização com hifas, vesículas e arbúsculos considerados medianos, sendo que, para as hifas, o tratamento com *Acaulospora sp.* foi superior a *Glomus etunicatum* e este a *Glomus clarum* (Tabela 41). Para as vesículas e arbúsculos, os tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum* apresentaram os maiores resultados, superiores a *Glomus clarum* (Tabela 41).

Também foi observada uma pequena contaminação por FMA nas plantas testemunhas, que se traduziu, basicamente, em presença de hifas e arbúsculos, sem vesículas. Esta contaminação pode ser conseqüência da proximidade das plantas

inoculadas dentro dos blocos ou devido a uma desinfestação ineficiente, apesar de o substrato ter sido desinfestado com formol a 10% (Tabela 41).

TABELA 41 - Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Colonização (%)	Esporos (nº médio/100g solo seco)	Presença de estruturas de FMA		
			Hifas ⁽¹⁾	Vesículas ⁽²⁾	Arbúsculos ⁽²⁾
<i>Acaulospora sp.</i>	98,25a	228a	2,19a	1,92a	2,12a
<i>Glomus clarum</i>	93,13b	171b	1,66c	1,57b	1,72b
<i>Glomus etunicatum</i>	97,00a	211a	1,92b	1,86a	2,08a
Testemunha	0,38c	1c	0,04d	0,00c	0,01c
C.V. (%)	13,59	12,75	6,51	6,47	6,67

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radicela.

Nas plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi, altos percentuais de colonização das raízes somente ocorreram nos tratamentos inoculados com as espécies *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum*, acima de 90%, enquanto *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentaram colonização baixa, em torno de 30% (Tabela 42). Com relação ao número de esporos encontrados no substrato, o tratamento com *Scutellospora heterogama* apresentou a maior quantidade, seguido de *Glomus etunicatum*, que apresentou maior número do que os tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, os quais apresentaram comportamento semelhante entre si (Tabela 42). Na amostra retirada da testemunha não foram encontrados esporos.

Com relação às estruturas de colonização, os índices são considerados medianos para *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum* e baixos para os outros tratamentos com FMA (Nemec, 1992) (Tabela 42). O tratamento com *Scutellospora heterogama* apresentou os maiores índices de hifas e arbúsculos, seguido de *Glomus etunicatum*, enquanto *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* não apresentaram diferenças significativas entre si. Quanto às vesículas, *Glomus etunicatum* apresentou os maiores valores, enquanto que *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentavam valores semelhantes. Cabe salientar que com o gênero *Scutellospora* não se forma vesículas intra-radulares. As raízes da testemunha não apresentavam estruturas de colonização (Tabela 42).

TABELA 42 - Colonização radicular (%), número de esporos presentes no substrato e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Colonização (%)	Esporos (nº médio/ 100g solo seco)	Presença de estruturas de FMA		
			Hifas (1)	Vesículas (2)	Arbúsculos (2)
<i>Acaulospora sp.</i>	36,00c	166c	0,52c	0,44b	0,68c
<i>G. clarum</i>	36,00c	134c	0,47c	0,24b	0,41c
<i>G. etunicatum</i>	93,50b	205b	1,46b	1,06a	1,24b
<i>S. heterogama</i>	98,25a	248a	2,15a	0,00d	2,30a
Testemunha	0,00d	0d	0,00d	0,00d	0,00d
C.V. (%)	12,87	13,41	10,12	9,58	9,13

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemec (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemec (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

O desenvolvimento dos FMA, como já foi observado anteriormente no item 3.3, foi beneficiado pela elevação do pH (Apêndices 4 e 5). *Scutellospora heterogama* respondeu bem a este aumento, o que é comprovado pelo desempenho desta espécie sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi, pelos percentuais de colonização e índices relativos de estruturas de colonização que estas espécies apresentaram. A espécie *Glomus etunicatum* teve um comportamento intermediário para a cv. Maciel enxertado sobre ambas as cultivares de porta-enxerto. Já, os resultados obtidos pelos tratamentos com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* são considerados baixos e podem ser comprovados pelos percentuais de colonização e índices relativos às estruturas de colonização que estas espécies apresentaram, diferentemente dos resultados de colonização obtidos com estas espécies, quando associados às plantas da cv. Maciel enxertados sobre o porta-enxerto cv. Okinawa, que foram considerados elevados para colonização e medianos para estruturas de colonização.

Conforme relatos de Costa et al. (2001), as respostas de crescimento das plantas estão relacionadas diretamente com o genótipo da planta e o FMA inoculado. Os resultados obtidos neste experimento apontam para uma maior afinidade entre os genótipos das espécies de FMA que propiciaram às plantas as maiores respostas em crescimento vegetativo e o genótipo das cultivares em que os FMA foram inoculados. Isto porque, com as mesmas condições de ambiente e substrato, as respostas das espécies *Glomus clarum* e *Acaulospora sp.* foram melhores quando associadas às plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa. Colozzi-Filho et al. (1994a) relatam que a afinidade dos FMA está mais relacionada com o sistema

radicular das plantas do que com a cultivar copa. Isto estaria em acordo com os resultados obtidos neste estudo, uma vez que os resultados das plantas porta-enxerto inoculados com FMA se mantiveram após a enxertia. Esta afirmação é confirmada em função das alterações morfológicas provocadas nas raízes pelos FMA, observadas no item 3.3.

Ao avaliar o grau de associação entre os diversos parâmetros de crescimento e nutrição mineral de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e o percentual de colonização radicular pelos FMA, verificou-se que houve correlação entre os mesmos, positiva ou negativamente, independente da espécie de FMA utilizada (Tabela 43).

TABELA 43 - Correlação entre parâmetros de crescimento e nutrição mineral de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA, coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2005.

Parâmetro	R	Probabilidade
% Colonização x altura	0,65**	0.0004
% Colonização x diâmetro	0,80**	0.0001
% Colonização x área foliar	0,60**	0.0021
% Colonização x massa fresca da parte aérea	0,65**	0.0001
% Colonização x massa fresca das raízes	0,59**	0.0024
% Colonização x massa seca da parte aérea	0,61**	0.0024
% Colonização x massa seca das raízes	0,48*	0.0241
% Colonização x % nitrogênio da parte aérea	0,81**	0.0001
% Colonização x % nitrogênio das raízes	0,47*	0.0329
% Colonização x % fósforo da parte aérea	0,71**	0.0011
% Colonização x % fósforo das raízes	0,86**	0.0001
% Colonização x % potássio da parte aérea	0,70**	0.0001
% Colonização x % potássio das raízes	0,53*	0.0416
% Colonização x % Cálcio da parte aérea	-0,78**	0.0001
% Colonização x % Cálcio das raízes	-0,73**	0.0004
% Colonização x % Magnésio da parte aérea	-0,54*	0.0341
% Colonização x % Magnésio das raízes	-0,48*	0.0250
% Colonização x % substâncias de reserva – parte aérea	0,74**	0,0003
% Colonização x % substâncias de reserva – raízes	0,75**	0,0002

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} - Não-significativo.

As correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule, a área foliar, a massa fresca da parte aérea e das raízes, a massa seca da parte aérea, o percentual de nitrogênio na parte aérea, o percentual de fósforo na parte aérea e nas raízes, o percentual de potássio na parte aérea, além das substâncias de reserva na parte aérea e nas raízes.

Foram consideradas significativas ($P < 0,05$) as correlações positivas entre o percentual de colonização das raízes e massa seca das raízes e o percentual de nitrogênio das raízes e o percentual de potássio nas raízes. Já, com relação aos macronutrientes cálcio e magnésio, ocorreram correlações negativas muito significativas entre o percentual de colonização das raízes e o percentual de cálcio, tanto da parte aérea como das raízes, e significativa para a correlação com o percentual de magnésio na parte aérea e nas raízes. Isto indica que, quanto maior a colonização radicular, menor a absorção destes elementos, o que, segundo Souza (1995) e Silveira (1999), é uma característica dos FMA, que tem a capacidade de reduzir a absorção destes elementos, variando em função da espécie de fungo inoculado e da espécie vegetal utilizada.

Os coeficientes de correlação relativos à associação entre os parâmetros de crescimento e nutrição mineral da cv. Maciel enxertada sobre a cv. Aldrighi e a colonização radicular pelos FMA mostram que houve correlação positiva entre o percentual de colonização e todos os indicadores de crescimento das plantas e alguns indicadores nutricionais, independentemente da espécie de FMA utilizada (Tabela 44).

TABELA 44 - Correlação entre parâmetros de crescimento e nutrição mineral da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi e percentual de colonização radicular por FMA, coletadas no momento do transplante ao campo. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Parâmetro	r	Probabilidade
% Colonização x altura	0,66**	0.0001
% Colonização x diâmetro	0,77**	0.0001
% Colonização x área foliar	0,64**	0.0002
% Colonização x massa fresca da parte aérea	0,60**	0.0004
% Colonização x massa fresca das raízes	0,59**	0.0005
% Colonização x massa seca da parte aérea	0,60**	0.0014
% Colonização x massa seca das raízes	0,58**	0.0018
% Colonização x % nitrogênio da parte aérea	0,84**	0.0001
% Colonização x % nitrogênio das raízes	0,49*	0.0292
% Colonização x % fósforo da parte aérea	0,70**	0.0001
% Colonização x % fósforo das raízes	0,46*	0.0345
% Colonização x % potássio da parte aérea	0,68**	0.0001
% Colonização x % potássio das raízes	0,50*	0.0310
% Colonização x % Cálcio da parte aérea	-0,77**	0.0001
% Colonização x % Cálcio das raízes	-0,77**	0.0001
% Colonização x % Magnésio da parte aérea	-0,52*	0.0303
% Colonização x % Magnésio das raízes	-0,51*	0.0308
% Colonização x % substâncias de reserva – parte aérea	0,71**	0,0002
% Colonização x % substâncias de reserva – raízes	0,70**	0,0004

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} - Não-significativo.

Deste modo, as correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule, área foliar, massa fresca da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, o percentual de nitrogênio da parte aérea, o fósforo da parte aérea, o potássio da parte aérea e substâncias de reserva na parte aérea e das raízes. Foi considerada significativa ($P < 0,05$) a correlação positiva entre o percentual de colonização das raízes e a e o percentual de nitrogênio das raízes, o percentual de fósforo das raízes e o potássio das raízes. Já, com relação aos macronutrientes cálcio e magnésio, ocorreram correlações negativas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e o percentual de

cálcio, tanto da parte aérea como das raízes, e significativas ($P < 0,05$) para o percentual de magnésio na parte aérea e das raízes.

Oliveira et al. (2003), trabalhando com três cultivares de bananeiras inoculadas com FMA e plantadas em Latossolo amarelo da Amazônia, relatam ter observado correlações positivas significativas entre os teores de potássio e correlações negativas para cálcio para as cultivares Maçã e Prata, o que permitiu aos autores inferir que a associação micorrízica foi importante para o estímulo de absorção de potássio e diminuiu a absorção de cálcio. Tais relatos coincidem com os obtidos neste estudo.

Já, Chu (1999) trabalhando com plantas de açaizeiro, observou correlações positivas muito significativas entre a colonização das raízes das plantas e a altura, o diâmetro, a matéria seca da parte aérea, concentração de fósforo, cálcio e magnésio, e observou correlações negativas muito significativas com a concentração de nitrogênio e potássio, o que coincide, em parte, uma vez que os resultados obtidos neste estudos relativos à altura, diâmetro, matéria seca e concentração de fósforo são coincidentes com os do trabalho desta autora para estes parâmetros, porém discordam dos demais parâmetros. Oliveira & Oliveira (2004), trabalhando com cupuaçuzeiro e guaranazeiro, encontraram correlações significativas entre os percentuais de colonização radicular e os teores de macronutrientes encontrados nos tecidos foliares destas plantas, o que coincide com os resultados encontrados neste estudo. Anjos et al. (2005) relatam ter encontrado correlações entre os dados de colonização de raízes e crescimento das mudas de maracujazeiro-doce, relatos estes que concordam com os dados obtidos neste

trabalho, já que a cv. Maciel enxertadas sobre ambas as cultivares de porta-enxerto apresentaram correlações positivas com o crescimento em altura e diâmetro.

Os resultados referentes à colonização radicular, parâmetros de crescimento e nutrição mineral, indicam a maior eficiência da simbiose de *Acaulospora sp.* com plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa, enquanto que, para as plantas da cv. Maciel enxertados sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi, sua eficiência foi considerada baixa. A espécie *Glomus etunicatum* apresentou comportamento intermediário para as plantas da cv. Maciel enxertados sobre ambas as cultivares de porta-enxerto, enquanto a espécie *Glomus clarum* apresentou a menor eficiência entre todas as espécies, para as plantas da cv. Maciel enxertados sobre ambas as cultivares de porta-enxerto.

6.4 Conclusões

1) O uso de fungos micorrízicos arbusculares oriundos de parreirais beneficiam as plantas da cv. Maciel enxertadas sobre as cultivares “Okinawa” e “Aldrighi”, acelerando o seu desenvolvimento vegetativo e melhorando o seu estado nutricional, principalmente quando a inoculação se dá com a espécie *Acaulospora sp.* em associação com a cv. Maciel enxertada sobre a cv. Okinawa e, para o caso da cv. Maciel enxertada sobre cv. Aldrighi, com a espécie *Scutellospora heterogama*.

2) Os resultados observados durante a fase de formação de mudas dos porta-enxertos das cultivares “Okinawa” e “Aldrighi” com inoculação com FMA se mantém após a enxertia.

7. CAPÍTULO VII - Comportamento da cv. Maciel enxertada sobre os porta-enxertos “Okinawa” e “Aldrighi” inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) transplantadas para áreas virgem e de replantio

7.1 Introdução

Dentre as frutíferas de caroço a o pessegueiro é o que tem a vida útil mais baixa, estimada em 15 a 20 anos, conforme condições de manejo e sanidade (Weibel, 2001). Com isto, é uma das espécies frutíferas que precisa de maior renovação para sua exploração comercial, o que implica em replantio dos pomares em tempo relativamente curto (Farias, 2002).

Há vários anos vem se intensificando a ocorrência de um tipo de depauperamento das plantas novas de pessegueiros, que ficou conhecido como “doenças de replantio” (Campos et al., 1998). Porém, como as terras aptas para a formação de novos pomares desta espécie são cada vez mais restritas, os fruticultores são obrigados, em muitos casos, a voltar a plantar quase que imediatamente no mesmo local em que foi erradicado o pomar anterior (Farias, 2002).

No Brasil, mais especificamente no estado do Rio Grande do Sul, uma das características da cultura é o emprego de porta-enxertos de pessegueiro de pé franco, cujos caroços são coletados na indústria e cuja pureza varietal não é confiável (Farias, 2002). Recentemente, têm-se introduzido cultivares de porta-enxertos melhorados, com resistência a nematóides, como as cv. Nemaguard, Nemared e Okinawa. Algumas cultivares mais antigas, como a cv. Aldrighi, estão sendo recuperadas devido às suas características de média resistência à podridão-parda (Mio et al., 2004). Porém, todas são suscetíveis ao replantio (Mio et al., 2004).

A “doença do replantio” provoca o crescimento lento e elevada mortalidade das mudas, quando estas são plantadas em terrenos onde existiam anteriormente pomares de frutíferas do mesmo gênero das que serão introduzidas no local (Weibel, 2001). Na atualidade, este problema tem tomado maior relevância, principalmente quando os pomares são plantados em altas densidades (Weibel, 2001).

Nestes casos, as raízes primárias e secundárias têm um período de vida curto e baixa ramificação, além de apresentam alta sensibilidade ao ataque de bactérias, fungos e nematóides, fazendo, assim, com que as plantas sofram estresse, o que leva a uma redução do crescimento radicular e, em casos extremos, a morte das plantas (Calvet et al., 2003). Esta enfermidade está relacionada com uma complexa relação de fatores, que acabam levando a um quadro de depauperamento generalizado das plantas. Tais fatores seriam de ordem agrônômica, como degradações, compactações e deficiências nutricionais e hídricas, além de uma possível acumulação fitotóxica de agroquímicos (Weibel, 2001; Calvet

et al., 2003). Somam-se a isto os efeitos causados por fatores de ordem biótica, como a ação de bactérias, fungos e nematóides. Além disto, o principal fator causador deste mal, ao qual somam-se os demais, seria a liberação de substâncias tóxicas inativas (fitotoxinas) produzidas pelas plantas do gênero *Prunus* que, ao sofrerem hidrolização, produzem substâncias altamente tóxicas e inibidoras de crescimento e, inclusive, da germinação de sementes de plantas deste gênero, sendo o pessegueiro a espécie mais sensível a estas substâncias (Weibel, 2001).

Segundo Carniel (2004), os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são exemplos de microrganismos benéficos às plantas e com potencial de controle biológico de patógenos. Segundo relatos de Schenk & Kellam (1978) e Paulitz & Linderman (1991), raízes de plantas colonizadas por FMA apresentam menor incidência de ataque de fungos fitopagênicos. Zambolim (1980) relata que plantas de soja (*Glicine Max*) inoculadas com espécies de FMA do gênero *Glomus* apresentaram resistência de suas raízes ao ataque de *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.

Resultados obtidos *in vitro* mostram que os FMA podem selecionar fortemente e modificar o crescimento de outros organismos. A presença de *Glomus intraradices* interfere no crescimento de diferentes organismos, inibindo o crescimento de patógenos como *Fusarium oxysporum* pv. *Chrysanthemi* Litrell. Os FMA formam um novo ambiente microbiano e, desta forma, contribuem para a proliferação de microrganismos específicos, além de alterar potencialmente a população de patógenos e inibir a ação de fitotoxinas (Filion et al., 1999).

O estímulo positivo dos FMA no crescimento das plantas interfere indiretamente na ação de patógenos e fitotoxinas, e por isso têm influência na

supressão das doenças. 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 simbiontes apresentem potencial para reduzir perdas causadas por organismos causadores de doenças (Linderman, 1992). Além disto, os FMA formam uma rede de proteção das raízes contra as substâncias tóxicas liberadas no solo, através da competição pelo sítio de ligação destas às raízes (Vigo et al., 2000). Segundo Calvet et al. (2003), mudas de pessegueiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares apresentam melhor crescimento e melhor estado nutricional, produzindo mais do que plantas não inoculadas. Além disto, conforme os mesmos autores, em áreas de replantio as plantas inoculadas apresentam baixa mortalidade e bom crescimento vegetativo.

O objetivo deste capítulo reside na avaliação da influência de espécies de FMA nativas de pomares de videira, sobre o crescimento vegetativo e nutrição mineral foliar de plantas da cultivar copa Maciel enxertadas sobre os porta-enxertos de pessegueiro (*Prunus persica*) cultivares Aldrighi e Okinawa e sua capacidade de aumentar a resistência das plantas ao transplante ao campo e a doenças do replantio.

7.2 Material e métodos

As plantas utilizadas para transplante nas áreas virgem e de replantio são provenientes do experimento realizado na casa de nebulização, conforme descrito no item 6.2. O experimento da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa (Estudo 1) foi implantado em 12 de agosto de 2005, durando 360 dias, e o da cv. Maciel

enxertadas sobre a cv. Aldrighi (Estudo 2) foi implantado em 27 de janeiro de 2006, durando 180 dias.

As áreas foram preparadas com antecedência de três meses, segundo recomendações para a cultura, realizando-se duas subsolagens, uma aração e uma gradagem com incorporação dos calcário e adubos junto destas operações. A área de replantio era cultivada há 10 anos com pessegueiro da cv. Diamante enxertado sobre porta-enxerto capdeboscq, tendo sido erradicada em 2005. A área virgem estava em repouso havia cinco anos após a erradicação de um pomar de citros.

Foram aplicados 215 kg por hectare de calcário na área virgem e 180 kg por hectare na área de replantio (PRNT 80%). Foram aplicados 90 kg de fósforo por hectare na área de replantio, na base, e 20 kg por hectare de uréia 60 dias após a pega das mudas nas duas áreas (outubro para a cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e, março, para Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi). Após a adubação, foi feita uma nova aração e gradagem, para incorporá-la. A adubação foi realizada com base na análise de solo realizada no Laboratório de Análise de Solos e Tecidos da Faculdade de Agronomia – UFRGS, segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995), e recomendação conforme consta no manual de adubação e calagem da Comissão de Química e Fertilidade do Solo do RS/SC (2004) para a cultura (Apêndice 9). O espaçamento utilizado foi o de 1,5 metros entre plantas, sendo que o plantio ocorreu ao longo de uma única linha, na área de replantio, e com 6 metros de espaçamento entre as linhas na área virgem. A condução do pomar foi em “Y”, a partir de agosto de 2006, considerado um sistema de condução de alta densidade (Fachinello & Marodin, 2004).

As mudas da cv. Maciel enxertada sobre ambos os porta-enxertos foram levadas ao campo com torrão. Os tratamentos testados para as mudas enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa foram os seguintes:

- T1 - Testemunha, sem FMA;
- T2 - Inoculação com *Glomus clarum* Nicol. & Schenck;
- T3 - Inoculação com *Glomus etunicatum* Becker & Gerd;
- T4 - Inoculação com *Acaulospora* sp. Trappe.

Para as mudas enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi foram usados os mesmos tratamentos, acrescidos do seguinte tratamento:

- T5 *Scutellospora heterogama* Nocol. & Gerd.

O delineamento experimental utilizado para ambos os estudos foi o de blocos casualizados, com 5 plantas por parcela e quatro repetições, num total 80 plantas para as mudas enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e 3 plantas por parcela e quatro repetições, num total 60 plantas, para àquelas enxertadas sobre cv. Aldrighi.

Mensalmente foi feita avaliação da altura das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa até os 360 dias, medida desde o ponto de enxertia até o ápice da haste principal, enquanto que o diâmetro do caule foi medido logo acima do ponto de enxertia, sendo que o diâmetro inicial das plantas levadas para ambas às áreas era semelhante. As medições foram realizadas utilizando os equipamentos descritos no item 3.2.1.

A área foliar foi determinada pela coleta de 150 folhas por repetição aos 180 dias após o transplante ao campo, a partir do qual foi avaliada a área média das

folhas e, através da contagem das folhas de cada planta dos tratamentos, foi feita a extrapolação para a área foliar média dos tratamentos. As folhas destacadas das plantas foram passadas em um medidor de superfície foliar, de marca Li-Cor, modelo LI - (3000).

A nutrição mineral foi determinada conforme descrito no item 3.2.1, aos 180 dias após o transplante para o campo. A determinação do percentual de substâncias de reserva do tecido vegetal foi realizada em 5 datas, conforme descrito no item 3.2.1. A determinação da colonização radicular foi realizada aos 180 dias, conforme método descrito no item 3.2.1.

Para as plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi foram feitas apenas avaliações de altura e diâmetro, sendo medidos somente quando o experimento atingiu os 180 dias após o transplante para o campo, utilizando-se os mesmos equipamentos descritos no item 3.2.1, sendo que o diâmetro do caule foi medido logo acima do ponto de enxertia. A área foliar foi determinada pela coleta de 150 folhas por tratamento aos 180 dias após o transplante ao campo, realizando-se conforme descrito no parágrafo anterior, em 28 de agosto de 2006, quando as plantas estavam brotando. Em virtude da baixa quantidade de folhas e ramos no final do experimento, não foi possível realizar a determinação de nutrientes e substâncias de reserva. A determinação da colonização radicular foi realizada aos 180 dias, conforme método descrito no item 3.2.1.

7.3 Resultados e discussão

7.3.1 Estudo 1 - Plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto "Okinawa" transplantadas para áreas virgem e de replantio

A curva de crescimento das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa plantadas na área virgem teve comportamento linear em altura (Figura 37) e cúbico para o diâmetro (Figura 38), sendo que o melhor resultado foi do tratamento com *Acaulospora* sp., seguido dos tratamentos com *Glomus etunicatum*, que foi superior ao com *Glomus clarum*, todos apresentando comportamento superior às plantas testemunhas.

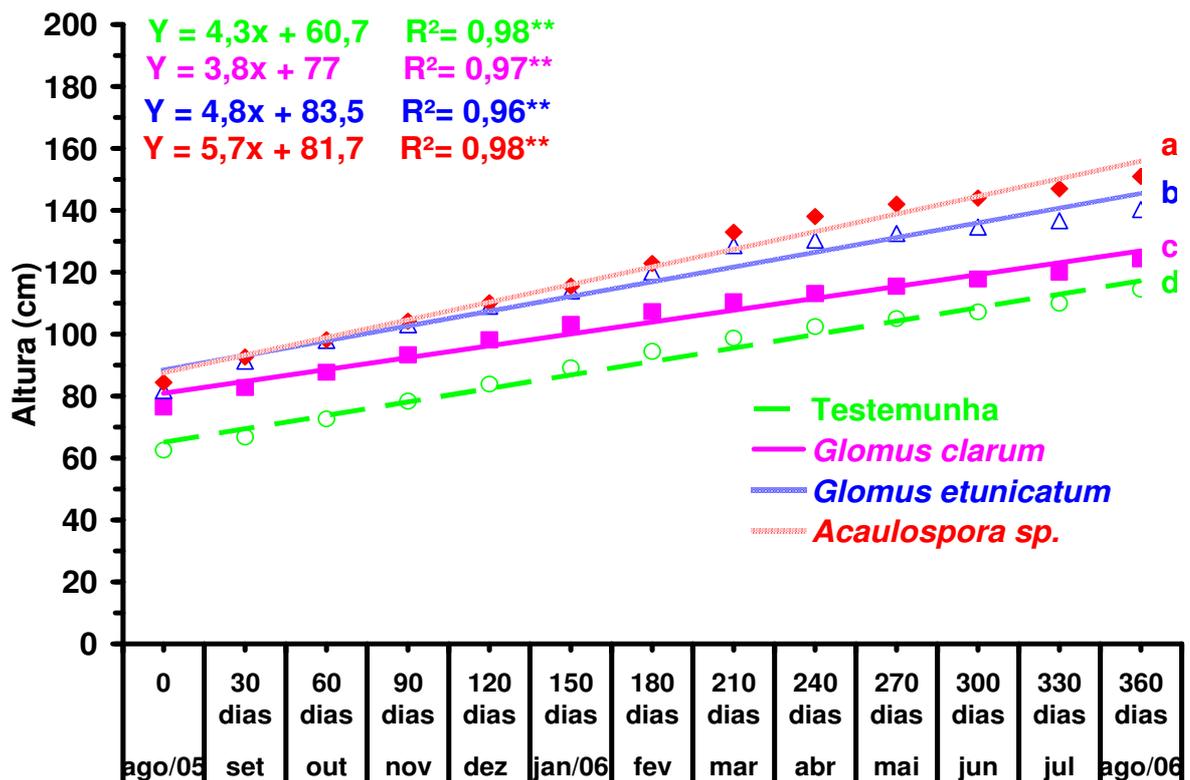


FIGURA 37 - Altura da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora* sp., *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) em áreas virgens de plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

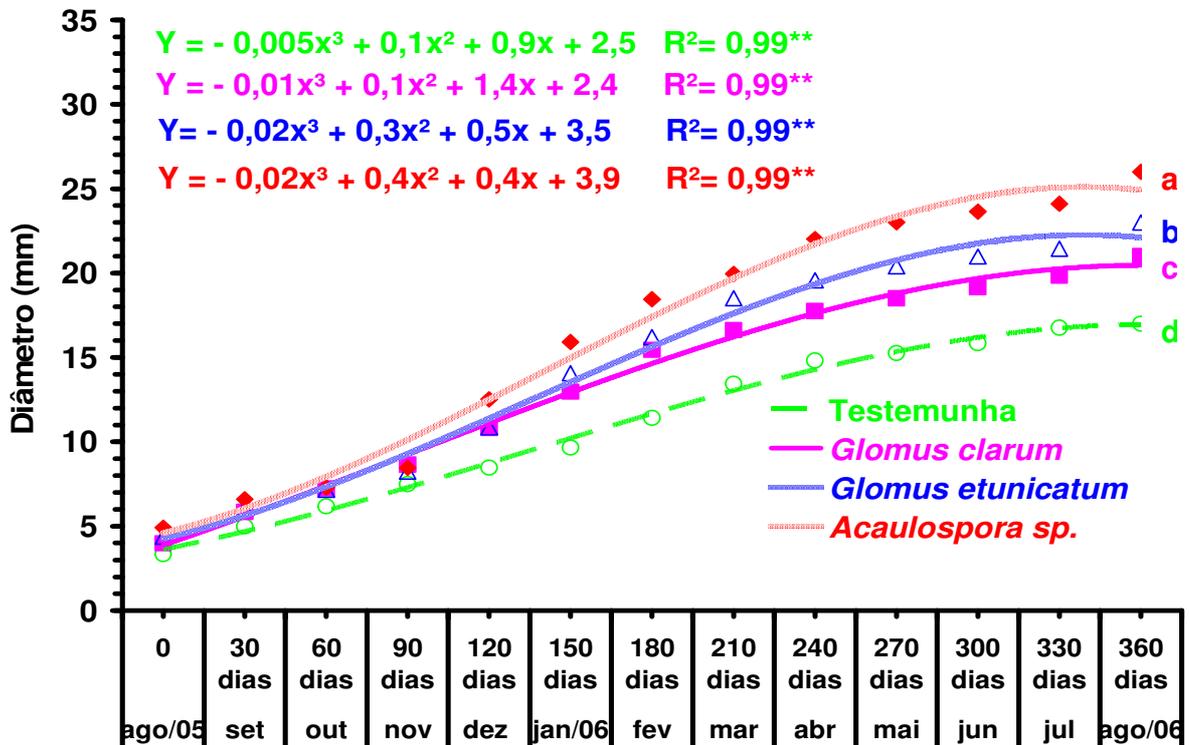


FIGURA 38 - Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) áreas virgens de plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

As plantas inoculadas com FMA já apresentavam diferenças de altura em relação às testemunhas quando saíram da casa de nebulização para o campo. Quanto ao diâmetro, foram usadas plantas com diâmetro semelhante. As plantas apresentaram curvas de crescimento lineares quanto ao crescimento em altura, com crescimento lento e constante, durante todo o período do experimento, sendo que as plantas inoculadas apresentaram as maiores alturas. O crescimento foi lento em altura em virtude do intenso ataque da mariposa oriental (*Grapholita molesta* Busck), que atacou as brotações terminais dos ramos. Para o diâmetro, as plantas inoculadas com FMA começaram a diferir das testemunhas a partir do 60º dia, sendo

que a partir do 120º dia as plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* começaram a apresentar diâmetro superior aos demais tratamentos, enquanto o tratamento com *Glomus etunicatum* começou a diferir do com *Glomus clarum* a partir do 210º dia.

À semelhança do verificado na área virgem, a curva de crescimento das plantas do cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa plantadas em área de replantio teve comportamento linear em altura (Figura 39) e cúbico para o diâmetro (Figura 40), sendo que os melhores resultados foram dos tratamentos com *Acaulospora sp.*, seguido dos tratamentos com *Glomus etunicatum*, que foi superior ao com *Glomus clarum*, todos apresentando comportamento superior às plantas testemunhas.

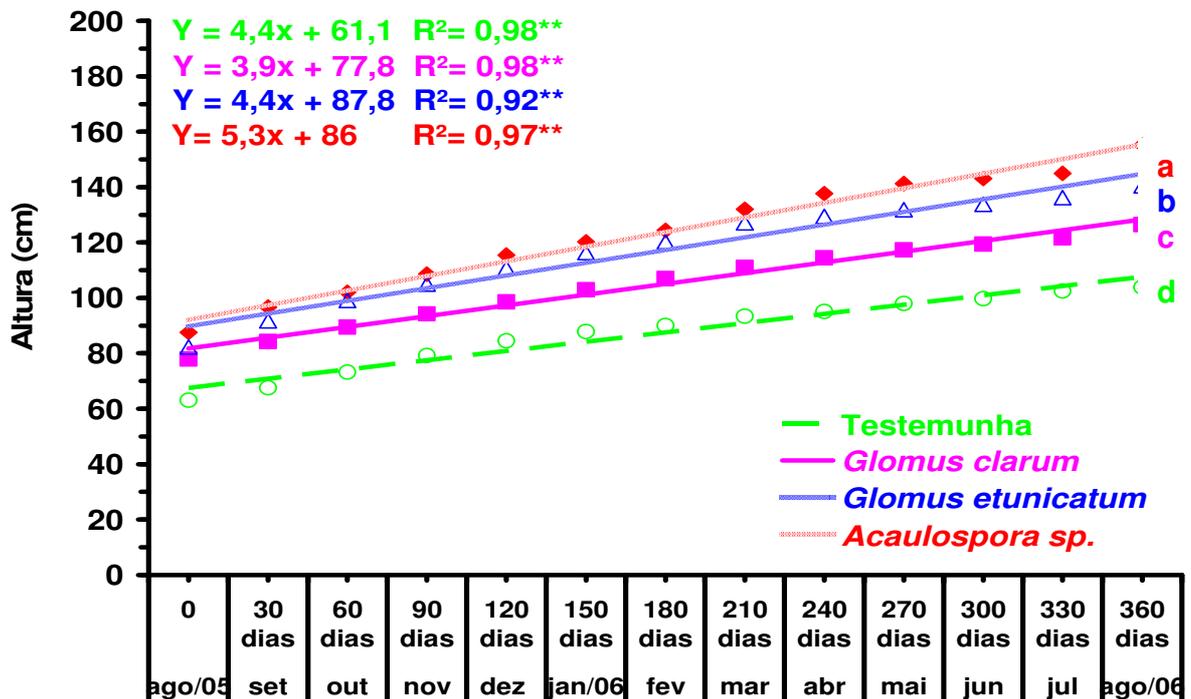


FIGURA 39 - Altura dos enxertos da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) em áreas de replantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

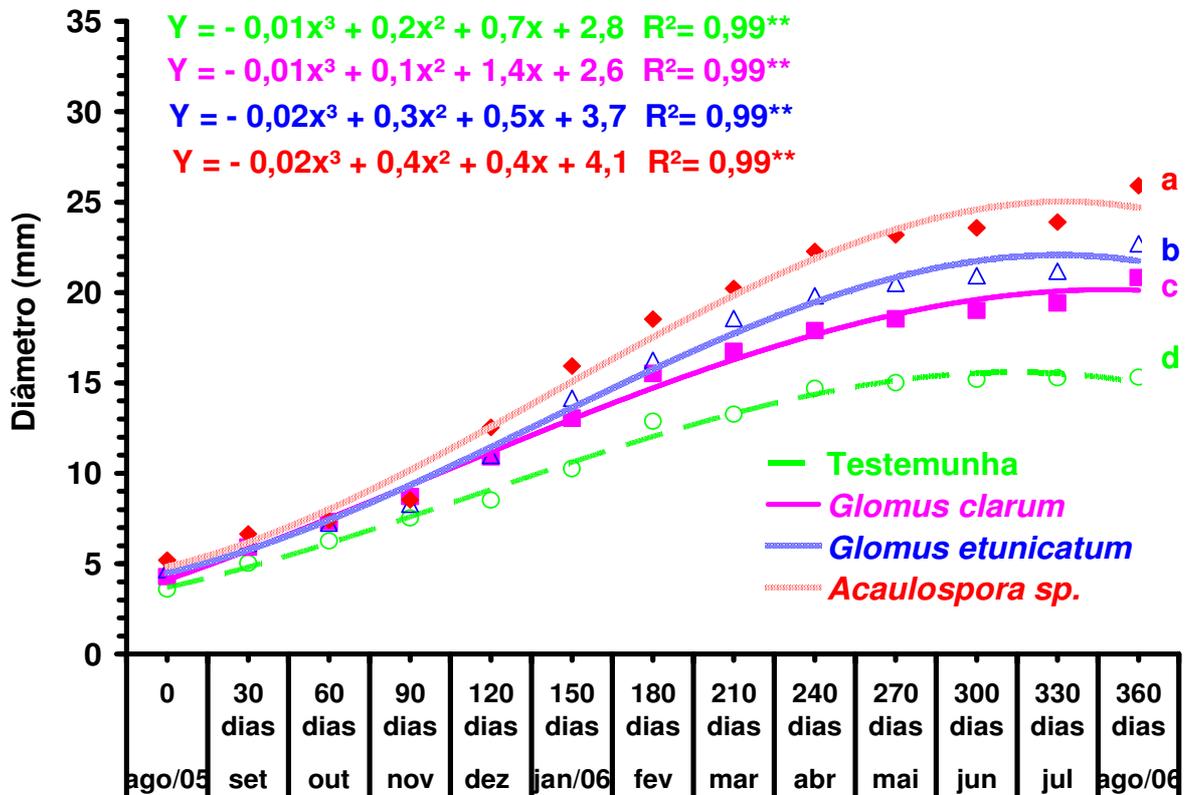


FIGURA 40 - Diâmetro da cv. Maciel enxertada sobre o porta-enxerto cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha) em áreas de replantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

As plantas que foram levadas para a área de replantio apresentaram curvas de crescimento lineares quanto ao crescimento em altura, com crescimento lento e constante, durante todo o período do experimento, sendo que as plantas inoculadas apresentaram as maiores alturas. Também na área de replantio as plantas sofreram ataque intenso da mariposa oriental (*Grapholita molesta* Busck). O diâmetro das plantas começou a diferir a partir do 60º dia, sendo que *Acaulospora sp.* passou a diferir dos demais tratamentos com FMA a partir do 120º dia, enquanto

que *Glomus etunicatum* passou a diferir do tratamento com *Glomus clarum* a partir dos 210º dia.

Os resultados para diâmetro, em ambas as áreas, são corroborados pelos resultados obtidos por Colozzi-Filho et al. (1994a) que, ao trabalhar com mudas de cafeeiro inoculadas com FMA, observaram crescimento superior a 400% na fase de transplante ao campo, enquanto que, na fase de produção das mudas, o aumento foi de 100%. Segundo relatos de Souza et al. (1997), a presença da espécie de FMA *Glomus intraradices* incrementou o desenvolvimento vegetativo das plântulas de citrange Troyer, independentemente do substrato de cultivo utilizado para o cultivo da muda, o que coincide com os resultados obtidos com as espécies testadas.

Porém, Silveira et al. (2003), relatam que plantas de abacateiro da cv. Carmen inoculadas com FMA apresentaram comportamento variável de crescimento em altura e diâmetro, conforme a espécie utilizada, sendo que a espécie mais eficiente foi *Acaulospora sp.*, enquanto *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento intermediário, o que concorda com os dados obtidos com a cv. Maciel, tanto para a área nova quanto para a área de replantio.

A evolução do desenvolvimento das plantas levadas ao campo mostra que, desde o início, as plantas inoculadas com FMA apresentaram crescimento em altura superior aos das testemunhas (Figuras 37 e 39), enquanto que o crescimento em diâmetro só começou a diferir a partir dos 60º dias (Figuras 38 e 40). Conforme relatos de Oliveira & Oliveira (2005), o uso de plantas inoculadas com FMA propicia uma série de vantagens ao incrementar a absorção de nutrientes e água. Isto explica

por que, ao saírem da casa de vegetação para o campo, as plantas inoculadas com FMA apresentavam altura superior em relação às testemunhas.

Apesar de não se ter perdido nenhuma planta por morte na fase de campo (Tabelas 45 e 46), os relatos anteriores coincidem com os resultados obtidos neste estudo, já que os FMA proporcionaram incremento em relação às testemunhas em ambas as áreas. Além disto, as plantas testemunhas da área de replantio apresentaram crescimento em altura e diâmetro inferior aos demais tratamentos, inclusive das plantas testemunhas da área nova.

Plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram a maior superfície por folha, o maior número de folhas e, conseqüentemente, área foliar por planta (Tabelas 45 e 46), enquanto *Glomus etunicatum* apresentou superfície por folha semelhante a *Glomus clarum*, porém apresentou maior número de folhas e, por conseguinte, maior área foliar. As testemunhas apresentaram comportamento inferior aos tratamentos com FMA em todos os parâmetros avaliados (Tabelas 45 e 46).

TABELA 45 – Sobrevivência (%), superfície por folha, número médio de folhas e área foliar de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante ao campo em área virgem. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Superfície/folha (cm ²)	Número médio Folhas/planta	Área foliar (cm ² /planta)
<i>Acaulospora sp.</i>	100	12,50a	153,65a	1.920,62a
<i>Glomus clarum</i>	100	11,32b	123,00c	1.392,36c
<i>Glomus etunicatum</i>	100	10,99b	135,30b	1.486,95b
Testemunha	100	10,03c	113,85d	1.141,91d
C.V. (%)	-	6,33	4,81	9,56

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

TABELA 46 – Sobrevivência (%), superfície por folha, número médio de folhas e área foliar de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante ao campo em área de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Superfície/folha (cm ²)	Número médio Folhas/planta	Área foliar (cm ² /planta)
<i>Acaulospora sp.</i>	100	12,03a	146,60a	1.763,60a
<i>Glomus clarum</i>	100	10,71b	118,35c	1.267,53c
<i>Glomus etunicatum</i>	100	11,33b	127,30b	1.442,31b
Testemunha	100	9,99c	98,90d	988,01d
C.V. (%)	-	4,89	6,45	11,41

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Mesmo tendo todas as plantas terem sobrevivido ao transplante ao campo, os tratamentos inoculados com FMA apresentaram maiores resultados em termos de crescimento em altura e diâmetro (Figuras 37, 38, 39 e 40), bem como de superfície por folha, número de folhas e área foliar (Tabelas 45 e 46). O fato de não ter ocorrido mortalidade de plantas em nenhum dos tratamentos pode ser decorrência do fato de as plantas terem sido transplantadas em torrão, possibilitando melhores condições às raízes de desenvolvimento a partir do transplante, mesmo para as testemunhas.

Krishna et al. (1980) afirmam que foram observadas diferenças anatômicas e histoquímicas em plantas de *Eleusine caracana* Gaertn. inoculadas com *Glomus fasciculatus*, com aumentos notáveis na densidade das folhas, do tamanho da nervura central e das nervuras secundárias, do tamanho das células-guarda dos estômatos, das células do mesófilo e do número de plastídeos das folhas, além do aumento do número de folhas em plantas inoculadas. Tal relato está em concordância com o observado neste estudo, visto que todos os tratamentos com

FMA apresentaram maiores alterações no tamanho das folhas, no número de folhas e na área foliar, sempre superiores aos resultados observados nas plantas testemunhas.

Além disto, ao promover mudanças morfológicas e anatômicas nas raízes, aumentando o tamanho das células do tecido condutor, os FMA proporcionam maior capacidade de absorção e transporte de água e nutrientes, o que possibilita maior desenvolvimento vegetativo das plantas, incluindo aí número de folhas, superfície das folhas e área foliar. Segundo Souza et al. (1998), algumas espécies de FMA têm a capacidade de incrementar o tamanho e o número de folhas das plantas inoculadas, o que possibilita um aumento da área foliar e da taxa fotossintética. Porém, conforme observa Silveira (1999), o benefício de uma maior superfície por folha depende da posição em que a folha está na planta, uma vez que a eficiência na captação de luz pode ser prejudicada se estas se encontrarem na parte superior da mesma, o que poderia causar sombreamento das demais. Assim, o parâmetro com maior importância para o aumento da captação de energia luminosa e fotossíntese, é a área foliar por planta, uma vez que sua composição não é influenciada somente pela superfície de cada folha, mas também pelo número de folhas por planta.

Segundo afirmam Duan et al. (1996) e Sena et al. (2004), plantas inoculadas com FMA, além de normalmente apresentar maior desenvolvimento vegetativo e maior área foliar, tendem a apresentar menor taxa de transpiração e maior resistência estomática em relação a plantas não inoculadas. Conforme citado por Taiz & Zieger (2004), plantas com maior resistência estomática e baixa taxa de transpiração mantêm-se mais tempo com os estômatos abertos, realizando trocas

gasosas com o meio ambiente por períodos mais prolongados, e, por conseguinte, mais tempo realizando fotossíntese, mesmo em situação de estresse hídrico, uma vez que sua perda de água é menor do que plantas que não apresentam estas características.

Por outro lado, Auge (2001) afirma que os efeitos dos FMA nas relações da água na planta não são tão dramáticas e consistentes quanto o efeito destas na aquisição de fósforo e crescimento do hospedeiro. Conforme este autor, a influência dos FMA na hidratação do tecido foliar e na troca de gases é freqüentemente sutil e circunstancial, em função dos simbiossiontes envolvidos. Porém, estas mudanças, mesmo que modestas, podem ter efeitos significantes no desenvolvimento e adaptação da planta ao meio em que se encontra.

O conteúdo em macronutrientes das plantas de tratamentos semelhantes não diferiu em ambas às áreas, sendo que as plantas inoculadas com a espécie *Acaulospora sp.* apresentaram os maiores resultados para o nitrogênio e fósforo, seguidas pelas inoculadas com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, que apresentaram comportamento intermediário, superiores aos das plantas testemunhas (Tabela 47).

Para o potássio, *Acaulospora sp.* e *Glomus etunicatum* apresentaram resultados semelhantes entre si, superiores a *Glomus clarum*, que, por sua vez, apresentou resultados superiores aos das testemunhas (Tabela 47).

Para o cálcio e o magnésio, as plantas testemunhas apresentaram os maiores resultados, superiores aos tratamentos inoculados com FMA, que apresentaram comportamento semelhante entre si (Tabela 47).

TABELA 47 – Macronutrientes (%) de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante para área virgem (AV) e de replantio (R). Eldorado do Sul, RS, 2006.

	% do macronutriente					
	N		P		K	
	AV	R	AV	R	AV	R
<i>Acaulospora sp.</i>	3,47a	3,51a	0,28a	0,27a	2,79a	2,75a
<i>Glomus clarum</i>	3,02b	3,06b	0,21b	0,20b	2,55b	2,51b
<i>Glomus etunicatum</i>	3,16b	3,18b	0,22b	0,23b	2,71a	2,73a
Testemunha	2,88c	2,90c	0,15c	0,15c	2,35c	2,31c
Média das áreas	A 3,13	A 3,16	A 0,21	A 0,21	A 2,60	A 2,58
C.V.(%)	6,71	6,97	4,77	4,52	6,42	6,25
	Ca		Mg			
	AV	R	AV	R		
	AV	R	AV	R		
<i>Acaulospora sp.</i>	1,45b	1,48b	0,41b	0,40b		
<i>Glomus clarum</i>	1,47b	1,47b	0,40b	0,39b		
<i>Glomus etunicatum</i>	1,47b	1,48b	0,40b	0,40b		
Testemunha	1,91a	1,97a	0,67a	0,65a		
Média das áreas	A 1,58	A 1,60	A 0,47	A 0,46		
C.V.(%)	7,08	7,19	8,52	8,49		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Segundo Allen (1991) e Carneiro et al. (2004), plantas inoculadas com FMA apresentam uma maior capacidade competitiva por água e nutrientes do que plantas não inoculadas, o que lhes possibilita manter-se em um melhor estado fisiológico e com uma maior tolerância aos estresses provocados pelo transplante.

Além disto, conforme citado por Siqueira et al (2002), as hifas e o micélio externo dos FMA aumentam a capacidade de exploração do solo pela raiz, o que promove maior absorção de água e nutrientes pelas plantas inoculadas. Tais mecanismos proporcionados pelos FMA mostram-se altamente vantajosos para as plantas colonizadas, visto que as mesmas têm sua área de exploração de solo e sua área de captação de luz aumentados, além de manterem-se mais tempo realizando fotossíntese do que plantas não colonizadas, mesmo em situações de estresses

hídricos e nutricionais, associadas a já citada proteção promovida pelas micorrizas ao sistema radicular das plantas contra patógenos de solo.

Conforme afirma Chu (1999), que trabalhou com inoculação de mudas de açaizeiro na fase de formação em viveiro, plantas inoculadas com FMA tendem a apresentar maior aumento de absorção de nutrientes e água do que plantas não inoculadas. Esta autora observou acréscimos de até 191% na absorção de nitrogênio, 664% na absorção de fósforo, 46% na absorção de potássio, 562% na absorção de cálcio e 363% na absorção de magnésio em plantas inoculadas, o que permitiu acréscimos de 92% em altura e 116% em diâmetro de caule, em relação a plantas não inoculadas. Segundo a autora, as espécies mais eficientes em proporcionar incremento no desenvolvimento vegetativo para esta cultura foram *Acaulospora sp.* e *Scutellospora gilmorei*, mostrando que a eficiência da simbiose depende do uso da espécie correta de FMA, ou seja, aquela que pode incrementar significativamente o crescimento e absorção de nutrientes para a espécie vegetal utilizada. Este relato está em concordância com os resultados obtidos neste estudo para o nitrogênio, fósforo e potássio, porém não coincide com os obtidos para cálcio e magnésio. Além disto há concordância ainda com relação à espécie *Acaulospora sp.*, que apresentou os melhores resultados em ambas as áreas.

Resultados semelhantes foram observados por Pouyú-Rojas & Siqueira (2000), que observaram que plantas de espécies florestais sem inoculação na formação e no transplante a campo apresentaram crescimento reduzido, mesmo em solo com alta fertilidade, enquanto que plantas com inoculação na formação das mudas cresceram mais rapidamente, uma vez que apresentaram incrementos na

absorção de nitrogênio, fósforo e potássio, inclusive após o transplante para o campo. Além disto, conforme os mesmos autores, a massa seca das plantas inoculadas foi semelhante às plantas não inoculadas, mostrando, também, que as plantas apresentam maior absorção de água.

Cabe ressaltar que, segundo Tedesco et al. (1995), o nitrogênio, por ser constituinte de proteínas, é vital para o crescimento vegetativo. O fósforo, por sua vez, é um elemento essencial para a divisão celular e o metabolismo da fotossíntese, além de fazer parte de compostos importantes como ácido desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA) (Silveira, 1999). O potássio por sua vez é um elemento importante na planta por participar de compostos orgânicos das células e atuar na regulação da abertura e fechamento dos estômatos, interferindo, desta forma, na fotossíntese (Tedesco et al., 1995). Aliás, segundo Tedesco (1990), o fósforo e o potássio são pouco móveis no solo, sendo transportados lentamente até as raízes. Desta forma, conforme destacam Minhoni & Auler (2003), os FMA assumem papel de vital importância para as plantas, ao proporcionarem maior absorção destes elementos, pois promovem maior crescimento e acúmulo de biomassa.

Por outro lado, plantas inoculadas com FMA podem ter diminuída a absorção de certos elementos minerais (Souza, 1995). Segundo Azcón & Barea (1992), os FMA podem ter um efeito tampão sobre a absorção do cálcio e do magnésio, que seria uma tolerância das plantas as concentrações acima do normal para a cultura destes elementos nos solos (Carneiro et al., 2001). Isto foi observado no caso do substrato utilizado na produção da muda (Apêndice 4) e na análise do solo das duas áreas (Apêndice 9). Além disto, conforme Medeiros & Raseira (1998),

as plantas testemunhas apresentavam percentuais destes elementos dentro da normalidade (entre 1,6 e 2,61 para o cálcio e 0,52 e 0,83 para o magnésio), enquanto as plantas inoculadas encontravam-se abaixo do percentual normal.

Tais relatos coincidem com os resultados obtidos neste estudo, visto que os FMA propiciaram aumento na absorção de nitrogênio, fósforo e potássio, fundamentais no desenvolvimento das plantas, e redução na absorção de cálcio e magnésio, quando feita à comparação com as plantas não inoculadas.

Observa-se, também, que a absorção de macronutrientes por parte das plantas transplantadas ao campo, tanto das inoculadas como das não inoculadas com FMA (Tabela 47), não foi modificada em relação ao período em que estavam em casa de nebulização (Tabela 37). Segundo Pouyú-Rojas & Siqueira (2000) a inoculação com FMA no período de formação das mudas proporciona as melhores respostas das plantas em termos de desenvolvimento vegetativo e estado nutricional, quando as mesmas são transplantadas para o campo.

Outro fato a ser destacado é que as testemunhas transplantadas para área virgem apresentaram crescimento em altura e diâmetro superiores às plantas da área de replantio (Tabela 48), evidenciando haver algum fator interferindo no crescimento entre as testemunhas de uma área para a outra. Mesmo no crescimento em altura, em que o ataque de mariposa oriental interferiu, as plantas testemunhas da área nova cresceram significativamente mais do que na área de replantio. Já para as plantas inoculadas com FMA, o comportamento das espécies foi semelhante, tanto na área nova, quanto na área de replantio. Estas diferenças podem ser atribuídas ao efeito de inibição de crescimento promovido por substâncias fitotóxicas

liberadas pelas plantas de pessegueiro do pomar erradicado no mesmo ano em que as plantas do experimento foram levadas para o campo, interferindo no desenvolvimento normal das plantas testemunhas da área de replantio quando feita a comparação com as testemunhas da área nova (Tabela 48).

TABELA 48 – Altura e diâmetro das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 360 dias após o transplante ao campo em área virgem e de replantio,. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Altura (cm)		Diâmetro (mm)	
	Área virgem	Área de replantio	Área virgem	Área de replantio
<i>Acaulospora sp.</i>	A 151,00a	A 155,20a	A 25,37a	A 25,91a
<i>Glomus clarum</i>	A 124,30c	A 126,41c	A 20,77c	A 20,84c
<i>Glomus etunicatum</i>	A 140,30b	A 140,45b	A 22,36b	A 22,70b
Testemunha	A 114,50d	B 103,85d	A 17,82d	B 15,31d
C.V. (%)	11,27	11,81	10,43	9,47

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Conforme Vigo et al. (2000), plantas inoculadas com FMA levadas ao campo têm a capacidade de diminuir a possibilidade de infecções causadas por patógenos de solo, visto que, segundo afirmam estes autores, um dos mecanismos utilizados pelos FMA para o biocontrole destes patógenos seria a ocupação do mesmo sítio de infecção das raízes que os patógenos infectariam. Assim, ao serem levadas ao campo as plantas não inoculadas apresentam desvantagens em termos de absorção de água e nutrientes e estão sujeitas à infecção de patógenos e a ação das substâncias fitotóxicas liberadas pelas plantas do mesmo gênero, no caso da área de replantio.

Conforme Weibel (2001), as plantas de pessegueiro levadas para áreas de replantio muitas vezes apresentam crescimento lento e elevada mortalidade.

Segundo o mesmo autor, as causas das doenças do replantio estão relacionadas ao curto período de vida das raízes primárias, associado à baixa ramificação das mesmas, o que diminui a capacidade de absorção de água e nutrientes das mesmas, além de diminuir a resistência das plantas às doenças de solo causadas por fungos, bactérias e nematóides e a tolerância ao estresse hídrico.

O autor destaca, também, que as doenças de replantio são decorrência de uma complexa relação de fatores, bióticos e abióticos, que afetam diretamente os porta-enxertos, levando as plantas ao definhamento gradual e à morte, sendo que o principal fator está relacionado à liberação de substâncias tóxicas inativas (fitotoxinas) liberadas por plantas do gênero *Prunus* que, ao sofrerem hidrólização, produzem substâncias altamente tóxicas e inibidoras de crescimento. Por outro lado, conforme citado por Hooker et al. (1995), raízes colonizadas por FMA apresentam um período de vida mais curto do que raízes não colonizadas, porém, apresentam uma velocidade de reposição destas muito maior, além de apresentar maior número de ramificações das raízes primárias e secundárias, enquanto Hooker et al. (1992) relatam que quanto maior o número de ramificações, menor o período de sobrevivência das mesmas, em função da influência dos FMA sobre a morfologia das diversas ordens de raízes e sobre a duração do ciclo mitótico.

Hooker et al. (1995) ao trabalharem com plantas de álamo inoculadas com FMA, verificaram que a emissão de raízes primárias foi 5 vezes maior do que plantas não inoculadas, sendo que, em 49 dias, somente 16% das raízes primárias colonizadas não apresentavam ramificações e substituição das raízes secundárias e terciárias, enquanto que, em plantas não colonizadas, este percentual chegava a

49%. Os autores afirmam que esta é uma das evidências-chave que mostram a capacidade dos FMA em aumentar a velocidade de absorção de água e nutrientes, além de diminuir a suscetibilidade da plantas às doenças de solo, ao aumentar a massa de solo explorado pelas raízes e diminuir a capacidade de infecção das raízes pelos patógenos do solo.

Vários fatores são citados como responsáveis por estas mudanças promovidas pelos FMA na longevidade e capacidade de ramificação das raízes, dentre elas as mudanças na distribuição de auxinas e citocininas na planta (Berta et al., 1995), associado à capacidade dos fungos em produzir hormônios (Barea & Azcón-Aguilar, 1982), sendo considerados fatores determinantes para promover mudanças na morfologia das raízes (Schullenbaum et al., 1991; Hooker et al., 1992).

Estes relatos são coincidentes com os resultados obtidos no item 3.3, quando se observou modificações na estrutura morfológica e anatômicas das raízes das plantas de ambas as cultivares de porta-enxertos. Assim, as plantas inoculadas tinham maior capacidade de absorção e de transporte de maior volume de nutrientes e água para a parte aérea, proporcionando maior desenvolvimento vegetativo, área foliar e maior produção de fotoassimilados. Com isto, as plantas estavam em melhor estado nutricional e com maior capacidade de resistir a doenças do solo.

Weibel (2001), trabalhando com várias cultivares de porta-enxerto de pessegueiro em área de replantio, observou que a mortalidade das plantas era elevada para a maioria das cultivares, variando entre 10 a 76% de morte das mudas, variando em função da cultivar. Já Calvet et al. (2003), trabalhando com oito espécies do gênero *Prunus*, observaram que não houve mortalidade entre as plantas

que foram inoculadas com três espécies de FMA do gênero *Glomus*, sendo que *Prunus insititia* L. apresentou os maiores resultados em altura e diâmetro entre as oito espécies deste gênero, quando inoculadas com *Glomus intraradices*, enquanto as plantas testemunhas apresentaram baixo crescimento, tendo ocorrido elevada mortalidade entre as mesmas.

Com relação às substâncias de reserva, verifica-se que as plantas inoculadas com FMA transplantadas para ambas às áreas não mostraram diferenças entre si ao longo dos 360 dias de cultivo no pomar (Figuras 41 e 42).

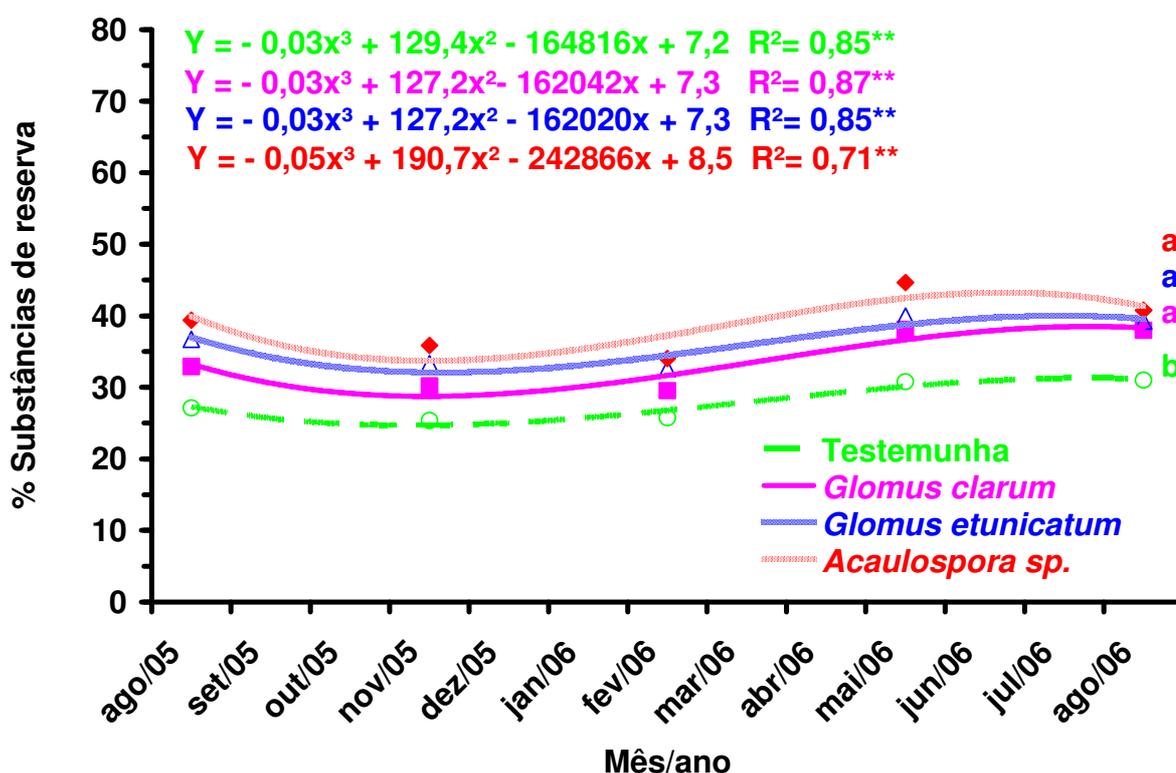


FIGURA 41 - Substâncias de reserva de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas após o transplante ao campo em área virgem. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

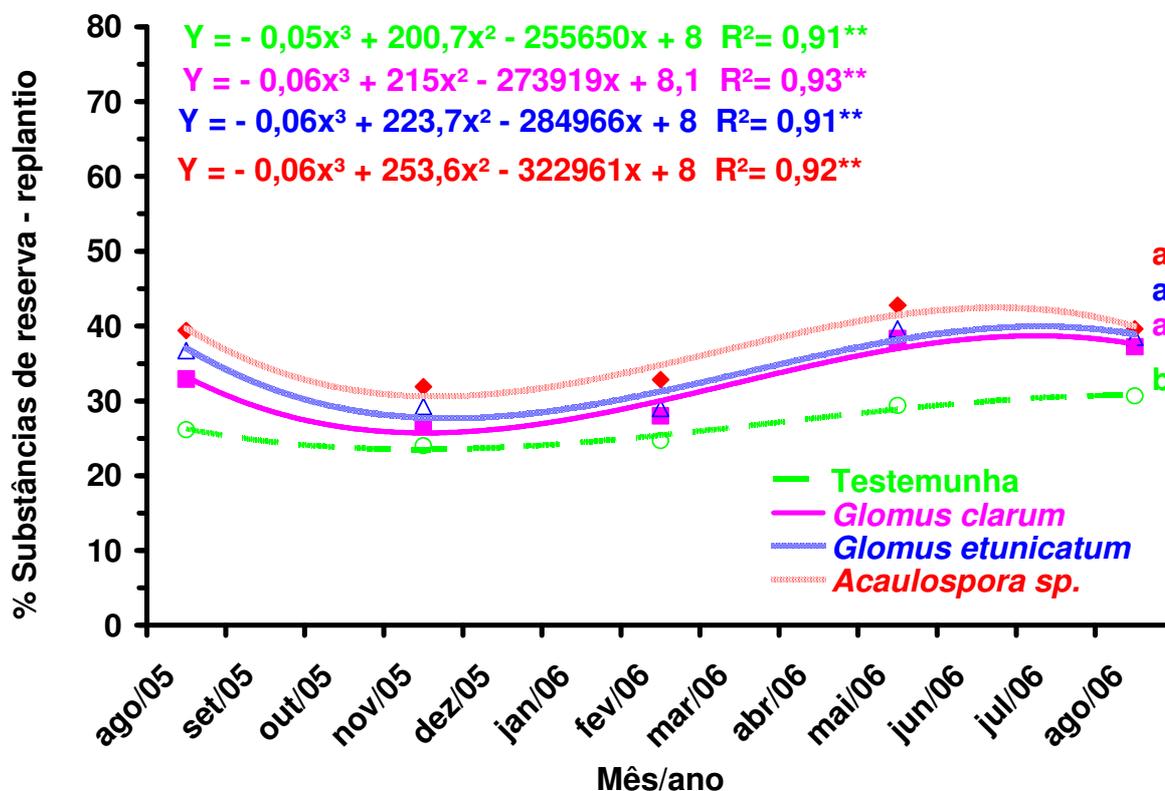


FIGURA 42 - Substâncias de reserva da parte aérea (folhas e hastes) da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), coletadas após o transplante ao campo em área de replantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ** Significativo a 1% pelo teste t. Eldorado do Sul, RS, 2006.

A avaliação das curvas de crescimento mostra que, ao longo do tempo as plantas inoculadas foram se diferenciando em relação às testemunhas. Além disto, as curvas foram mais acentuadas na área de replantio, porém os resultados finais entre as áreas foram semelhantes.

Segundo Silveira (1999), o fato de as espécies de FMA induzirem maiores áreas foliares por planta proporciona às mesmas maior fotossíntese e, por conseqüência, maior nível de produção de fotoassimilados. Ao proporcionar maior

absorção de água e de macronutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, os FMA propiciam as plantas maior acúmulo de massa fresca e seca. Tal relato está em concordância com o que afirmam Wright et al. (1998) e Scatena & Scremin-Dias (2003), de que plantas com maior altura e área foliar, apresentam maior capacidade de fotossíntese e produção de fotoassimilados, proporcionando acúmulo de biomassa e, por conseguinte, maior nível de carbono assimilado.

Segundo afirmam Mazzoni-Viveiros & Trufem (2004), plantas com maior diâmetro de caule proporcionam um aumento do fluxo ascendente de água e nutrientes, e de seiva elaborada, no sentido descendente. As modificações promovidas pelos FMA no tecido condutor das raízes também proporcionariam um volume maior de nutrientes e água translocados para a parte aérea, que seriam utilizados no crescimento vegetativo, no acúmulo de biomassa e nos processos metabólicos e fotossintéticos da planta. Segundo os mesmos autores, uma parte dos fotoassimilados seria utilizada pelos FMA na sua nutrição, sendo o restante acumulados nos tecidos de armazenamento da planta, na forma de substâncias de reserva. Tais relatos concordam com os resultados obtidos neste estudo, quando as plantas inoculadas apresentaram maior acúmulo de reservas do que as não inoculadas, além de apresentarem alterações em seu tecido vascular, conforme descrito no item 3.3..

Segundo Silveira et al. (2003), plantas de abacateiro da cv. Carmen inoculados com *Acaulospora sp*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram aumento do acúmulo de reservas em relação a plantas não inoculadas. Já Krishna et al. (1980), afirmam que plantas de *Eleusine caracana* Gaertn. transplantadas para o

campo e inoculadas com *Glomus fasciculatus* na fase de produção da muda, continham quantidades elevadas de substâncias de reserva. O mesmo foi observado por Pouyú-Rojas & Siqueira (2000), trabalhando com espécies florestais inoculadas com FMA na formação da mudas, que constataram um maior acúmulo de massa seca e substâncias de reserva em plantas inoculadas. Os mesmos autores observam que o acúmulo de substâncias de reserva se manteve após o transplante ao campo. Sena et al. (2004), que avaliaram a influência de diferentes dosagens de fósforo e uso de FMA sobre o desenvolvimento de plantas de citros, também relatam o maior acúmulo de reservas em plantas inoculadas em relação às não inoculadas.

Souza et al. (2005), avaliando a influência de diferentes substratos e uso de FMA no desenvolvimento do porta-enxerto de citros Flying Dragon (*Poncirus trifoliata*, var. *monstruosa* Swing.), relatam um maior desenvolvimento vegetativo e acúmulo de substâncias de reserva, tanto em plantas inoculadas com *Acaulospora* sp., quanto em plantas inoculadas com *Glomus clarum*, quando feita a comparação com plantas não inoculadas. Porém, os autores relatam que a espécie mais eficiente em proporcionar maiores resultados teria sido *Acaulospora* sp., o que estaria em concordância com os dados obtidos neste estudo.

Com relação à colonização dos FMA, para a área virgem, todas as plantas inoculadas apresentaram altas taxas de colonização, acima de 90%, sendo que plantas colonizadas por *Acaulospora* sp. apresentaram comportamento semelhante às colonizadas por *Glomus etunicatum* e, estas, às colonizadas com *Glomus clarum* (Tabela 49). Todos os tratamentos apresentaram índices de colonização com hifas, vesículas e arbúsculos considerados medianos, sendo que os melhores resultados

foram obtidos pelas plantas inoculadas com *Acaulospora* sp. As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* tiveram um comportamento intermediário, entre as inoculadas com *Acaulospora* sp. e *Glomus clarum* (Tabela 49).

Aos 180 dias após o transplante já se pôde observar colonização das plantas testemunhas por espécies presentes na área, caracterizado pela presença de hifas, vesículas e arbúsculos, embora já houvesse contaminação no viveiro (Tabela 49).

TABELA 49 - Colonização radicular (%) e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes do porta-enxerto cv. Okinawa, enxertado com a cultivar copa Maciel e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora* sp., *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área virgem. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Colonização (%)	Presença de estruturas de FMA		
		Hifas ⁽¹⁾	Vesículas ⁽²⁾	Arbúsculos ⁽²⁾
<i>Acaulospora</i> sp.	97,75a	2,15a	1,97a	1,88a
<i>Glomus clarum</i>	90,50b	1,80c	1,40c	1,69c
<i>Glomus etunicatum</i>	94,50ab	1,95b	1,75b	1,78b
Testemunha	18,92c	0,33d	0,14d	0,24d
C.V. (%)	10,89	2,15a	9,76	9,88

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

Para a área de replantio, todas as plantas inoculadas apresentaram altas taxas de colonização, acima de 89%, sendo que plantas inoculadas com *Acaulospora* sp., *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento semelhante (Tabela 50). Quanto aos índices de presença de estruturas de colonização, os tratamentos com *Acaulospora* sp. e *Glomus etunicatum*

apresentaram comportamento semelhante e superior ao tratamento com *Glomus clarum* (Tabela 50) . Assim como ocorreu na área nova, na área de replantio, aos 180 dias, já se observava colonização das plantas testemunhas por espécies de FMA presentes no solo, caracterizada pela presença de hifas, vesículas e arbúsculos, embora já houvesse contaminação no viveiro, conforme salientado anteriormente (Tabela 50).

TABELA 50 - Colonização radicular (%) e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes do porta-enxerto cv. Okinawa, enxertado com a cultivar copa Maciel e inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Colonização (%)	Presença de estruturas de FMA		
		Hifas ⁽¹⁾	Vesículas ⁽²⁾	Arbúsculos ⁽²⁾
<i>Acaulospora sp.</i>	91,50a	1,82a	1,62a	1,82a
<i>Glomus clarum</i>	89,50a	1,55b	1,40b	1,59b
<i>Glomus etunicatum</i>	91,00a	1,78a	1,62a	1,76a
Testemunha	8,75b	0,28c	0,15c	0,23c
C.V. (%)	10,22	9,76	9,66	10,15

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

Os resultados obtidos pelos tratamentos com FMA, para ambas as áreas, são considerados elevados para colonização e medianos para estruturas de colonização. Plantas inoculadas com *Glomus clarum* apresentaram os menores resultados em termos de crescimento, área foliar, substâncias de reserva e colonização, o que poderia estar relacionado com as respostas dos genótipos envolvidos na simbiose, uma vez que, com condições de ambiente e de solo

semelhantes, as plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram as melhores respostas, tanto na produção da muda (item 6.3) como em ambas as áreas de plantio (virgem e de replantio), enquanto *Glomus etunicatum* apresentou respostas intermediárias. De acordo com Costa et al. (2001) as respostas de crescimento das plantas variam de acordo com o genótipo utilizado e o FMA inoculado. Segundo Graham & Eissenstat (1994), os mecanismos que desencadeiam o processo de colonização e otimização dos parâmetros de crescimento das plantas envolvem diferentes processos fisiológicos e genéticos, o que representa significativo custo de carbono da planta por parte da espécie de FMA, que pode ser regulado pelo genótipo hospedeiro. Além disto, segundo Colozzi-Filho et al. (1994a), a afinidade dos FMA com a espécie vegetal parece estar mais relacionada com o sistema radicular das plantas do que com a parte aérea, o que, no caso de plantas enxertadas, corresponderia a uma maior compatibilidade da cultivar utilizada como porta-enxerto com o fungo.

Apesar das diferenças de desenvolvimento proporcionadas pelas espécies de FMA, as plantas inoculadas sempre apresentaram respostas superiores às plantas não inoculadas. Cabe salientar, também, que as plantas não inoculadas da área virgem apresentaram melhores resultados em termos de altura, diâmetro do caule e área foliar do que as plantas da área de replantio, o que pode ser atribuído à presença anterior de plantas de pessegueiro na área de replantio e a possível liberação de substâncias fitotóxicas, que diminuem a longevidade e a ramificação das raízes das mudas da mesma espécie transplantadas para a área.

Ao avaliar o grau de associação entre os diversos parâmetros de crescimento e a nutrição mineral das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e a colonização radicular pelos FMA encontrou-se correlação entre os mesmos, ou seja, muitas das variáveis avaliadas estão associadas, positiva ou negativamente, com o percentual de colonização radicular, independente da espécie de FMA utilizada (Tabela 51).

TABELA 51 - Correlação entre parâmetros de crescimento e nutrição mineral de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa e percentual de colonização radicular por FMA avaliados aos 180 e 360 dias após o transplante para área nova e de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006.

	Área virgem	
	R	P
% Colonização x altura	0,51*	0,0187
% Colonização x diâmetro	0,59**	0,0007
% Colonização x área foliar	0,60**	0,0002
% Colonização x nitrogênio da parte aérea	0,60**	0,0005
% Colonização x fósforo da parte aérea	0,59**	0,0011
% Colonização x potássio da parte aérea	0,60**	0,0007
% Colonização x cálcio da parte aérea	-0,50*	0,0198
% Colonização x magnésio da parte aérea	-0,43 ^{ns}	0,0512
% Colonização x substâncias de reserva da parte aérea	0,61**	0,0002
	Área de replantio	
% Colonização x altura	0,48*	0,0349
% Colonização x diâmetro	0,54*	0,0148
% Colonização x área foliar	0,60**	0,0004
% Colonização x nitrogênio da parte aérea	0,51*	0,0219
% Colonização x fósforo da parte aérea	0,60**	0,0004
% Colonização x potássio da parte aérea	0,58**	0,0019
% Colonização x cálcio da parte aérea	-0,48*	0,0309
% Colonização x magnésio da parte aérea	-0,44 ^{ns}	0,0588
% Colonização x substâncias de reserva da parte aérea	0,60**	0,0004

* e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}Não-significativo.

Para a área virgem, as correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e o diâmetro do caule, área foliar, o percentual de nitrogênio na parte aérea, o percentual de fósforo

na parte aérea, o percentual de potássio na parte aérea e o percentual de substâncias de reserva na parte aérea. Foi considerada significativa ($P < 0,05$) a correlação positiva entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta.

O percentual de magnésio na parte aérea não apresentou correlação com o percentual de colonização das raízes. Já, com relação ao cálcio, ocorreram correlações negativas significativas entre o percentual de colonização das raízes e o percentual deste macronutriente na parte aérea.

Para a área de replantio, as correlações positivas foram consideradas muito significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a área foliar, o percentual de fósforo na parte aérea, o percentual de potássio na parte aérea e o percentual de substâncias de reserva na parte aérea. Foi considerada significativa ($P < 0,05$) a correlação positiva entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule e o percentual de nitrogênio na parte aérea.

Também na área de replantio, o percentual de magnésio na parte aérea não apresentou correlação com o percentual de colonização das raízes. Já, com relação ao cálcio, ocorreram correlações negativas significativas entre o percentual de colonização das raízes e o percentual deste macronutriente na parte aérea.

Segundo Oliveira & Oliveira (2005), que trabalharam com cinco cultivares de bananeiras plantadas em latossolo da Amazônia, correlações significativas foram observadas entre os teores de potássio, magnésio, fósforo e zinco para a cv. Maçã; potássio e fósforo para a cv. Nanica e, zinco, para a cv. Prata.

Já Chu (1999), trabalhando com açaizeiro, observou correlações positivas entre o crescimento das plantas, o conteúdo nutricional e percentagem de colonização por FMA. Oliveira et al. (2003), afirmam que a colonização radicular por fungos micorrízicos correlacionou-se positivamente com os teores de cálcio, potássio e zinco na cultivar Maçã e cobre na cultivar Prata.

Anjos et al. (2005), trabalhando com maracujá-doce a campo, observou correlações entre os dados de colonização de raízes e características de crescimento das mudas. Há, portanto, concordância dos resultados destes autores com os deste trabalho.

Da mesma forma, Costa et al. (2001), trabalhando com plantas de aceroleira, observaram correlações significativas, entre parâmetros de crescimento das plantas e conteúdo nutricional, não observando, porém, correlação entre estes parâmetros e o percentual de colonização das raízes, ao contrário do que foi observado neste trabalho.

Os resultados referentes à colonização radicular, parâmetros de crescimento e nutrição mineral, indicam a maior eficiência da simbiose de *Acaulospora sp.* com as plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Okinawa, enquanto que a espécie *Glomus etunicatum* apresentou comportamento intermediário. A espécie *Glomus clarum* apresentou a menor eficiência entre todas as espécies, para ambas as áreas.

7.3.2 Estudo 2 - Plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto “Aldrighi” transplantadas para áreas virgem e de replantio

Em ambas as áreas (virgem e de replantio), as plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* apresentaram os maiores resultados, tanto para altura quanto para o diâmetro, enquanto as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram resultados intermediários, superiores aos das plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que foram semelhantes entre si, porém superiores aos das plantas não inoculadas (Tabela 52).

Outro fato a ser destacado é que as plantas testemunhas transplantadas para a área virgem apresentaram tanto altura quanto diâmetro superiores às das plantas testemunhas da área de replantio, enquanto que as plantas inoculadas com uma mesma espécie de FMA apresentaram resultados semelhantes em ambas as áreas, confirmando a eficiência dos FMA em reduzir o estresse causado pela doença de replantio.

TABELA 52 – Altura e diâmetro das plantas da cv. Maciel enxertadas sobre a cv. Aldrighi e inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área virgem e de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Altura (cm)		Diâmetro (mm)	
	Área virgem	Área de replantio	Área virgem	Área de replantio
<i>Acaulospora sp.</i>	A 112,23c	A 106,59c	A 10,71c	A 10,65c
<i>Glomus clarum</i>	A 111,57c	A 105,92c	A 10,68c	A 10,60c
<i>Glomus etunicatum</i>	A 128,84b	A 120,58b	A 12,34b	A 12,27b
<i>Scutellospora heterogama</i>	A 139,98a	A 131,67a	A 14,15a	A 14,20a
Testemunha	A 102,22d	B 90,24d	A 9,51d	B 8,59d
C.V. (%)	11,27	11,81	10,43	9,47

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Segundo Weibel (2001), estas diferenças podem ser atribuídas ao efeito inibitório do crescimento de plantas de pessegueiro promovido por substâncias fitotóxicas liberadas por plantas do gênero *Prunus*, interferindo no desenvolvimento das mudas não inoculadas com FMA transplantadas para antigas áreas de pomar de plantas deste gênero. Conforme afirma o autor acima citado, plantas de pessegueiro levadas para áreas de replantio tendem a apresentar crescimento lento e elevada mortalidade, o que seria uma decorrência do efeito destas substâncias sobre as raízes primárias das plantas. As mesmas apresentariam um curto período de vida, associado à baixa ramificação, o que diminuiria a capacidade de absorção de água e nutrientes das mesmas, além de diminuir a resistência das plantas às doenças de solo causadas por bactérias, fungos e nematóides e a tolerância ao estresse hídrico.

Conforme afirmam Azcón-Aguilar & Barea (1996), os FMA, ao colonizarem as raízes das plantas, podem reduzir os danos causados por patógenos do solo, pois há aumento da velocidade de reposição e ramificação das raízes, diminuindo a capacidade dos patógenos de infectar as raízes. Conforme afirmam Hooker et al. (1992), este processo envolve vários mecanismos de mudanças anatômicas e morfológicas no sistema radicular de plantas inoculadas com FMA, que foi confirmado no presente estudo (item 3.3). Barea & Azcón-Aguilar (1982), citam que estas mudanças na longevidade e velocidade de ramificação das raízes estariam ligados à capacidade dos fungos de produzir hormônios. Já, Berta et al. (1995) relatam que haveria ligação com mudanças na distribuição de auxinas e citocininas na planta promovidos pelos FMA. Por outro lado, Schullenbaum et al. (1991) e Hooker et al. (1992) afirmam que tais mudanças estariam relacionadas, tanto com

mudanças na distribuição de auxinas e citocininas na planta, quanto com a produção de hormônios pelos FMA.

Além disto, conforme afirmam Hooker et al. (1992), a longevidade da raiz é um elemento importante que determina os fluxos de nutrientes e carbono dentro de ecossistemas terrestres. Conforme estes autores, mesmo que as raízes primárias e secundárias das plantas colonizadas por FMA apresentem menor longevidade do que de plantas não colonizadas, a velocidade de reposição e de ramificação daquelas é muito maior do que destas. Além disto, segundo os mesmos autores, quanto maior o número de ramificações, menor o período de sobrevivência das mesmas e maior a velocidade de reposição e ramificação, em função da influência dos FMA sobre a morfologia das diversas ordens de raízes e sobre a duração do ciclo mitótico. Conforme Hooker et al. (1995), plantas de álamo inoculadas com FMA teriam apresentado emissão e ramificação de raízes primárias cinco vezes maior do que plantas não inoculadas.

Outro fato a destacar é que, conforme afirmam Azcón-Aguilar & Barea (1996), ao colonizarem as raízes das plantas, os FMA podem reduzir os danos causados por patógenos de solo, sendo que algumas espécies podem ser mais eficientes do que outras. Além disto, o grau de proteção varia conforme o patógeno envolvido e pode ser modificado em função das condições ambientais.

Segundo observações de Vigo e al. (2000), esta habilidade profilática dos FMA beneficia as plantas através da melhora de seu estado nutricional e do aumento do desenvolvimento das mesmas. Os mesmos autores afirmam que, apesar da melhora no estado nutricional das plantas ser fundamental para a manutenção da

qualidade das mudas, parece que o principal efeito dos FMA sobre a sanidade das mesmas está relacionado com o papel protetor desempenhado pelos mesmos, através da competição com os patógenos pelos locais de infecção das raízes. Assim, plantas colonizadas por FMA apresentariam maior capacidade de resistência de suas raízes às doenças, devido a um biocontrole promovido por estes fungos em relação a substâncias tóxicas e patógenos de solo, em função da formação de uma rede de proteção das raízes contra estes agentes patogênicos, através da competição pelo sítio de ligação destas às raízes.

Assim, como no caso da interferência dos FMA sobre a longevidade e ramificação das raízes, este processo de controle biológico de agentes patogênicos promovido pela simbiose micorrízica envolve vários mecanismos, como ocupação do loci de infecção (Vigo et al., 2000), mudanças na anatomia e morfologia do sistema radicular e (Norman et al., 1996), até mesmo, interferência nas populações microbianas localizadas próximas às raízes colonizadas (Azcón-Aguilar & Barea, 1996).

Segundo afirmam Cordier et al. (1998), que trabalharam com raízes de tomate modificadas geneticamente, *Glomus mosseae* teria conferido a estas raízes bioproteção contra a infecção por *Phytophthora parasitica*, em função da resposta ao acúmulo de compostos fenólicos entre as paredes das células dos tecidos envolvidos na simbiose. Desta forma, as células exibiriam uma resposta de resistência localizada nas paredes justapostas, reforçada por calose adjacente às hifas intercelulares. Em células de raízes não colonizadas nenhuma destas reações é

observada. Quando o patógeno se instala e desenvolve a infecção, acaba conduzindo as células das raízes das plantas hospedeiras à morte.

Tal relato coincide com o de Weibel (2001) que, ao trabalhar com várias cultivares de porta-enxerto de pessegueiro em áreas de replantio, observou que a mortalidade das plantas era elevada para a maioria das cultivares, variando entre 10 a 76% dependendo da cultivar avaliada. Também concorda com o observado por Calvet et al. (2003) que, trabalhando com oito espécies do gênero *Prunus*, observaram que não houve mortalidade entre as plantas que foram inoculadas com três espécies de FMA do gênero *Glomus*, sendo que *Prunus insititia* L. apresentou os maiores resultados em altura e diâmetro entre as oito espécies deste gênero, quando inoculadas com *Glomus intraradices*, enquanto às plantas testemunhas apresentaram baixo crescimento, tendo ocorrido elevada mortalidade entre estas.

Tais relatos vêm ao encontro dos resultados obtidos neste trabalho, visto que os FMA proporcionaram desenvolvimento vegetativo superior ao de plantas não inoculadas em ambas as áreas. As plantas inoculadas com FMA e transplantadas para áreas de replantio não parecem ter sofrido com possíveis reflexos de males de replantio, ao contrário das plantas não inoculadas, que apresentaram crescimento em altura e diâmetro inferior aos demais tratamentos e as plantas testemunhas da área virgem.

Em ambas áreas não ocorreu mortalidade de plantas em nenhum dos tratamentos testados. Plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* apresentaram a maior superfície por folha, maior número de folhas e área foliar por planta. Plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram comportamento

intermediário para superfície por folha, número de folhas e área foliar, superior a *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum*, que apresentaram comportamento semelhante e superior às testemunhas (Tabelas 53).

TABELA 53 – Sobrevivência (%), superfície por folha, número médio de folhas e área foliar de plantas da cv. Maciel enxertadas sobre o porta-enxerto cv. Aldrighi e inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), avaliados 180 dias após o transplante ao campo em área virgem. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	Sobrevivência (%)		Superfície/folha (cm ²)	
	Área virgem	Área de replantio	Área virgem	Área de replantio
<i>Acaulospora sp.</i>	100	100	A 9,09c	A 9,05c
<i>Glomus clarum</i>	100	100	A 9,04c	A 8,96c
<i>Glomus etunicatum</i>	100	100	A 9,76b	A 9,65b
<i>Scutellospora heterogama</i>	100	100	A 10,65a	A 10,40a
Testemunha	100	100	A 8,57d	B 7,14d
C.V. (%)	-	-	6,04	6,42
	Nº médio folhas/planta		Área foliar (cm ² /planta)	
	Área virgem	Área de replantio	Área virgem	Área de replantio
<i>Acaulospora sp.</i>	A 80,67c	A 75,92c	A 733,29c	A 687,08c
<i>Glomus clarum</i>	A 81,33c	A 74,92c	A 735,22c	A 671,28c
<i>Glomus etunicatum</i>	A 92,92b	A 84,84b	A 906,89b	A 818,71b
<i>Scutellospora heterogama</i>	A 103,25a	A 96,59a	A 1.099,61a	A 1.004,54a
Testemunha	A 69,59d	B 54,84d	A 596,38d	B 391,59d
C.V. (%)	9,15	7,41	11,14	13,30

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Assim como ocorreu no estudo 1, todas as plantas de todos os tratamentos sobreviveram ao transplante ao campo. Porém, os tratamentos inoculados com FMA apresentaram maiores resultados em termos de crescimento em altura e diâmetro (Tabela 52), além de ter apresentado os maiores resultados em termos de superfície por folha, número de folhas e área foliar (Tabela 53).

A discussão já feita no estudo 1 pode ser estendida a este, já que trabalhos envolvendo modificações em folhas promovidos pelos FMA são restrito. Pode-se, porém, ressaltar novamente alguns estudos realizados, como os de Souza (1995), Souza et al. (1998) e Silveira (1999), onde os autores afirmam que muitas espécies de FMA têm a capacidade de incrementar o tamanho das folhas de frutíferas. Krishna et al. (1980) observaram que o aumento do número de plastídeos e a acumulação de grandes quantidades de polissacarídeos e proteínas nas folhas em plantas inoculadas com FMA, em comparação com plantas não inoculadas, indica uma maior taxa de atividade metabólica. Segundo os autores, o aumento da absorção de água e de nutrientes, especialmente de potássio e fósforo, poderia estar associado ao aumento da atividade das plantas colonizadas o que, associado às possíveis modificações morfológicas e histoquímicas do tecido vascular e de redistribuição de reguladores de crescimento, seriam responsáveis pelo crescimento da superfície e número de folhas, através da ampliação do volume das células. Pode-se destacar, também, o trabalho de Skoog e Schmitz (1972), que observaram que o aumento do número de plastídeos das plantas inoculadas poderia ser um efeito da redistribuição e produção de hormônios promovidos pelos FMA, especialmente citocininas, que são vitais para a multiplicação de cloroplastos.

Porém Silveira (1999) observa que, em função da possibilidade de prejuízos à captação da luz que folhas grandes trariam se estivessem posicionadas na parte alta da planta, devido ao sombreamento das demais, o melhor parâmetro para as plantas inoculadas seria a composição de maior superfície por folha com maior número de folhas, ou seja, maior área foliar por planta. Segundo observações

de Costa et al. (2005), que trabalharam com mudas de mangabeira inoculadas com FMA, o maior incremento da área fotossinteticamente ativa (PAR) de frutíferas colonizadas por FMA se deve ao aumento do número de folhas, enquanto que Silveira et al. (2003), que trabalharam com produção de mudas de maracujazeiro-amarelo pré-inoculadas com FMA, afirmam que a associação das duas variáveis seria a melhor composição para o parâmetro área foliar por planta. Tais relatos coincidem com os resultados obtidos neste trabalho, visto que todas as plantas inoculadas com FMA apresentaram maior superfície por folha, número de folhas e área foliar do que plantas não inoculadas, sendo que este parâmetro variou conforme a espécie de FMA utilizada o que, segundo Chu (1999), mostra que a eficiência da simbiose depende dos genótipos envolvidos na mesma.

Relatos de diversos autores corroboram os resultados obtidos neste estudo, já que os mesmos mostram que a inoculação de FMA na fase de formação da muda de plantas frutíferas proporcionaria maiores benefícios às mesmas em termos de aumento de área foliar, como Silveira (1999), que trabalhou com plantas de porta-enxerto de abacateiro, Agostini (2002) e Carniel (2004), trabalhando com porta-enxertos de videira.

Conforme destacam Siqueira et al. (2002), ao aumentar a área de exploração do solo pelas raízes das plantas, o micélio externo do FMA está proporcionando aumento da capacidade de absorção de nutrientes e de água pelas plantas inoculadas. O volume de água absorvido é maior, porém a transpiração também é aumentada, em virtude da maior área foliar. As mudanças promovidas nas relações da água dentro da planta não são tão pronunciadas quanto à da aquisição

de macronutrientes, como o fósforo e o potássio, porém são significativas e interferem na forma como a planta se adapta ao meio em que se encontra (Augé, 2001).

Todos os mecanismos adaptativos proporcionados pelos FMA às plantas inoculadas, como a maior capacidade de absorver água e nutrientes, maior crescimento vegetativo e área foliar, permite que as mesmas apresentem maior tolerância aos estresses e melhor estado fisiológico no momento do transplante ao campo (Allen, 1991; Carneiro et al., 2004). Além disto, conforme afirmam Costa et al. (2001), plantas inoculadas com FMA tendem a responder mais rapidamente ao transplante, iniciando a brotação e absorção de água e nutrientes antes das plantas não inoculadas.

Com relação à colonização das raízes pelos FMA, para ambas as áreas, as plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum* apresentaram altas taxas de colonização acima de 70%, enquanto que *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentaram colonização inferior a 41%, sendo consideradas baixas (Tabela 54).

As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram índices de colonização com hifas, vesículas e arbúsculos considerados medianos, com hifas e arbúsculos semelhantes a *Scutellospora heterogama*, que não formaram vesículas. As plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentaram resultados semelhantes, considerados baixos (Tabela 54).

TABELA 54 - Colonização radicular (%) e presença de estruturas de FMA (hifas, vesículas e arbúsculos) encontrados em raízes do porta-enxerto cv. Alddrighi, enxertado com a cultivar copa Maciel e inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha), avaliadas 180 dias após o transplante ao campo em área virgem e de replantio. Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamentos	Colonização (%)		Hifas ⁽¹⁾	
	Área virgem	Área de replantio	Área virgem	Área de replantio
<i>Acaulospora sp.</i>	A 38,00b	A 36,50b	A 0,56b	A 0,49b
<i>Glomus clarum</i>	A 37,00b	A 40,50b	A 0,53b	A 0,55b
<i>Glomus etunicatum</i>	A 76,25a	A 73,75a	A 1,26a	A 1,22a
<i>Scutellospora heterogama</i>	A 78,00a	A 82,50a	A 1,22a	A 1,22a
Testemunha	A 15,25c	A 7,51c	A 0,28c	A 0,25c
C.V. (%)	13,27	13,15	10,87	9,65
	Vesículas ⁽²⁾		Arbúsculos ⁽²⁾	
	Área virgem	Área de replantio	Área virgem	Área de replantio
<i>Acaulospora sp.</i>	A 0,51c	A 0,50c	A 0,73c	A 0,75c
<i>Glomus clarum</i>	A 0,69b	A 0,66b	A 0,86c	A 0,82c
<i>Glomus etunicatum</i>	A 0,97a	A 0,98a	A 1,10b	A 1,07b
<i>Scutellospora heterogama</i>	A 0,00e	A 0,00e	A 1,27a	A 1,31a
Testemunha	A 0,15d	A 0,11d	A 0,23d	A 0,20d
C.V. (%)	4,75	5,41	8,37	9,61

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: presença fraca; 2: presença moderada; 3: presença intensa. ⁽²⁾Índice de presença de vesículas ou arbúsculos de FMA, segundo Nemeç (1992): 0: ausência de estruturas; 1: 1 a 50 estruturas; 2: 51 a 100 estruturas; 3: mais de 100 estruturas por centímetro de radícula.

Aos 180 dias após o transplante, já se pôde observar colonização das plantas testemunhas por espécies presentes na área, com presença de hifas, vesículas e arbúsculos (Tabela 54). Cabe salientar que no viveiro não ocorreu contaminação das mesmas, sendo que, após o transplante para a área virgem, a colonização foi rápida, porém não foi muito intensa provavelmente devido ao período de seca que ocorreu no verão de 2006 (Apêndice 10), mas o mais provável foi pela competição entre as espécies presentes no solo. Na área de replantio, a colonização

foi pouco intensa, provavelmente pela influência das substâncias fitotóxicas presentes no solo sobre as raízes primárias, que apresentariam curto período de vida e baixa ramificação (Weibel, 2001), dificultando a sua colonização pelos FMA.

As plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* e *Glomus clarum* apresentaram os menores resultados em termos de crescimento em altura e diâmetro e área foliar, o que poderia estar relacionado com as respostas dos genótipos envolvidos na simbiose, uma vez que a espécie *Acaulospora sp.* apresentou os maiores resultados quando inoculada em plantas da cv. Maciel enxertada sobre a cv. Okinawa (item 7.3.1). Por outro lado, plantas inoculadas com *Scutellospora heterogama* apresentaram as melhores respostas, tanto na casa de nebulização (item 6.3), quanto em ambas as áreas de plantio (virgem e de replantio), mesmo que todos os tratamentos estivessem submetidos a condições de ambiente e de solo semelhantes. Já, *Glomus etunicatum* apresentou respostas intermediárias, tanto no experimento com a cv. Maciel enxertada sobre a cv. Okinawa quanto sobre a cv. Aldrighi, em casa de nebulização e em ambas as áreas.

De acordo com Costa et al. (2001) as respostas de crescimento das plantas variam de acordo com o genótipo utilizado e o FMA inoculado. Segundo Graham & Eissenstat (1994), os mecanismos que desencadeiam o processo de colonização e otimização dos parâmetros de crescimento das plantas envolvem diferentes processos fisiológicos e genéticos, o que representa significativo custo de carbono da planta por parte da espécie de FMA, que pode ser regulado pelo genótipo hospedeiro. Além disto, segundo Colozzi-Filho et al. (1994a), a afinidade dos FMA com a espécie vegetal parece estar mais relacionada com sistema radicular

das plantas do que com a parte aérea o que, no caso de plantas enxertadas, corresponderia a uma maior compatibilidade da cultivar utilizada como porta-enxerto com o fungo. Apesar das diferenças de desenvolvimento proporcionadas pelas espécies de FMA, as plantas inoculadas sempre apresentaram respostas superiores às plantas não inoculadas.

Cabe salientar, também, que as plantas não inoculadas da área nova apresentaram melhores resultados em termos de altura, diâmetro do caule e área foliar do que as plantas da área de replantio, o que pode ser atribuída à presença anterior de plantas de pessegueiro na área de replantio e à possível liberação de substâncias fitotóxicas, que diminuem a longividade e a ramificação das raízes das mudas da mesma espécie vegetal transplantadas para a área.

7.4 Conclusões

- 1) O efeito da inoculação com FMA verificado no viveiro persiste no primeiro ano de transplante no pomar.
- 2) Plantas da cv. Maciel enxertada sobre “Okinawa” e “Aldrighi” e não inoculadas com FMA apresentam sintomas de doenças de replantio.
- 3) A inoculação das mudas da cultivar copa Maciel enxertada sobre porta-enxerto de pessegueiro “Okinawa” e “Aldrighi” com FMA permite a reutilização de áreas anteriormente cultivadas com pessegueiro.
- 4) Existe variação na eficiência da simbiose segundo o fungo e a cultivar do porta-enxerto envolvidos.

8. CAPÍTULO VIII – Conclusões gerais

- 1) Existe variação no percentual de colonização das raízes em função da época do ano e em função do sistema de produção.
- 2) A Produção Integrada apresenta maior colonização sempre em relação à Produção Convencional, onde o tipo de solo e o manejo utilizados interferem na colonização das raízes e na formação de estruturas de colonização.
- 3) O uso de fungos micorrízicos arbusculares oriundos de vinhedos beneficiam as plantas dos porta-enxertos de pessegueiro “Okinawa” e “Aldrighi”, acelerando o seu desenvolvimento vegetativo e melhorando o seu estado nutricional, principalmente quando a inoculação da “Okinawa” se dá com a espécie *Acaulospora sp.* e, da “Aldrighi”, com *Scutellospora heterogama*.
- 4) A eficiência da simbiose foi maior com os isolados das espécies *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* oriundos de pomares de pessegueiros, quando comparados aos isolados das mesmas espécies, oriundos de vinhedos da serra gaúcha.
- 5) *Acaulospora sp.* e *Scutellospora heterogama* oriundas de vinhedos foram mais eficientes em proporcionar desenvolvimento às plantas inoculadas do que a espécie *Gigaspora margarita* isolada de pomares de pessegueiro, mostrando

que espécies introduzidas podem ser tão ou mais eficientes em favorecer o desenvolvimento de plantas do que algumas espécies nativas.

- 6) A aplicação de AIB não é eficiente para aumentar o crescimento vegetativo das plantas da cv. Aldrighi não inoculadas com FMA.
- 7) A aplicação de AIB associada com a inoculação de qualquer uma das espécies de FMA utilizadas propicia incrementos no desenvolvimento vegetativo e nutricional das plantas da cv. Aldrighi, indicando que o AIB favorece a simbiose planta-FMA.
- 8) O uso de fungos micorrízicos arbusculares oriundos de vinhedos beneficiam as plantas da cv. Maciel enxertadas sobre as cultivares “Okinawa” e “Aldrighi”, acelerando o seu desenvolvimento vegetativo e melhorando o seu estado nutricional, principalmente quando a inoculação se dá com a espécie *Acaulospora sp.* em associação com a cv. Maciel enxertada sobre a cv. Okinawa e, para o caso da cv. Maciel enxertada sobre cv. Aldrighi, com a espécie *Scutellospora heterogama*.
- 9) O efeito da inoculação com FMA verificado no viveiro persiste no primeiro ano de transplante no pomar.
- 10) A inoculação das mudas da cultivar copa Maciel enxertada sobre porta-enxerto de pessegueiro “Okinawa” e “Aldrighi” com FMA permite a reutilização de áreas anteriormente cultivadas com pessegueiro.
- 11) Existe variação na eficiência da simbiose segundo o fungo e a cultivar do porta-enxerto envolvidos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, S. **Influência de Fungos Micorrízicos Arbusculares sobre o desenvolvimento vegetativo de Porta-enxertos de Videira**. 2002. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- AGUIAR, R.L.F.; MAIA, L.C.; SALCEDO, I.N.; SAMPAIO, E.V.S.B. Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no desenvolvimento da Algaroba [*Prosopis juliflora* (SW) DC]. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 589 – 598, 2004.
- ALARCÓN, A.; FERRERA-CERRATO, R. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. **Terra Latinoamericana**, Ciudad del Mexico, v. 17, n. 3, p. 179 – 191, 1999.
- ALLEN, M.F. **The ecology of mycorrhizae**. San Diego: Cambridge University Press, 1991. 184p.
- ALLEN, E.B.; ALLEN, M.F.; HELM, D.J.; TRAPPE, J.M.; MOLINA, R.; RINCON, E. Patterns and regulation of mucorrhizal plant and fungal diversity. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 170, n. 1, p. 47 – 62, 1995.
- ALVARADO, A.; CHAVARRÍA, M.; GUERRERO, R.; BONICHE, J.; NAVARRO, J.R. Características edáficas y presencia de micorrizas em plantaciones de Teca (*Tectonia grandis* L.f.) en Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, São José, v. 28, n. 1, p. 89 -100, 2004.
- ALVES, A.A.C.; WEBER, O.B.; SIEVERDING, E. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em áreas sob cultivo de mandioca. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3., 1989, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBCS, 1989. p. 44.
- AL-WHAIBI, M.H.; KHALIEL, A.S. The effect of Mg on Ca, K and P content of date palm seedlings under mycorrhizal and non-mycorrhizal conditions. **Mycoscience**, Tóquio, v. 35, p. 213 - 217, 1994.

- AN, Z.Q.; SHEIN, T.; WANG, H.G. Mycorrhizal fungi in relation to growth and mineral nutrition of apple seedlings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 54, p. 275 – 285, 1993.
- ANJOS, E.C.T.; CAVALGANTE, U.M.T.; SANTOS, U.F.; MAIA, L.C. Produção de mudas de maracujá-doce micorrizadas em solo desinfestado e adubado com fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 345 - 351, 2005.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; HAYASHI, A.H. Raiz. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. p. 267 – 287.
- ARYAL, U.K.; XU, H.L. Mycorrhizal associations and their manipulations for long term agricultural stability and productivity: nature farm and microbial applications. **Journal of crop production**, Michigan, v. 3, n. 1, p. 285-302, 2000.
- ATKINSON, D.; BERTA, G.; HOOKER, J.E. Impact of mycorrhizal colonization on root architecture, roots longevity and the formation of growth regulators. In: GIANINAZZI, S.; SCHÜEPP, H. (Eds.). **Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems**. Birkhäuser: Verlag Basel, 1994. p. 89 – 99.
- AUGÉ, R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhiza**, Adelaide, v. 11, p. 3 -42, 2001.
- AZCÓN, R.; RUBIO, R.; BAREA, J.M. Selective interactions between different species of mycorrhizal fungi *Rhizobium melioli* strains and their effects on growth, N₂ fixation (¹⁵N) and nutrition of *Medicago sativa* L. **New Phytologist**, Cambridge, v. 117, p. 399 – 404, 1991.
- AZCÓN, R.; BAREA, J.M. The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae in decreasing Ca acquisition by alfalfa plants in calcareous solis. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.13, p 155- 159, 1992.
- AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J.M. Interactions between mycorrhizal fungi and other rizosphere microorganinsms. In: ALLEN, M.F. (Ed.). **Mycorrhizal Functioning: an integrative plant-fungal process**. New York: Chapman & Hall, 1992. p. 163 – 198.
- AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J.M. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved. **Mycorrhiza**, Adelaide, v. 6, p. 457 - 464, 1996.

- AZCÓN-AGUILAR, C.; SANTOS, M.; TROCOSO, A.; BAREA, J. M. Beneficial effect of arbuscular mycorrhizal on acclimatization of micropagated cassava plantlets. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 72, p. 63 – 71, 1997.
- BAREA, J.M.; AZCÓN-AGUILAR, C. Production of plant growth-regulating substances by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 43, p. 810 – 813, 1982.
- BAREA, J.M. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. In: STEWART, B.S. (Ed.). **Advances in Soil Science**. New York: Springer-Verlag, 1991. p. 39 - 40.
- BARROSO, J.; NEVES, H.C.; PAIS, M.S. Production of indole-3-ethanol and indole-3-acetic acid by the mycorrhizal fungus of *Ophrys lutea* (Orchidaceae). **The New Phytologist**, Cambridge, v. 103, p. 745 – 749, 1986.
- BERTA, G.; FUSCONI, A.; TROTTA, A. VA mycorrhizal infection and the morphology and function of roots systems. **Environmental and Experimental Botany**, New York, v. 33, n. 1, p. 159 – 173, 1993.
- BERTA, G.; TROTTA, A.; FUSCONI, A.; HOOKER, J.E.; MUNRO, M.; ATKINSON, P.; GIOVANNETTI, M.; MORINI, S.; FORTUNA, P. TISSERANTI, B.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. **Tree Physiology**, Vitória, v. 15, p. 281 – 293, 1995.
- BIRICOLTI, S.; FERRINI, F.; RINALDELLI, E.; TAMANTINI, I.; VIGNOZZI, N. V. Na fungi and soil lime content influence rootstock growth and nutrient content. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davies, v. 48, n.1, p. 93 – 99, 1997.
- BODDINGTON, C.L.; DODD, J.C. The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. I. Field studies in an Indonesian ultisol. **Plant and soil**, Dordrecht, v. 218, n.2, p. 137-144, 2000.
- BOLLETTA, A.; RODRÍGUEZ, C.; KRÜGER, H. **Interacciones entre hongos micorrízicos e estrés hídrico: su efecto sobre el rendimiento de trigo**. Buenos Aires: INTA – EEA Bordenave, 2002. p. 1 - 7. (INTA – Bordenave, 44).
- BONONI, V.L.R.; GRANDI, R.A.P.; LOPES, S.A.R.; RODRIGUES, E.; FONSECA, M.P. Micorrizas vesículo-arbusculares em *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) O. Kuntze. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3., 1989, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBCS, 1989. p. 42.

- BRESSAN, W.; VASCONCELLOS, C.A. Alterações morfológicas no sistema radicular do milho induzidas por fungos micorrízicos e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.4, p. 509 – 517, 2002.
- BÜTTENBENDER, D. **Influência de Fungos Micorrízicos Arbusculares sobre o desenvolvimento vegetativo de Porta-enxertos de Videira**. 2001. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- CABELLO, M. N. Effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) isolated from hydrocarbon polluted soils. **Journal Basic Microbiology**, Weinheim, v. 39, n.2, p. 89-95, 1999.
- CALVET, C.; ESTAÚN, V.; CAMPRIBÍ, A.; HERNÁNDEZ-DORREGO, A.; PINOCHET, J.; MORENO, M. A. Aptitude for mycorrhizal root colonization in *Prunus* rootstocks. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, 2003, 09, 001, p. 1 – 10, 2003.
- CAMPOS, A.D.; CARNEIRO, R.M.D.G.; FINARDI, N.L.; FORTES, J.F. Morte precoce de plantas. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa – CPACT, 1998. p. 280 – 295.
- CAMPRUBÍ, A. **Micorrizas em Viveiros de Cítricos**: Caracterización, Selección de Hongos y Aplicación de esta Biotecnología en un Sistema de Producción en Campo. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1994. 267 f. Tese (Doutorado em Biologia) - Universitat de Barcelona, Barcelona, 1994.
- CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L.; GRANHA, J.R.D.O.; MARINHO, N.F. Fungos micorrízicos arbusculares em estéril revegetado com *Acacia mangium*, após mineração com bauxita. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 373-381, 2005.
- CARDOSO, E.J.B.N.; LAMBAIS, M.R. Aplicações práticas de micorrizas vesículo-arbusculares. In: MICROBIOLOGIA DO SOLO, 1992, Campinas. **Resumos ...** Campinas: SBCS, 1992. p. 283-296.
- CARDOSO, J. T. **Produção de Fungos Micorrízicos Arbusculares em cultura de raízes in vitro**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- CARNEIRO, J.F. de A.; PARVIAINEN, J.V. Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja**, Joensuu, v. 302, p. 6 – 24, 1988.

- CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Estabelecimento de plantas herbáceas em solo com contaminação de metais pesados e inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.12, p.1443 - 1452, 2001.
- CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 119 – 125, 2004.
- CARNIEL, E. **Uso de Fungos Micorrízicos Arbusculares no desenvolvimento de Porta-enxertos de Videira e no controle biológico de *Fusarium oxysporum* f. sp. herbemontis**. 2004. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- CAVALCANTE, U. M. T.; MAIA, L. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, V. F. Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. F. *Flavicarpa* Deg.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e submetidas a estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, Manaus, v. 15, n. 3, p. 379 – 390, 2001.
- CAVALCANTE, U.M.T.; MAIA, L.C.; MELO, A.M.M.; SANTOS, V.F. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 5, p.634-649, 2002.
- CHU, E.Y. **Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em plântulas de acerola (*Malpighia glabra* L.)**. Belém: Embrapa – CPATU, 1993. 15 p. (Embrapa – CPATU. Boletim de Pesquisa, 149).
- CHU, E.Y. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on *Euterpe oleracea* Mart. Seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1019 – 1024, 1999.
- CLARK, R.B. arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 192, n. 1, p. 15 – 22, 1997.
- COLOZZI-FILHO, A.; SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN Jr., O.J.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Efetividade de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na formação da muda, crescimento pós-transplante e produção do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1397 – 1406, 1994a.

- COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E. L. Micorrizas Arbusculares. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. (Eds.) **Manual de Métodos Empregados em Microbiologia Agrícola**. Brasília: EMBRAPA, 1994b. p.383-418.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS e SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 394 p.
- COOPER, K.M. Physiology of VA Mycorrhizae associations. In: POWEL, C.L.; BAGYARAJ, J. (Eds.) **VA Mycorrhiza**. Boca Raton: CRC, 1984, p. 155 – 186.
- CORDIER, C.; POZO, M.J.; BAREA, J.M.; GIANINAZZI, S.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Cell defense responses associated with localized and systemic resistance to *Phytophthora parasítica* induced in tomato by an arbuscular mycorrhizal fungus. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, St. Paul, v. 11, n. 10, p. 1017 – 1028, 1998.
- COSTA, C.G.; CALLADO, C.H.; CORADIN, V.T.R.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. Xilema. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. p. 129 – 154.
- COSTA, C.M.C.; MAIA, L.C.; CAVALCANTE, U.M.T.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 6,p.893-901, 2001.
- COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, U.M.T.; GOTO, B.T.; SANTOS, V.F.; MAIA, L.C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 30, p. 225 – 232, 2005.
- CRAFTS, C.B.; MILLER, C.D. Detection and identification of cytokinins produced by mycorrhizal fungi. **Plant Physiology**, Rockville, v. 54, p. 586 – 588, 1974.
- DANIELL, T.J.; HUSBAND, R.; FITTER, A. H.; YOUNG, J.P.W. Molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi colonising arable crops. **FEMS: Microbiology Ecology**, Oxford, v. 36, p. 203-209, 2001.
- DAVIES JR., F.T.; OLALDE-PORTUGAL, V.; AGUILERA-GOMEZ, L.; ALVARADO, M.J.; FERRERA-CERRATO, R.E.; BOUTON, T.W. Alleviation of drought stress of Chile ancho pepper (*Capsicum annum* L. cv. San Luis) with arbuscular mycorrhiza indigenous to Mexico. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 92, p. 347 – 359, 2002.
- DODD, J.C.; KRIKUN, J.; MASS, J. Relative effectiveness of indigenous populations of vesicular mycorrhizal fungi from four sites in the Negev. **Israel Journal of Botany**, Telaviv, v. 32, p. 10 – 16, 1983.

- DODD, J. C. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro – and natural ecosystems. **Outlook on Agriculture**, London, V. 29, n. 1, p. 55 – 62, 2000.
- DUAN, X.; NEUMAN, D.S.; REIBER, J.M.; GREEN, C.D.; SAXTON, A.M.; AUGÉ, R.M. Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 47, p. 1541 – 1550, 1996.
- DUTRA, P. V.; ABAD, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M. Auxin interaction with the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* Schenck & Smith improves vegetative growth of two citrus rootstocks. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 66, p. 77 – 83, 1996.
- EDRISS, M.H.; DAVIS, R.M.; BURGER, D.W. Increased growth responses of citrus by several species of mycorrhizal fungi. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 4, p. 537 – 539, 1984.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.
- ERIKSSON, A. Arbuscular mycorrhiza in relation to management history, soil nutrients and plant species diversity. **Plant Ecology**, Nova York, v.155, n.2, p. 129-137, 2001.
- ESTAÚN, V.; CALVET, C.; CAMPRUBÍ, A. Arbuscular micorrhizae and growth enhancement of micropropagated *Prunus* in different soilless potting mixes. **Agricultural Science of Finland**, Helsinki, v. 3, p. 263 – 267, 1994.
- FACHINELLO, J. C.; BOTTON, M.; MARODIN, G. A. B.; COUTINHO, E. F. Produção Integrada de Pêssegos no Rio Grande do Sul: situação atual e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 3., 2001, Bento Gonçalves. **Anais ...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. p. 42 – 47.
- FACHINELLO, J. C.; MARODIN, G. A. B. Implantação de pomares. In: MONTEIRO, L.B.; MAY DE MIO, L.L.; MONTE SERRAT, B.; MOTTA, A.C.; CUQUEL, F.L. (Editores). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004a. p. 33 - 48.
- FACHINELLO, J. C.; TIBOLA, C.S.; MAY DE MIO, L.L.; MONTEIRO, L.B. Produção Integrada de Pêssego (PIP). In: MONTEIRO, L.B.; MAY DE MIO, L.L.; MONTE SERRAT, B.; MOTTA, A.C.; CUQUEL, F.L. (Editores). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004b. p. 363-390.

- FARIAS, R. M. **Produção Concencional x Integrada em pessegueiro na Depressão Central do Rio Grande do Sul**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- FERROL, N.; BAREA, J.M.; AZCÓN-AGUILAR, C. Mechanisms of nutrient transport across interfaces in arbuscular mycorrhizas. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 244, v. 2, p. 231 – 237, 2002.
- FILION, M.; St.-ARNAUD, M.; FORTIN, J.A. Direct interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and different rhizosphere microorganisms. **New Phytologist**, Cambridge, v. 141, p. 525 – 533, 1999.
- FINLAY, R.; SODERSTROM, B. Mycorrhiza and carbon flow to the soil. In: ALLEN, M.F. (Ed.) **Mycorrhizal functioning: na integrate plant-fungal process**. New York: Chapman and Hall, 1992. p. 134 – 162.
- FOCCHI, S.S.; DAL SOGLIO, F.K.; CARRENHO, R.; SOUZA, P.V.D.; LOVATO, P.E. Fungos micorrízicos arbusculares em cultivos de citros sob manejo convencional e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 469 – 476, 2004.
- FRANKE, M.; BELLEI, M.; SANTOS, R.C.F.; GALLOTTI, G. Presença e infectividade de fungos micorrízicos tipo VA (FMVA) em solos de pomares de videira em Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3., 1989, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBCS, 1989. p. 50.
- FRANKERBERGER JR., W.T.; POTH, M. Biosynthesis of indol-3-acetic acid by the pine Ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. **Applied and Environmental Microbiology**, Riverside, v. 53, n. 12, p. 2908 – 2913, 1987.
- FRANKE-SNYDER, M.; DOUDS JUNIOR, D.D.; GALVEZ, L.; PHILLIPS, J.G.; WAGONER, P.; DRINKWATER, L.; MORTON, J.B. Diversity of communities of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi present in conventional versus low-input agricultural sites in eastern Pennsylvania, USA. **Applied Soil Ecology**, Pittsburg, v. 16, p. 35 – 48, 2001.
- GEDERMANN, J.W. Relation of a large soil-borne spore to phytomycetous mycorrhizal infections. **Mycologia**, New York, v.47, p.619-632, 1955.
- GEDERMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone extracted from soil by wet sieving and decantinf. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v.46, p.235-244. 1963.
- GEDERMANN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. **Annual Review of Phytopathology**, Los Angeles, v. 6, p. 396 – 418, 1968.

- GIANINAZZI, S.; TROUVELOT, A.; GIANINAZZI, V. Role and use of mycorrhizas in horticultural crop production, 23 I.H.C. **Plenary Lectures**, London, v. 32, p.25-30, 1990.
- GILMORE, A.E. The influence of endotrophic mycorrhizae on the growth of peach seedlings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 96, p. 35 – 38, 1971.
- GRAHAM, J. H.; LEONARD, R. T.; MENGE, J. A. Membrane-mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. **Plant Physiology**, Rockville, v. 68, p. 548 – 552, 1981.
- GRAHAM, J. H.; EISSENSTAT, D. M. Host genotype and the formation and function of VA mycorrhizae. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 2, p. 179 – 185, 1994.
- GRANGER, R.L.; PLENCHETTE, C.; FORTIN, I.A. Effect of vesicular-arbuscular (VA) endomycorrhizal fungus (*Glomus epigaeum*) on the growth and leaf mineral content of two apple clones propagated *in vitro*. **Canadense Journal of Plant Science**, Quebec, v. 63, p. 551 – 555, 1983.
- GREENE, D.W.; MANNING, W.J.; COOLEY, D.R. Effect of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius* and auxin rooting formulations on growth of “Cortland” apple trees. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n.4; p. 655 – 656, 1982.
- GUERRA, D.S.; ARGENTA, F.; FACCHIN, H.; GRASSELLI, V.; ZANINI, C.L.D.; NUNES, J.L.S.; MARODIN, G.A.B. Diminuição do uso de agroquímicos em pessegueiros da cv. Marli com manejo em sistema de produção integrada. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 5., 2003, Bento Gonçalves. **Anais ...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinha, 2003. p. 81.
- GUNZE, C.M.B.; HENESSY, C.M.R. Effect of host-applied auxin on development of endomycorrhiza in cowpeas. **Transactions of the British Mycological Society**, Londres, v. 74, n.2, p. 247 – 251, 1980.
- HANLEY, K.M.; GREENE, D.W. Gibberellin-like compounds from two ectomycorrhizal fungi and the GA₃ response on Scotch pine seedlings. **HortScience**, Alexandria, v. 22, p. 591 – 594, 1987.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, E.D.; DAVIES, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 5 ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989. 702 p.
- HIRSCH, A.M.; FANG, Y.; ASAD, S.; KAPULNIK, Y. The role of phytohormones in plant-microbe symbioses. **Plant and soil**, Dordrecht, v. 194, n. 2, p. 171 – 184, 1997.

- HOOKER, J.E.; MUNRO, M.; ATKINSON, D. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi induced alteration in poplar root system morphology. **Plant and soil**, Dordrecht, v. 145, n. 2, p. 207 – 214, 1992.
- HOOKER, J.E.; GIANINAZZI, S.; VESTBERG, M.; BAREA, M.; ATKINSON, D. The application of arbuscular mycorrhizal fungi to micropropagation systems: an opportunity to reduce chemical inputs. **Agricultural Science of Finland**, Helsinki, v.3, p.227-232, 1994.
- HOOKER, J.E.; BLACK, K.E.; PERRY, R.L.; ATKINSON, D. Arbuscular mycorrhizal fungi induced alteration to root longevity of poplar. **Plant and soil**, Dordrecht, v. 172, n. 2, p. 327 – 329, 1995.
- HOMMA, S.K. **Efeito do manejo alternativo sobre a descompactação do solo, fungos micorrízicos arbusculares e produção em pomar convencional de Tangor “Murcott”**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- HONRUBIA, M.; TORRES, P.; DIAZ, G.; MORTE, A. **Bioteología forestal: micorrización y micropropagación**. Murcia: Universidad de Murcia, 1993. 92p.
- HUSSEY, R.S.; RONCADORI, W. Vesicular-arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. **Plant Disease**, St. Paul, v. 66, p. 9 - 14, 1982.
- IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>>. Acesso em: 26 de julho de 2006.
- JARVIS, B.C. Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings. In: JACKSON, M.B. (Ed.). **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: s.n., 1986. p. 191 – 222.
- JONES, J.B.; BENJAMIN, W.; MILLS, H.A. **Plant Analysis Handbook: Methods of Plant Analysis and Interpretation**. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 780 p.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Diseases Report**, St. Paul, v.48, p.691 - 692, 1964.
- JORDAN, N.R.; ZHANG, J.; HUERD, S. Arbuscular-mycorrhizal fungi: potential roles in weed management. **Weed Research**, London, v.40, n.5, p. 397-410, 2000.
- JOHNSON, N.C. Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizae? **Ecological Applications**, London, v. 3, p. 749 – 757, 1993.

- JOHSON, D.L.J.; LEAKE, J.R.; INESON, P.; READ, D.J. *In Situ* (CO₂) – C – 13 Carbon flux from arbuscular mycorrhizal mycelia to the soil. **New Phytologist**, Cambridge, v. 153, p. 327 – 334, 2002a.
- JOHSON, D.L.J.; LEAKE, J.R.; READ, D.J. Transfer of recent photosynthate into mycorrhizal mycelium of an upland grassland: short – term respiratory losses and accumulation of C – 14. **Soil Biological Biochemistry**, St. Paul, v. 34, p. 1521 – 1524, 2002b.
- KARAGIANNIDIS, N.; NIKOLAOU, N.; MATHEOU, A. Wirkungdreier VA – Mikorrhizapilze auf Ertrag und Nährstoffaufnahme von drei Unterlagen und einer Tafeltraubensorte. **Vitis**, Siebeldingen, v. 34, n. 2, p. 85 – 89, 1995.
- KLAUBERG FILHO, O.; MUCHOVEJ, R.M.C.; KASUYAA, M.C.M.; ALVAREZ, V.H.V. Efeito de doses de fósforo e de diferentes fungos MVA sobre o crescimento de mudas de *Vitis* sp. porta-enxerto schwarzmann. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 4., 1991, Rio de Janeiro. **Resumos...**, Rio de Janeiro: SBSC, 1991, p. 186.
- KOSSUTH, S.V.; BIGGS, R.H.; WEBB, P.G.; PORTIER, K.M. Rapid propagation techniques for fruit crops. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, La Buena Vista, v. 94, p. 323 – 328, 1981.
- KOTHARI, B.K.; MASCHNER, H.; GEORGE, E. Effect of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms on root and shoot morphology, growth and water-relations in maize. **New Phytologist**, Cambridge, v. 116, p. 303 – 311, 1990.
- KRISHNA, K.R.; SUSRESH, H.M.; SYAMSUNDER, J.; BAGYARAJ, D.J. Changes in the leaves of finger millet due to VA mycorrhizal infection. **New Phytologist**, Cambridge, v. 87, p. 717 – 722, 1981.
- KUCEY, R.M.N.; PAUL, E.A. Carbon flow, photosynthesis, and N₂ fixation in mycorrhizal and nodulated faba beans (*Vicia faba* L.). **Soil Biological Biochemistry**, St. Paul, v. 14, p. 407 – 412, 1982.
- KURLE, J.E.; PFLEGER, R.L. The effects of cultural practices and pesticides on VMA fungi. In: PFLEGER, J.E.; LINDERMAN, R.G. (Ed.) **Mycorrhizal and plant health**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1994. p. 101-131.
- LELES, P.S.S.; CARNEIRO, J.G. de A.; BARROSO, D.Q.; MORGADO, I.F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. Produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 13 – 20, 2000.
- LIDERMANN, R.G. **VA (Vesicular – Arbuscular) Mycorrhizal Symbiosis**. Philadelphia: Institute for Scientific Information, 1988. 3v. V1: ISI Atlas of Science: Animal and Plant Sciences.

- LIDERMANN, R.G. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. In: SYMPOSIUM OF A SPONSORED BY DIVISIONS S-3 AND S-4 OF THE SOIL SCIENCE OF AMERICA, 1992, Denver. **Proceedings: Mycorrhizae in Sustainable Agriculture**. Denver: American Society of Agronomy: Crop Science Society of América: Soil Science Society of América, 1992. p. 45 – 71.
- LIDERMANN, R.G.; DAVIES, A. Comparative response of selected grapevine rootstocks and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. **American Journal Enology Viticulture**, Davies, v. 52, p. 1- 9, 2001.
- LOPES, P. Z. **Cultivo *in vitro* de raízes de tomateiro, menta e videira para produção de inoculo de fungos micorrízicos arbusculares**. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- LOVATO, P.E.; MARCHESINI, G.; KOLLER, O.; BRIDI, A.M. Avaliação de micorrização em goiabeira e citrus de pomares de Santa Catarina. In REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3., 1989, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBSC, 1989. p. 48.
- LOVATO, P.E.; 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.
- LOVATO, P.E; TROUVELOT, A.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Micorrização de plantas micropropagadas. In: SIQUEIRA, J.O. (Coord.) **Avanços em Fundamentos e Aplicação de Micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/DCS e DCF, 1996. p.175-201.
- MAIA, L.C.; TRUFEM, S.F.B. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em solos cultivados no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Botânica**, Recife, v. 13, p. 89 – 95, 1990.
- MANDAIL, J.C.M. Economia da produção. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. (Eds.). **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa – CPACT, 1998. p. 340 – 351.
- MARODIN, G.A.B.; SARTORI, I.A.; Situação das frutas de caroço no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTAS DE CAROÇO: PÊSSEGOS, NECTARINAS E AMEIXAS, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 7-16.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

- MARTINS, C.R.; CANTILLANO, R.F.F.; TREPTOW, R.; FONSECA, R.M.; ROMBALDI, C. V. Manejo da cobertura vegetal na conservação e qualidade pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* (L.) Batsch) cv. Chimarrita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.23, n. 1, p. 55-58, 2001.
- MARTINS, M.A.; GONÇALVES, G.F.; SOARES, A.C.F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares associados a compostos fenólicos, no crescimento de mudas de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1465 – 1471, 2000.
- MAZZONI-VIVEIROS, S.C.; TRUFEM, S.F.B. Efeitos da poluição aérea e edáfica no sistema radicular de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) em área de mata Atlântica: associações micorrízicas e morfologia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 337 – 348, 2004.
- MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M. do C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa - SPI, 1998. 350 p.
- MENGE, J.A.; LARUE, J.; LABANAUSKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V. The effect of two mycorrhizal fungi upon growth and nutrition of avocado seedlings grown with six fertilizer treatments. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 105, n. 3, p. 400 – 404, 1980.
- MEYER, F.H. Physiology of mycorrhizae. **Annual Review of Plant Physiology**. Palo Alto, v. 25, p. 567 – 586, 1974.
- MILLER, R.L.; JACKSON, L.E. Survey of vesicular-arbuscular mycorrhizae in lettuce production in relation to management and soil factors. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 130, n. 2, p. 173-182, 1998.
- MINHONI, M. T. A.; AULER, P. A. M. Efeito do fósforo, fumigação do substrato e fungo micorrízico arbuscular sobre o crescimento de plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 841 – 847, 2003.
- MIO, L.L.M.; GARRIDO, L.; UENO, B. Doenças de fruteiras de caroço. In: MONTEIOR, L.B.; MIO, L.L.M.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004. p.169 – 222.
- MORAES, Y. J. B. **Forrageiras: conceitos, formação e manejo**. Guaíba: Metrópole, 1995. 215 p.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 625 p.

- MOREIRA-SOUZA, M.; TRUFEM, S.F.B.; GOMES-DA-COSTA, S.; CARDOSO, E.J.B.N. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Mycorrhiza**, Adelaide, 13, p. 211-215, 2003.
- MORGADO, I.F. **Resíduos agroindustriais prensados como substrato paa a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden *Saccharum* spp.** Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1998. 120 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1998.
- MORTON, J.B.; BENNY, G.L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes); New order, Glomales, two new suborders, Glominae and Gigasporinae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon**, Cambridge, v. 37, p. 471-491, 1990.
- MORTON, J.B. Problems and solutions for the integration of glomelean taxonomy, systematic biology, and the study of endomycorrhizal phenomena. **Mycorrhiza**, Adelaide, v. 2, p. 97 – 109, 1993.
- MORTON, J.B.; BENTIVENGA, S.P. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. **Plant an Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 1, p. 47-59, 1994.
- MORTON, J.B.; REDECKER, D. Two new families of Glomales, Archeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera Archaeospora and Paraglomus, based on conrcordant molecular and morphological characters. **Mycologia**, New York, v. 93, n. 1, p. 181-195, 2001.
- MORTON, J.B. **Classification of Glomeromycota.** Disponível em: [http://invam.caf.wvu.edu/Myc Inf/taxonomy/concepts. htm](http://invam.caf.wvu.edu/Myc%20Inf/taxonomy/concepts.htm)>. Acesso em: 30 de julho de 2006.
- MUCHOVERJ, R. M. **Importance of mucorrhizae for agriculture.** Miami: Institute of Food and Agricultural Sciences, 2001. 98p.
- MUGNIER, J.; MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in transformed root-inducing T-DNA roots grown axenically. **Phytopathology**, St. Paul, v. 77, n. 7, p. 1045 – 1050, 1987.
- NELSON, C.E. The water relations of vesicular-arbuscular mycorrhizal systems. In: GRANGER, R. (Ed.). **Ecophysiology of VA mycorrhizal plants.** Boca Raton: CRC Press, 1987. 814 p.
- NEMEC, S. *Glomus intraradix* effects on citrus roostock seedling growth in various potting media. **Journal of Agricultural Science**, Cambrige, v.118, p.315-323, jun. 1992.

- NORMAN, J.R.; ATKINSON, D.; HOOKER, J.E. Arbuscular mycorrhizal-fungal-induced alteration to root architecture in strawberry and induced resistance to the pathogen *Phytophthora fragariae*. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 185, n. 2, p. 191 – 198, 1996.
- NOVAES, A.B. de. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998. 118f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- NUNES, M.S. **Fungos micorrízicos arbusculares em porta-enxertos de citros**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004.
- NUNES, M.S.; SOARES, A.C.F.; SOARES FILHO, W.S.; LÊDO, C.A.S. Colonização micorrízica natural de porta-enxertos de citros em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 525 – 528, 2006.
- OEHL, F.; SIEVERDING, E. Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europe. **Applied and Environmental Microbiology**, Riverside, v. 69, n. 5, p. 2816-2824, 2004.
- OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, L.A.; FIGUEIREDO, A.F. Colonização micorrízica e concentração de nutrientes em três cultivares de bananeiras em um latossolo amarelo da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 345 – 352, 2003.
- OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, L.A. Associação micorrízica e teores de nutrientes nas folhas de cupuazeiro (*Theobroma grandiflorum*) e guaranazeiro (*Paullinia cupuna*) de um sistema agroflorestal em Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 1063 – 1068, 2004.
- OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, L.A. Colonização por fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes em cinco cultivares de bananeiras em um Latossolo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 481 – 488, 2005.
- OLIVEIRA A.A.R.; SANDERS, F.E. Effect of management practices on mycorrhizal infection, growth and dry matter partitioning in field-grow bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1247-1254, 1999.
- PAULITZ, T.C.; LINDERMAN, R.G. Micorrhizal interactions with soil organisms. In: ARORA, D.K.; MUKERJI, K.G.; KNUDSEN, G. (Eds.). **Handbook of applied mycology: soil and plants**. New York: Dekker, 1991. p. 77 – 129.

- PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.; MOREIRA, F.M.S. Influência do N mineiral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 653 – 662, 1996.
- PFEIFFER, C.M.; BLOSS, H.E. Growth and nutrition of guayale (*Parthenium argentatum*) in a saline soil as influenced by vesicular-arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization. **New Phytologist**, Cambridge, v. 108, p. 315 – 321, 1988.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v.55, p.158-161, 1970.
- PINOCHET, J.; CALVET, C.; CAMPRUBÍ, A.; FERNÁNDEZ, C. Interaction between migratory endoparasitic nematodes and arbuscular mycorrhizal fungi in perennial crops: a review. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 185, n. 2, p. 183 - 190, 1996.
- PORTER, W.M. The “most probable number” method for enumerating infective propagules of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soil. **Australian journal soil Research**, Sidney, v.17, p.515-519, 1979.
- POWELL, C.L. Mycorrhizal infectivity of eroded soils. **Soil Biological Biochemistry**, St. Paul, v.12, p.247-250, 1980.
- POUYÚ-ROJAS, E.; SIGUEIRA, J.O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 103 – 114, 2000.
- POZO, M.J.; AZCÓN-AGULAR, C.; CUMAS-GAUDOT, E.; BAREA, J.M. Chitosanase and chitinase activities in tomato roots during interactions with arbuscular mycorrhizal fungi or *Phytophthora parasitica*. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 49, p. 1729 – 1739, 1998.
- RAVOLANIRINA, F.; BLAL, B.; GIANINAZZI, S.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Mise au point d'une méthode rapide d'endomycorrhization de vitroplants. **Fruits**, New Jersey, v.44, n.3, p.165-170, 1989a.
- RAVOLANIRINA, F.; GIANINAZZI, S.; TROUVELOT, A.; CARRÉ, M. Production of endomycorrhizal explants of micropropagated grapevine rootstocks. **Agricultural Ecosystems Environment**, London, v.29, p.323-327, 1989b.
- REDECKER, D.; KODNER, R.; GRAHAM, L.E. Glomalean fungi from the Ordovician. **Science**, London, v. 289, p. 1920-1921, 2000.

- REEVES, F.B.; WAGNER, D.; MOORMAN, T.; KIEL, J. The role of endomycorrhizae in revegetation practices in the semi-arid West. I. A comparison of incidence of mycorrhizae in severely disturbed vs. natural environments. **Australian Journal of Botany**, Sidney, v.66, p.6-13, 1979.
- RILLING, M.C.; TRESEDER, K.K.; ALLEN, N.F.; Global change and mycorrhizal fungi. In: VAN DER HEIJDERN, M.; SANDERS, I. (Eds.). **Mycorrhizal ecology**, New York: Springer, 2002, p. 135 – 160.
- ROMERO, A.G.F. **Avaliação agronômica de formulações de isoflavonóide estimulante da micorrização no milho** (*Zea mays* L.). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. 40 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- RUDOLFO, R. **Anuário brasileiro da fruticultura – 2004**. Santa Cruz: Editora Gazeta, 2004. 136 p.
- RUIZ-LOZANO, J.M.; AZCÓN, R. Development and activity of the symbiosis between *Bradyrhizobium* strains, *Glomus* species and *Cicer arietinum*: effect of timing of inoculation and photon irradiance. **Symbiosis**, Rehovot, v. 16, p. 249 – 265, 1994.
- SAGGIN JR., O. J.; LOVATO, P. E. Aplicação de micorrizas arbusculares na produção de mudas e plantas micropropagadas. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M.S; LOPES, A. S.; GULHERME, L. R. L. FAQUIM, V. **Inter-relação fertilidade, Biologia do Solo e nutrição de Plantas**, Viçosa: SBCS: UFLA. DCS, 1999. p. 230 – 261.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia vegetal**. Cidade Del México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1994. 759 p.
- SANDERS, I.R.; KOIDE, R.T.; SHUMWAY, D.L. Community-level interaction between plants and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: VARMA, A.; HOCK, B. (Ed.) **Mycorrhiza: structure, function, molecular biology and biotechnology**. New York: Springer-verlag, 1995. p.609-621.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da Germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2004. 248 p.
- SCATENA, V.L.; SCREMIN-DIAS, E. Parênquima, Colênquima e Esclerênquima. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. p. 109 – 127.

- SCERVINO, J.M.; PONCE, M.A.; ERRA-BASSELLS, R.; VIERHEILIG, H.; OCAMPO, J.A.; GODEAS, A. Arbuscular mycorrhizal colonization of tomato by *Gigaspora* and *Glomus* species in the presence of root flavonoids. **Journal of Plant Physiology**, Rockville, v. 162, p. 625 – 633, 2005.
- SCHARF, R.; OLIVEIRA, V.L.; ANJOS, J.T. Caracterização das populações nativas de fungos MVA em solos cultivados com pessegueiro (*Prunus persicae*) no Estado de Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3., 1989, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBSC, 1989, p. 49.
- SCHENCK, N.C.; KELLAM, M.K. **The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on disease development**. Gainesville: University of Florida, 1978. 16 p.
- SCHENCK, N.C.; PEREZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. Gainesville: University of Florida, 1988. 240 p.
- SCHIAVO, J.A.; MARTINS, M.A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 173 – 178, 2003.
- SCHMITZ, J.A.K. **Cultivo de Poncirus trifoliata L. Raf. em Recipientes: Influência de Substratos e de Fungos Micorrízicos Arbusculares**. 1998. 144f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P. V. D.; FREITAS, R. S.; CARNIEL, E.; CARRENHO, R. Ocorrência De fungos micorrízicos arbusculares em citros no estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBSC, 1999.
- SCHÜBLER A.; SCHWARZOTT D.; WALKER C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycology Research**, Dortmund, 105, p. 1413-142, 2001.
- SCHULLENBAUM, L.; BERTA, G.; RAVOLANIRINA, F.; TISSERANTE, B.; GIANINNAZZI, S.; FITTER, A. Influence of endomycorrhizal infection on root morphology in a micropropagated wood plant species (*Vitis vinifera*, L.). **Annals of Botany**, Oxford, v. 68, p. 135 – 141, 1991.
- SENA, J.O.A; LABATE, C.A.; CARDOSO, E.J.B.N. Caracterização fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 827 – 832, 2004.

- SILVA FILHO, G.N.; ZIMERMANN FILHO, A.; SCHARF, R.; BASSO, C. Avaliação da população de fungos endomicorrízicos de tipo VA (FMVA) em solos cultivados com macieira em Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3., Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBSC, 1989, p. 46.
- SILVA, E.M.R.; SUDO, A.; ALMEIDA, D.L. de; MATOS, R.M.B.; PEREIRA, M.G.; BOVI, M.L.A.; MACHADO, C.T. **Ocorrência e efetividade de fungos micorrízicos em plantas cultivadas.** Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 1998. 25 p. (EMBRAPA – CNPAB. Documentos, 83).
- SILVA, M.A.; CAVALCANTE, U.M.T.; SILVA, F.S.B.; SOARES, S.A.G.; MAIA, L.C. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associadas a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). **Acta Botanica Brasilica**, Manaus, v. 18, n. 4; p. 981 – 985, 2004.
- SILVA, G.A.; TRUFEM, S.F.B.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; MAIA, L.C. Arbuscular mycorrhizal fungi in a semiarid copper mining área in Brazil. **Mycorrhiza**, Adelaide, 15, p. 47-53, 2005.
- SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do Solo.** Campinas: S.B.C.S., 1992. p. 257 – 282.
- SILVEIRA, A.P.D. Ecologia de Fungos Micorrízicos arbusculares. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. ed. **Ecologia Microbiana.** Jaguariúna: Embrapa - CNPMA, 1998. p. 61 – 86.
- SILVEIRA, A.P.D. Avaliação de fungos micorrízicos arbusculares e sua importância ambiental. In: FRIGHETTO, R.T.S.; VALARI, P.J. **Manual técnico:** Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo. Jaguariúna: Embrapa - CNPMA, 2000. p. 61-77.
- SILVEIRA, A.P.D.; SILVA, L.R.; AZEVEDO, I.C.; OLIVEIRA, E.; MELETTI, L.M.M. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes substratos. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 89 – 99, 2003.
- SILVEIRA, S.V. **Influência de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Mudas de Abacateiro (*Persea sp.*).** 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- SILVEIRA, S.V.; SOUZA, P. V. D.; KOLLER, O. C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de abacateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 303 – 309, 2002.

- SILVEIRA, S.V.; SOUZA, P.V.D.; KOLLER, O.C.; SCHWARZ, S.F. Elementos minerales y carbohidratos en plantones de aguacate "Carmen" inoculados con micorrizas arbusculares. In: CONGRESSO MUNDIAL DEL AGUACATE, 5., 2003, Barcelona. **Actas ...** Barcelona: CMA, 2003. p. 415 – 420.
- SILVEIRA, S.V. **Caracterização de micorrizas arbusculares autóctones de parreirais da serra Gaúcha e otimização de métodos de multiplicação em espécies aromáticas para aplicação na fruticultura.** 2006. 129f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- SILVEIRA, T.S. **Fungos micorrízicos arbusculares em Ilex paraguariensis.** 2002. 144 f. Tese (Tese de Doutorado em Biologia) - Programa de Pós-graduação em Biologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas.** Brasília: Ministério da Educação, 1988. 236 p.
- SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN JR., O.J., COLOZZI FILHO, A., GUIMARÃES, P.T.G. Fungos endomicorrízicos nativos, *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* na formação de mudas de cafeeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3., Piracicaba. **Resumos...**, Piracicaba: SBSC, 1989, p. 16.
- SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares. In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microorganismos de importância agrícola.** Brasília: EMBRAPA – CNPAF, 1994. p. 151-194. (EMBRAPA. CNPAF. Documentos, 44).
- SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN JR., O. J. The importance of mycorrhizae association in natural low-fertility soils. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL STREE, Sete Lagoas, 1995. **Proceedings...** maize in perspective. Sete Lagoas: Embrapa: CNPMS; México: CIMMY: UNDP, 1995. p. 239 – 280.
- SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN Jr., O.J.; FLORES-AYLAS, W.W.; GUIMARÃES, P.T.G. Arbuscular mycorrhizal inoculation and superphosphate application influence plant development and yield of coffee in Brazil. **Mycorrhiza**, Adelaide, v. 7, p. 293 – 300, 1998.
- SIQUEIRA, J.O.; LAMBAIS, M.R.; STÜRMER, S.L. Fungos micorrízicos arbusculares. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 25, p. 12 – 21, 2002.
- SKOOG, F.; SCHMITZ, R.Y. Cytokinins. In: STEWARD, F.C. (Ed.). **Plant Physiology: A Treatise.** London: Academic Press, 1972. p. 202.

- SOUZA, C.M. **Enraizamento de microestacas *in vivo* e propagação *in vitro* de repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1995. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- SOUZA, F.A.; TRUFEM, S.F.B.; ALMEIDA, D.L.; SILVA, E.M.R.; GUERRA, J.G.M. Efeito de pré-cultivos sobre o potencial de inoculo de Fungos Micorrízicos Arbusculares e produção de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1913 – 1923, 1999.
- SOUZA, P. V. D. **Efeito de concentração de eteron e pressões de pulverização foliar no raleio de frutinhas em tangerineiras (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina**. 1990. 139 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- SOUZA, P.V.D. **Optimización de la producción de plántones de cítricos en vivero. Inoculación con micorrizas vesiculares-arbusculares**. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1995. 201 f. Tesis (Doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. 1995.
- SOUZA, P.V.D.; FONFRIA, M.A.; BERJON, M.A.; OREGA, V.A. Interação entre auxinas de síntese e fungos micorrízicos arbusculares: influência sobre o desenvolvimento vegetativo de plântulas de laranja azeda (*Citrus aurantium* L.). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2 n. 2, p. 167 – 172, 1996.
- SOUZA, P.V.D.; 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 em 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. 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.; AGUSTÍ, M.; ABAD, M.; ALMELA, V. 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.D. de; SCHIMITZ, J.A.; FREITAS, R.S. de; CARNIEL, E.; CARRENHO, R. Identificação e quantificação de fungos micorrízicos arbusculares autóctones em municípios produtores de citros no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 553 – 558, 2002.
- SOUZA, P.V.D.; CARNIEL, E.; SCHIMITZ, J.A.K.; SILVEIRA, S.V. Influência de substratos e fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento do porta-enxerto Flying Dragon (*Poncirus trifoliata*, var. monstruosa Swing.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n. 2, p. 285 – 287, 2005.
- SUBRAMANIAN, K.S.; CHAREST, C. Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. **Mycorrhiza**, Adelaide, v. 9, p. 69 – 75, 1999.
- SUBHAN, S.; SHARMILA, P.; SARADHI, P. P. *Glomus fasciculatum* alleviates transplanted shock of micropropagated *Sesbania sesban*. **Plant Cell Reports**, New York, v. 17, n. 4, p. 268 – 272, 1998.
- SYLVIA, D. M.; CHELLEMI, D. O. Interactions among root-inhabiting fungi and their implications for biological control of root pathogens. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 73, n. 1, p. 1 – 33, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 717 p.
- TEDESCO, M. J.; ANGHINONI, I.; MIELNICZUK, J. et al. **Princípios de fertilidade do solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1990. 268 p. Notas da disciplina de Fertilidade do Solo do Curso de Agronomia.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Departamento de solos da UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).
- THEODORO, V.C.A.; ALVARENGA, M.I.N.; GUIMARÃES, J.; MOURÃO JUNIOR, M. Carbono da biomassa microbiana e micorriza em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 147 – 153, 2003.
- THOMAS, P.; RAVINDRA, M. B. Effects of pruning or removal of *in vitro* formed roots on *ex vitro* root regeneration and growth in micropropagated grapes. **Plant cell Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 51, p. 177 – 180, 1997.
- TOBAR, R.; AZCÓN, R.; BAREA, J.M. Improved nitrogen uptake and transport from ¹⁵N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water stressed conditions. **New Phytologist**, Cambridge, v. 126, p. 119 – 122, 1994.

- TODA FRUTA. **Principais países e quantidades de frutas produzidas no mundo.** Disponível em: < <http://www.todafruta.com.br/todafruta>>. Acesso em: 26 de julho de 2006.
- TOKESHI, H. Doenças e pragas agrícolas geradas e multiplicadas pelos agrotóxicos. **Fitopatologia Brasileira**, Piracicaba, v. 25 (suplemento), p. 264-270, 2000.
- TORELLI, A.; TROTTA, A.; ACERBI, L.; ARCIDIACONO, G.; BERTA, G.; BRANCA, C. IAA and ZR content in leek (*Allium porrum* L.), as influenced by P nutrition and arbuscular mycorrhizae, in relation to plant development. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 226, n. 1, p. 29 – 35, 2000.
- TRESEDER, K.K. A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO₂ in field studies. **New Phytologist**, Cambridge, v. 147, p. 189 – 200, 2004.
- TRESEDER, K.K.; CROSS, A. Global distributions of arbuscular mycorrhizal fungi. **Ecosystems**, New York, v. 9, p. 305 – 316, 2006.
- VIDAL, M.R.; AGUILAR, A.; BAREA, J.M. Mycorrhizal inoculation enhances growth and development of micropropagated plants of avocado. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 785 – 787, 1992.
- VIGO, C.; NORMAN, J.R.; HOOKER, J.E. Biocontrol of the pathogen *Phytophthora parasitica* by arbuscular mycorrhizal fungi is a consequence of effects on infection loci. **Plant Pathology**, London, v. 49, p. 509 – 514, 2000.
- VIVAS, A.; VOROS, B.; BIRÓ, T.; CAMPOS, E.; BAREA, J.M.; AZCÓN, R. Symbiotic efficiency of autochthonous arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus mosseae*) and *Brevibacillus* sp. isolated from cadmium polluted soil under increasing cadmium levels. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 126, p. 179-189, 2003.
- ZAMBOLIM, L. **Response of soybean to the interaction among three root infecting fungi, a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus and *Rhizobium japonicum*.** Gainesville: University of Florida, 1980. 95 f. Tese (Doutorado) - University of Florida, Gainesville, 1980.
- ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J.O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 36 p. (Documentos, 26).
- WALKER C.; SCHÜBLER A. Nomenclatural clarifications and new taxa in the Glomeromycota. **Mycology Research**, Dortmund, v. 108, p. 979-982, 2004.
- WEIBEL, A. Duraznero: portainjertos tolerantes al replante. **Idia XXI**, Mendoza, v. 1, n. 1, p. 73 – 76, 2001.

WILCOX, H. E. Mycorrhizae. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. **Plants roots**. New York: Marcel Dekker, 1996. 1002 p.

WILKINSON, D.M. Mycorrhizal evolution. **Trends in Ecology & Evolution**, San Diego, v. 16, n. 2, p. 64-65, 2001.

WRIGHT, D.P.; SCHOLLES, J.D.; READ, D.J. Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens* L. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 21, p. 209 – 216, 1998.

10. APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Análise química de amostras de solo feitas em propriedade localizadas nos municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Pelotas, nos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005.

Amostra ⁽¹⁾	Argila (%)	pH	M.O. ⁽²⁾ (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
PI SJ/2002	26	6,6	1,8	27	123	4,5	0,9
PC SJ/2002	28	6,8	2,1	28	125	5,7	0,9
PI SJ/2003	32	6,3	1,7	22	145	10,7	0,7
PC SJ/2003	24	6,2	2,8	26	219	9,7	1,1
PI SJ/2004	22	6,1	2,2	15	113	5,8	1,1
PC SJ/2004	24	6,0	2,4	20	234	8,1	1,7
PI Ch/2003	32	6,3	2,4	61	324	6,9	2,1
PC Ch/2003	29	6,7	2,3	84	353	7,8	2,2
PI Ch/2004	30	6,5	2,5	47	344	6,3	1,9
PC Ch/2004	32	6,2	2,5	60	378	5,4	1,7
PI Ch/2005	34	6,2	2,4	31	357	6,9	2,1
PC Ch/2005	32	6,1	2,5	53	354	6,8	2,0
PI Pel I/2003	22	4,5	2,5	14	132	1,5	0,5
PC Pel I/2003	25	4,6	2,7	17	158	2,9	1,0
PI Pel I/2004	22	5,2	2,3	16	104	2,7	1,0
PC Pel I/2004	22	5,0	1,9	15	177	2,0	0,9
PI Pel I/2005	23	5,1	2,1	15	114	2,4	1,0
PC Pel I/2005	22	5,2	2,0	16	143	2,5	1,1
PI Pel II/2003	15	5,1	2,6	25	99	5,7	2,6
PC Pel II/2003	18	5,0	2,7	21	107	6,2	2,6
PI Pel II/2004	17	5,0	2,7	26	96	5,8	2,7
PC Pel II/2004	18	5,3	3,0	24	106	6,2	2,6
PI Pel II/2005	16	5,2	2,6	23	100	5,9	2,5
PC Pel II/2005	19	5,4	2,7	25	110	6,0	2,6

⁽¹⁾SJ I – São Jerônimo I; SJ II – São Jerônimo II; Pel I – Pelotas I; Pel II – Pelotas II.

⁽²⁾M.O. – matéria orgânica.

APÊNDICE 2 - Dados meteorológicos dos anos de 2002, 2003 e 2004 da Estação Agrometeorológica da EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, obtidos junto ao Departamento de Agrometeorologia e plantas forrageiras.

Ano	mês	RS ⁽¹⁾ cal/m ² /dia	Temperatura do ar (°C)			Chuva mm	UR ⁽²⁾ %	Vento m/s	ETo ⁽³⁾ Mm
			Med	Max	Min				
	Jan	512	23,8	30,00	18,30	129,1	76,0	1,10	143,8
	Fev	483	22,4	29,30	16,50	74,2	75,6	0,90	119,8
	Mar	348	24,9	30,90	20,20	154,9	81,0	0,80	98,3
	Abr	280	19,9	25,10	14,80	117,4	83,0	0,70	69,3
	Mai	212	17,5	23,40	12,80	146,2	84,0	0,40	49,9
2	Jun	192	13,4	19,10	8,30	225,8	84,0	0,80	40,3
0	Jul	190	12,8	18,60	7,80	208,1	84,4	0,70	41,3
0	Ago	151	15,3	21,00	10,10	156,7	83,0	1,00	37,0
2	Set	342	14,6	20,50	8,90	168,1	79,1	1,00	62,3
	Out	312	20,3	25,10	16,30	253,3	84,3	1,90	85,3
	Nov	431	21,3	27,30	15,80	144,1	78,6	2,10	119,8
	dez	458	23,0	28,70	18,10	223,5	78,8	2,10	134,5
	Média	-	19,1	24,92	13,99	-	-	1,12	-
	Total	3.911	-	-	-	2.001,4	-	-	1.001,6
	Jan	544	24,1	30,9	18,1	64,5	76,4	1,50	158,1
	Fev	406	24,3	31,2	19,3	196,5	78,0	1,20	107,1
	Mar	400	22,9	29,1	17,9	91,5	80,2	1,30	112,4
	Abr	299	18,4	24,9	12,8	115,7	80,6	1,30	75,1
2	Mai	249	15,7	22,4	10,2	41,0	80,8	1,30	61,7
0	Jun	145	15,6	20,1	11,6	161,2	89,0	1,40	32,7
0	Jul	185	12,9	19,1	7,8	138,7	84,1	1,30	42,3
3	Ago	266	12,5	19,6	6,2	60,7	77,8	1,50	64,0
	Set	314	14,9	21,9	8,6	68,7	78,1	1,70	76,9
	Out	400	19,0	25,5	13,4	277,3	77,6	2,00	111,8
	Nov	492	20,7	27,0	14,6	119,4	75,8	2,00	135,5
	dez	519	21,3	27,0	15,2	203,2	76,7	2,20	149,5
	Média	-	18,5	24,9	13,0	-	-	1,56	-
	Total	4.219	-	-	-	1.538,4	-	-	1.127,1
	Jan	553	23,7	30,1	18,3	62,3	76,9	2,10	161,6
	Fev	518	22,5	29,1	16,7	141,2	75,7	1,60	138,6
	Mar	521	22,1	28,6	16,1	75,8	77,6	2,00	148,7
	Abr	316	21,0	28,0	15,2	117,8	77,9	1,40	86,1
2	Mai	223	14,9	20,4	10,3	127,4	84,2	1,40	52,9
0	Jun	192	13,8	19,8	9,0	134,5	82,5	1,00	44,0
0	Jul	230	11,9	18,5	5,9	192,6	82,0	1,40	52,4
4	Ago	271	13,6	20,4	7,6	88,6	81,0	1,10	63,8
	Set	254	16,9	22,4	12,2	206,1	82,2	1,70	58,5
	Out	443	17,5	24,5	10,7	105,6	75,9	1,80	118,1
	Nov	450	19,5	25,3	13,8	83,1	76,0	1,80	112,1
	dez	560	22,4	28,9	16,4	49,1	75,0	2,50	145,6
	Média	-	18,3	24,6	12,7	-	-	1,65	-
	Total	4.531	-	-	-	1.384,1	-	-	1.182,4

⁽¹⁾RS – Radiação Solar; ⁽²⁾UR – Umidade relativa do ar; ⁽³⁾ETo – Evatranspiração calculada pelo método de Penman.

APÊNDICE 3 - Dados meteorológicos dos anos de 2003, 2004 e 2005 da Estação Agroclimatológica de Pelotas (Convênio Embrapa Clima Temperado e UFPel), Capão do Leão, RS.

Ano	mês	RS cal/m ² /dia	Temperatura do ar (°C)			Chuva mm	UR %	Vento m/s	ETo mm
			Med	Max	Min				
2003	Jan	573,7	23,9	28,6	19,5	28,8	74,8	5,3	259,8
	Fev	433,4	24,2	29,0	20,6	295,8	81,5	3,6	189,5
	Mar	342,2	22,4	26,5	19,1	143,8	86,9	3,3	138,9
	Abr	278,8	18,0	22,5	14,5	151,8	99,6	2,6	150,4
	Mai	209,6	16,0	20,9	12,8	59,2	82,9	4,1	60,6
	Jun	129,5	14,4	18,1	11,8	246,2	91,7	2,7	53,1
	Jul	178,1	12,6	17,5	8,9	97,4	85,0	2,8	66,4
	Ago	248,2	12,3	17,7	8,4	93,4	85,7	4,4	93,4
	Set	310,0	14,2	19,4	10,2	115,5	83,8	3,1	120,3
	Out	404,7	18,3	23,2	14,3	48,8	79,1	3,9	168,1
	Nov	485,2	19,9	24,8	15,9	103,2	79,0	2,7	197,6
	dez	533,1	20,6	10,4	16,5	76,3	75,7	5,0	227,1
	Média	-	18,0	21,5	14,4	-	-	3,6	-
	Total	4.126,5	-	-	-	1.460,2	-	-	1.725,2
2004	Jan	490,4	23,0	27,8	19,4	67,2	82,8	3,8	200,0
	Fev	495,1	22,5	28,1	18,3	71,0	77,2	3,9	217,3
	Mar	403,2	21,8	27,2	17,7	47,2	80,5	4,1	176,3
	Abr	288,3	20,0	25,5	16,3	132,0	83,9	3,8	133,5
	Mai	190,0	14,7	18,7	11,9	491,4	89,5	3,3	56,8
	Jun	195,2	14,2	19,3	10,8	57,7	89,3	2,3	57,2
	Jul	214,4	12,3	17,5	8,5	95,6	83,1	4,1	77,1
	Ago	247,0	14,1	19,6	10,3	94,4	82,8	3,6	96,3
	Set	278,4	16,2	21,2	12,3	90,3	84,6	4,4	102,8
	Out	442,7	16,8	22,3	12,2	112,0	77,2	4,3	167,6
	Nov	429,1	19,2	23,7	15,6	91,5	81,4	4,3	163,2
	dez	554,7	21,7	26,7	17,3	28,6	72,2	5,6	253,0
	Média	-	18,0	23,1	14,2	-	-	3,9	-
	Total	4,228,5	-	-	-	1.378,9	-	-	1.701,1
2005	Jan	588,0	24,0	30,4	19,0	70,4	73,7	5,0	278,4
	Fev	394,1	22,7	27,9	19,1	96,4	80,4	4,4	178,3
	Mar	379,0	21,9	28,2	17,4	77,8	80,2	3,7	172,7
	Abr	270,6	18,0	23,8	13,7	159,8	85,5	2,9	111,6
	Mai	167,1	16,2	21,3	12,4	99,0	87,4	2,6	67,2
	Jun	140,9	16,6	21,6	13,4	28,2	89,6	2,4	50,2
	Jul	193,3	13,3	19,4	8,9	42,2	82,4	3,2	71,0
	Ago	197,5	14,4	20,7	11,1	101,6	82,8	3,3	86,4
	Set	279,7	14,3	18,2	11,3	241,6	85,2	5,6	112,9
	Out	373,8	17,0	21,5	13,2	93,3	80,5	4,0	151,8
	Nov	520,4	20,8	27,3	15,5	23,7	72,6	3,9	228,8
	dez	518,9	21,1	27,0	16,1	54,6	71,7	4,2	245,4
	Média	-	18,3	23,9	14,2	-	-	4,1	-
	Total	4.023,3	-	-	-	1.088,6	-	-	1.754,7

⁽¹⁾RS – Radiação Solar; ⁽²⁾UR – Umidade relativa do ar; ⁽³⁾ETo – Evatranspiração calculada pelo método de Penman.

APÊNDICE 4 - Percentual de matéria orgânica (M.O.), pH e macronutrientes encontrados nos substratos no momento da implantação do experimento, da enxertia (cultivar copa Maciel) e do transplântio a campo, com plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inoculação (Testemunha). EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004.

Tratamento	pH	M.O. (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
Implantação do experimento - 21/11/2003						
	5,1	3,4	7,7	52	3,9	1,8
Momento da enxertia - 09/12/2004						
<i>Acaulospora sp.</i>	5,7 ^{ns}	3,1 ^{ns}	5,8b	34b	3,9a	1,7a
<i>G. clarum</i>	5,8 ^{ns}	3,2 ^{ns}	6,0b	36b	3,8a	1,7a
<i>G. etunicatum</i>	5,7 ^{ns}	3,0 ^{ns}	6,1b	34b	3,9a	1,8a
Testemunha	5,8 ^{ns}	3,0 ^{ns}	7,1a	43a	3,4b	1,2b
Transplântio – 12/08/2005						
<i>Acaulospora sp.</i>	6,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	5,2c	29b	3,7a	1,7a
<i>Glomus clarum</i>	6,0 ^{ns}	2,8 ^{ns}	5,8b	30b	3,7a	1,6a
<i>Glomus etunicatum</i>	6,2 ^{ns}	2,8 ^{ns}	5,7b	28b	3,8a	1,7a
Testemunha	6,1 ^{ns}	2,9 ^{ns}	6,5a	37a	3,1b	1,0b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

APÊNDICE 5 - Percentual de matéria orgânica (M.O.), pH e macronutrientes encontrados nos substratos no momento da implantação do experimento, da enxertia (cultivar copa Maciel) e do transplântio a campo, com plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Aldrighi, inoculadas com quatro espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*) e sem inoculação (Testemunha). EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamento	pH	M.O. (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
Implantação do experimento – 25/06/2004						
	5,3	3,7	8,4	48	4,2	2,1
Momento da enxertia – 16/02/2005						
<i>Acaulospora sp.</i>	5,9 ^{ns}	3,5a	6,9b	34b	4,1a	2,1 ^{ns}
<i>Glomus clarum</i>	5,9 ^{ns}	3,4a	7,0b	35b	4,1a	2,0 ^{ns}
<i>Glomus etunicatum</i>	5,8 ^{ns}	3,4a	6,7bc	33b	4,2a	2,1 ^{ns}
<i>S. heterogama</i>	5,8 ^{ns}	3,1b	6,5c	33b	4,1a	2,0 ^{ns}
Testemunha	5,9 ^{ns}	3,5a	7,7a	42a	3,6b	1,8 ^{ns}
Transplântio – 27/01/2006						
<i>Acaulospora sp.</i>	6,2 ^{ns}	3,1a	5,3b	20b	3,8a	1,9a
<i>G. clarum</i>	6,2 ^{ns}	3,1a	5,4b	21b	3,7a	1,9a
<i>G. etunicatum</i>	6,3 ^{ns}	3,1a	4,7c	21b	3,8a	1,9a
<i>S. heterogama</i>	6,2 ^{ns}	2,7b	4,6c	20b	3,7a	1,8a
Testemunha	6,3 ^{ns}	3,2a	6,6a	32a	3,0b	1,2b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

APÊNDICE 6 - Percentual de matéria orgânica (M.O.), pH e macronutrientes encontrados nos substratos no momento da implantação do experimento e aos 300 dias (muda pronta para enxertia), com plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Okinawa, inoculadas com três espécies de FMA (*Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*) e sem inoculação (Testemunha). EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	pH	M.O. (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
Implantação do experimento – 21/09/2005						
	4,8	4,9	7,8	61	4,0	2,0
Muda pronta para enxertia - 21/08/2006						
<i>G. margarita</i>	5,9 ^{ns}	4,3a	6,3a	45a	3,1 ^{ns}	1,0 ^{ns}
<i>G. clarum</i>	6,0 ^{ns}	4,0b	4,7b	37b	3,1 ^{ns}	1,0 ^{ns}
<i>G. etunicatum</i>	6,0 ^{ns}	3,6c	4,2c	29c	3,2 ^{ns}	1,0 ^{ns}
Testemunha	5,9 ^{ns}	4,4a	6,5a	47a	3,2 ^{ns}	1,0 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

APÊNDICE 7 - Percentual de matéria orgânica (M.O.), pH e macronutrientes encontrados nos substratos no momento da implantação do experimento e aos 330 dias (muda pronta para enxertia) com plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Aldrighi, inoculadas com três espécies de FMA (*Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*) e sem inoculação (Testemunha). EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	pH	M.O. (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
Implantação do experimento – 21/10/2005						
	5,2	4,8	7,9	59	4,2	2,2
Muda pronta para enxertia – 21/08/2006						
<i>G. margarita</i>	6,0 ^{ns}	4,2a	6,4a	40a	3,0b	1,1 ^{ns}
<i>G. clarum</i>	6,0 ^{ns}	3,9b	5,0b	32b	3,0b	1,1 ^{ns}
<i>G. etunicatum</i>	6,0 ^{ns}	3,5c	4,1c	25c	2,9b	1,1 ^{ns}
Testemunha	5,9 ^{ns}	4,2a	6,6a	42a	3,3a	1,2 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

APÊNDICE 8 - Percentual de matéria orgânica (M.O.), pH e macronutrientes encontrados nos substratos no momento da implantação do experimento e aos 330 dias (muda pronta para enxertia) com plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Aldrighi, inoculadas com três espécies de FMA (*Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*) e sem inoculação (Testemunha), com ou sem aplicação de ácido indolbutírico (AIB). EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2006.

Tratamento	pH	M.O. (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
Implantação do experimento – 21/10/2005						
	5,2	4,8	7,9	59	4,2	2,2
Muda pronta para enxertia – 21/08/2006						
<i>G. margarita</i>	6,0 ^{ns}	4,2a	6,4a	40a	3,0b	1,1 ^{ns}
<i>G. clarum</i>	6,0 ^{ns}	3,9b	5,0b	32b	3,0b	1,1 ^{ns}
<i>G. etunicatum</i>	6,0 ^{ns}	3,5c	4,1c	25c	2,9b	1,1 ^{ns}
Testemunha	5,9 ^{ns}	4,2a	6,6a	42a	3,3a	1,2 ^{ns}
<i>G. margarita</i> + AIB	5,8 ^{ns}	3,6c	5,0b	27c	2,9b	1,1 ^{ns}
<i>G. clarum</i> + AIB	5,9 ^{ns}	3,4c	4,8b	31b	3,0b	1,1 ^{ns}
<i>G. etunicatum</i> + AIB	6,0 ^{ns}	3,0d	4,2c	20d	2,9b	1,2 ^{ns}
Testemunha + AIB	6,0 ^{ns}	4,1a	6,4a	42a	3,4a	1,2 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. ^{ns}Não-significativo.

APÊNDICE 9 - Análise química de amostras de solo feita em área nova e área de replantio. EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Área	Argila (%)	pH	SMP (¹)	M.O. (%) (²)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
Virgem	34	5.6	6.2	2.0	27.0	179	3.2	1.8
Replantio	34	5.7	6.3	1.8	2.9	124	3.1	1.6

(¹)Índice SMP;

(²)M.O. – matéria orgânica.

APÊNDICE 10 - Dados meteorológicos dos anos de 2005 e 2006 da Estação Agrometeorológica da EEA – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, obtidos junto ao Departamento de Agrometeorologia e plantas forrageiras.

Ano	mês	RS ⁽¹⁾ cal/m ² /dia	Temperatura do ar (°C)			Chuva mm	UR ⁽²⁾ %	Vento m/s	ETo ⁽³⁾ mm
			Med	Max	Min				
2005	Jan	585	24,7	32,1	17,8	29,9	73	1,7	174,7
	Fev	470	24,1	30,5	19,0	73,5	76	1,7	126,8
	Mar	415	22,6	28,8	17,1	145,3	79	1,4	106,6
	Abr	281	18,8	24,5	14,0	84,5	84	1,1	68,7
	Mai	215	16,7	22,4	11,8	194,6	86	1,0	51,0
	Jun	157	11,7	15,8	8,5	53,6	74	0,9	68,9
	Jul	230	12,9	19,8	6,6	47,7	83	1,1	52,2
	Ago	225	15,2	21,5	10,5	186,6	83	1,6	55,5
	Set	288	14,7	19,5	10,0	235,7	84	2,1	69,9
	Out	365	18,3	23,3	13,6	267,4	83	2,0	96,5
	Nov	534	21,1	28,1	14,5	47,7	75	2,2	148,8
	dez	579	22,0	28,7	15,9	63,9	74	2,2	168,9
	Média	-	18,6	24,6	13,3	-	-	1,6	-
	Total	-	-	-	-	1.430,4	-	-	1.188,5
2006	Jan	521	24,6	31,0	19,4	137,9	80	1,6	139,4
	Fev	397	23,3	29,6	18,3	27,4	81	0,8	101,2
	Mar	347	23,1	29,7	17,3	19,3	78	1,0	84,7
	Abr	322	18,9	25,7	13,3	24,6	75	0,7	81,6
	Mai	222	14,4	20,4	9,4	174,4	78	0,8	53,6
	Jun	194	14,8	20,0	9,9	84,0	81	0,9	43,9
	Jul	195	15,8	21,4	11,2	77,8	84	1,1	46,6
	Ago	260	13,6	20,0	8,0	131,9	82	1,3	60,7
	Set	254	16,9	22,4	12,2	206,1	82,2	1,7	58,5
	Out	312	20,3	25,1	16,3	253,3	84,3	1,9	85,3
	Nov	473	20,2	26,5	14,1	107,7	75	1,8	126,1
	dez	477	21,9	27,9	16,2	92,7	77	1,4	134,2
	Média	-	19,0	25,0	13,8	-	-	1,3	-
	Total	-	-	-	-	1.337,1	-	-	1.015,8

⁽¹⁾RS – Radiação Solar; ⁽²⁾UR – Umidade relativa do ar; ⁽³⁾ETo – Evatranspiração calculada pelo método de Penman.