

INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM PORTA-ENXERTO DE PESSEGUIERO CV OKINAWA¹

JOSÉ LUIS DA SILVA NUNES², PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA³,
GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN³, JOSÉ CARLOS FACHINELLO⁴

RESUMO – O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre o crescimento vegetativo, conteúdo de macronutrientes e de substâncias de reserva de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv Okinawa. O experimento foi realizado em telado, e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 20 plantas por parcela e quatro repetições. Foram testadas três espécies de FMA (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e um tratamento-testemunha, não-inoculado. A altura, o diâmetro, a área foliar, as biomassas fresca e seca, o conteúdo de macronutrientes e de substâncias de reserva foram avaliados aos 360 dias após a semeadura. Todas as plantas inoculadas com FMA apresentaram maior altura e diâmetro, quando comparadas à testemunha, sendo que *Acaulospora sp.* promoveu as melhores respostas. *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* induziram um crescimento intermediário às plantas. Os FMAs proporcionaram aumento na absorção de nitrogênio, fósforo e potássio, associados à maior altura, diâmetro do colo, área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e seca das raízes, quando comparadas à testemunha. Todas as plantas inoculadas com FMA tiveram altas taxas de colonização, acima de 90%, sendo que *Acaulospora sp.* colonizou mais intensamente o sistema radicular das plantas.

Termos para indexação: *Prunus persica*, endomicorrizas, propagação, crescimento, nutrição.

INOCULATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN PEACH ROOTSTOCK CV OKINAWA

ABSTRACT – The present study aimed to evaluate the influence of the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation on the vegetative growth, macronutrients and carbohydrate contents in rootstock plants of peach ‘Okinawa’. The experiment was realized at greenhouse conditions and a randomized block design was applied, with 20 plants per plot and four repetitions. Three AMF species (*Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) and non-inoculated treatment were tested. The stem height and diameter, foliage area, fresh and dry biomass, macronutrients and carbohydrate contents were evaluated 360 days after the sowing. All the AMF inoculated plants presented bigger stem height and diameter, when compared to the non-inoculated, and *Acaulospora sp.* rendered the best results. *G. clarum* and *G. etunicatum* induced an intermediate and similar response of the plants. AMF favored the nitrogen, phosphorus and potassium absorption, contributing to the best plant responses regarding to stem height, diameter, foliage area, fresh and dry mass of the stem and dry mass of the roots, when compared to the non-inoculated plants. All inoculated AMF plants had high colonization rate, above 90%, and *Acaulospora sp.* colonized the root system of the plants most intensely.

Index terms: *Prunus persica*, endomycorrhizae, plant propagation, growth, nutrition.

INTRODUÇÃO

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são componentes comuns da rizosfera e das raízes da maioria das plantas superiores, estando amplamente distribuídos no reino vegetal (Dodd, 2000). Os benefícios dessa simbiose, expressos principalmente como o estímulo ao crescimento vegetal, devem-se a fatores nutricionais, principalmente ao aumento da absorção de nitrogênio (Costa & Lovato, 2004), fósforo e potássio (Calvet et al. 2003). Os FMAs, além de melhorar o estado nutricional das mudas, aceleram seu crescimento e melhoram o vigor das mesmas na sua fase de formação (Lindermann & Davies, 2001).

No Rio Grande do Sul, a cultura do pessegueiro é marcada pela produção em pequenas propriedades (Farias et al., 2003).

Como a vida útil das plantas de pessegueiro não é longa, em torno de 15 anos, faz-se necessária a renovação do cultivo em curtos períodos. Em áreas de replantio, normalmente as plantas apresentam crescimento lento e elevada mortalidade, mal conhecido como “doenças de replantio” (González & Sotomayor, 2005). Esse mal é causado pela liberação de toxinas no solo pelas plantas do gênero *Prunus* que, ao se hidrolisarem, produzem fitotoxinas para outras plantas do mesmo gênero, principalmente no caso do pessegueiro (González & Sotomayor, 2005). Soma-se a isto a incidência de fatores bióticos (nematóides) e abióticos (deficiências hídricas e nutricionais) (Calvet et al., 2003).

Mudas de pessegueiro inoculadas com FMA, além de apresentarem melhor crescimento e maior produção, apresentam baixos percentuais de mortalidade em áreas de replantio (Calvet et al., 2003). A eficiência da simbiose, porém, é variável com a

¹(010-08). Recebido em: 03-01-2008. Aceito para publicação em: 26-08-2008. Trabalho financiado pelo CNPq.

²Engenheiro Agrônomo, Dr., rua Silvio Silveira Soares, 2406/130, bairro Camaquã, Porto Alegre-RS, CEP 91910-460. E-mail: silva.nunes@ufrgs.br.

³Engenheiro Agrônomo, Dr., PPGFitotecnia, Professor Adjunto do Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 15.100, CEP 91501-970, Porto Alegre-RS. E-mail: pvdsouza@ufrgs.br, marodin@vortex.ufrgs.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, CP 354, CEP 96010-900 Pelotas-RS. E-mail: jfachi@ufpel.tche.br.

espécie de fungo (Harrison, 1999).

O uso dos FMAs na produção de mudas em viveiros, onde o solo é desinfestado, pode ter grande potencial de utilização, devido a sua capacidade de tornar o sistema radicular das plantas mais eficiente quanto à absorção de água e nutrientes (Souza et al., 1998), de aumentar a tolerância aos estresses bióticos e abióticos e conferir às plantas maior resistência ao transplante (Hooker et al., 1994). Associado a isto, o uso de cultivares de porta-enxerto que apresentem resistência aos nematóides e boa tolerância às deficiências hídricas, como a cv. Okinawa, melhora a qualidade das mudas produzidas (Giacobbo et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de três espécies de FMA sobre o crescimento e nutrição mineral de plantas do porta-enxerto de pessegueiro cv. Okinawa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em telado de sombrite, 50% de sombreamento, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, município de Eldorado do Sul-RS, localizada à latitude 30° 05' sul e longitude 51° 39' oeste, entre os anos de 2003 e 2004.

Os caroços do porta-enxerto foram estratificados em areia esterilizada e colocados por um período de 45 dias em refrigerador, à temperatura de 4°C, visando a superar a dormência da semente. Após o período de estratificação, as sementes foram retiradas dos caroços e semeadas em leito de areia esterilizada, em casa de vegetação. Quando apresentavam cerca de 5 cm, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos pretos de 5 litros de volume, contendo substrato constituído de terra argilosa, areia com granulometria média e resíduo decomposto de casca de acácia-negra. O substrato foi esterilizado previamente com solução de formaldeído a 10%. Testaram-se quatro tratamentos, sendo três com inoculação de FMA (*Acaulospora* sp., *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e um tratamento-testemunha não-inoculado. A inoculação dos FMAs foi realizada através da adição de 30 gramas, em cada saco plástico, de raízes e solo rizosférico de orégano (*Origanum vulgare* Link), planta utilizada como multiplicadora das espécies de FMA, isoladas a partir de amostras de solos de vinhedos da serra gaúcha e multiplicadas por cultivos monospóricos. O inóculo foi disposto em uma camada situada na porção mediana do recipiente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 20 plantas por parcela e 4 repetições.

Aos 360 dias após a semeadura, foi feita avaliação da altura, desde o colo até o ápice da haste principal, com uso de trena, e do diâmetro da haste principal, na altura do colo das plantas, com uso de paquímetro. Além disso, 5 plantas de cada repetição foram usadas para a determinação da área foliar, através do uso de medidor de área foliar marca Li-Cor LI-3000, e biomassa fresca e seca da parte aérea e raízes, através de pesagem e secagem em estufa a 65°C até peso constante. As amostras secas foram moídas para avaliação de conteúdo de macronutrientes por digestão, destilação e espectrofotometria de chamadas do tecido vegetal, segundo método de Tedesco et al. (1995). Um grama de cada amostra foi acondicionado em tela especial para filtragem

de alimentos, anotando-se os pesos de cada tela antes e após serem submetidos a processo de digestão em solução aquosa com 5% de ácido tricloroacético (99%) e 35% de metanol (99%), visando à extração de todos os componentes do tecido vegetal (carboidratos, gorduras, etc.), que não fossem fibras (celulose, hemicelulose e lignina), conforme convencionado como substâncias de reserva no método descrito por Priestley (1965). Segmentos de raízes secundárias foram coletados para determinar a colonização radicular (nº segmentos infectados/total analisado) e índices de presença de hifas (0 – ausência; 1 - fraca; 2 - moderada; 3 - intensa), vesículas e arbúsculos (0: ausência; 1: 1 a 50; 2: 51 a 100; 3: mais de 100 estruturas/cm de radícula) (Nemec, 1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan (Duncan, 1955), ao nível de 5% de significância. Foram feitas análises de correlação simples, empregando-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) com valores máximos representados por $r = 1$ e $r = -1$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de FMA incrementaram o crescimento das plantas do porta-enxerto cv Okinawa, induzindo maior altura e diâmetro quando feita a comparação com a testemunha (Tabela 1). *Acaulospora* sp. proporcionou maior altura e diâmetro que as outras espécies, até o momento da enxertia. *G. clarum* e *G. etunicatum* propiciaram crescimento intermediário a *Acaulospora* sp. e à testemunha, e semelhante entre si.

Nas simbioses micorrízicas, a especificidade entre fungo e planta não existe (Locatelli & Lovato, 2002). Porém, Haas & Menge (1990) e Silva & Siqueira (1991) observaram que as espécies de FMA responderam de forma diferenciada aos fatores climáticos e às características químicas e físicas do solo. Além disso, têm sido relatadas diferenças entre as espécies de FMA na promoção do crescimento e do desenvolvimento de uma mesma espécie vegetal, sendo interpretadas como especificidade funcional (Locatelli & Lovato, 2002; Silveira et al., 2002). Nas condições do presente estudo, onde o ambiente e o substrato eram semelhantes, as respostas diferenciadas observadas do cultivar porta-enxerto, segundo a espécie de FMA inoculada, se devem, portanto, a essa compatibilidade funcional entre os simbiontes.

A inoculação com *Acaulospora* sp. propiciou maior área foliar às plantas, comparativamente àquelas inoculadas com os demais FMAs. Plantas inoculadas com *G. clarum* e *G. etunicatum* apresentaram área foliar semelhante entre si e superior à testemunha (Tabela 1). 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 (Cavalcante et al., 2001). Cavalcante et al. (2002) e Costa et al. (2001) observaram que a simbiose planta-FMA proporcionou aumento na área foliar das frutíferas em função do aumento da absorção de nutrientes. Além disso, algumas espécies de FMA têm a capacidade de incrementar o tamanho e o número de folhas de plantas frutíferas, o que favorece o aumento na área fotossinteticamente ativa (Souza et al., 1998).

A resposta obtida com a biomassa fresca e seca da parte aérea foi semelhante à verificada para altura, diâmetro e área foliar, onde plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram resultados superiores as demais, enquanto as inoculadas com *G. clarum* e *G. etunicatum* apresentaram comportamento semelhante entre si e superior à testemunha (Tabela 1). A inoculação das plantas com *G. clarum* e *G. etunicatum* propiciou maior biomassa fresca às raízes, semelhantes entre si e superiores as com *Acaulospora sp.* e à testemunha, enquanto estas não apresentaram diferenças estatísticas. A biomassa seca das raízes foi superior em plantas inoculadas com *G. etunicatum*, enquanto as inoculadas com *Acaulospora sp.* e *G. clarum* apresentaram comportamento semelhante entre si e superior à testemunha.

Diversos autores (Read & Boyd, 1986; Allen, 1991; Silveira et al., 2002) relataram que a diferença observada entre a biomassa fresca da parte aérea de plantas inoculadas e não-inoculadas pode ser atribuída à característica dos FMAs em promover maior absorção e conteúdo de água em plantas micorrizadas. Saliendra et al. (1995) e Augé (2001) observaram que a simbiose micorrízica proporcionou alterações nas taxas de absorção de água em plantas hospedeiras, com conseqüentes efeitos na hidratação dos tecidos, na biomassa fresca e na fisiologia das folhas. Tais relatos corroboram os resultados obtidos neste trabalho.

Silveira et al. (2002) observaram que a biomassa seca pode apresentar comportamento semelhante entre plantas inoculadas e não-inoculadas. Siqueira et al. (1998), por outro lado, afirmaram que a inoculação das plantas pode promover aumentos da biomassa seca, que podem variar de 10% a 800%, sendo que as maiores e mais consistentes respostas foram observadas em plantas jovens, na fase de viveiro. Neste estudo, os resultados relativos à biomassa seca não foram iguais, sendo que plantas inoculadas com os FMAs apresentaram comportamento superior à testemunha, o que pode ser atribuído à maior área foliar que, juntamente com a altura, contribuiu para o acúmulo de biomassa seca, em resposta à maior produção de fotoassimilados (Minhone & Auler, 2003).

Plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram os maiores percentuais de macronutrientes nos tecidos vegetais, tanto na parte aérea quanto nas raízes, exceção feita ao cálcio da parte aérea e das raízes, e ao magnésio da parte aérea, onde todas as espécies de FMA proporcionaram resultados inferiores à testemunha, e ao magnésio das raízes, em que não houve diferenças entre os tratamentos (Tabela 2). *G. clarum* e *G. etunicatum* apresentaram percentuais semelhantes de nitrogênio, tanto na parte aérea como nas raízes, superiores à testemunha. A maior absorção de nitrogênio pelas plantas inoculadas com as espécies de FMA contribuiu para que esses tratamentos tenham apresentado maiores respostas em termos de crescimento em altura e diâmetro, em área foliar e biomassa fresca e seca da parte aérea e de raízes, quando comparados à testemunha. A contribuição das micorrizas para o aumento da absorção de nitrogênio pode ser estimada entre 10% a 15% (Maschner & Dell, 1994), podendo chegar a 25% (Siqueira et al., 2002), em função da capacidade das hifas de crescer além da zona de

esgotamento que se forma próximo à superfície das raízes absorventes.

Plantas inoculadas com *G. clarum* e *G. etunicatum* apresentaram, na parte aérea, percentuais de fósforo semelhantes entre si e superiores à testemunha. O mesmo comportamento foi observado para o potássio. O conteúdo de fósforo nas raízes das plantas inoculadas com *G. etunicatum* foi igual ao das inoculadas com *Acaulospora sp.* e superior ao das com *G. clarum*, que, por sua vez, foi superior à testemunha. Já o percentual de potássio nas raízes foi semelhante entre as plantas inoculadas com *G. clarum* e *G. etunicatum* e a testemunha, sendo que todos foram inferiores ao das com *Acaulospora sp.* Minihoni & Auler (2003) destacaram que os FMAs são vitais para as plantas, pois proporcionam aumentos estimados em até 80% na absorção de fósforo (Maschner & Dell, 1994) e de 60% para o potássio (Siqueira et al., 2002). A maior absorção de nutrientes resulta do aumento da superfície e da capacidade de absorção das raízes proporcionado pelas hifas e micélio externo dos FMAs, permitindo maior acessibilidade aos nutrientes, além de propiciar a utilização de formas não-disponíveis às raízes não-colonizadas, por solubilização e mineralização dos nutrientes na rizosfera (Siqueira et al., 2002). Se a difusão química dos nutrientes é limitante, as hifas podem aumentar a área de absorção das raízes em até 700%, em função de seu pequeno diâmetro e grande ramificação no solo (Minihoni & Auler, 2003).

As plantas-testemunha apresentaram percentuais de cálcio na parte aérea e nas raízes e magnésio na parte aérea maiores que as plantas inoculadas (Tabela 2). O percentual de cálcio, tanto na parte aérea como nas raízes, foi igual nas plantas inoculadas com FMA. Quanto ao magnésio na parte aérea, os percentuais nas plantas inoculadas com *G. etunicatum* e *Acaulospora sp.* foram iguais e superiores ao tratamento com a espécie *G. clarum*. Já o percentual de magnésio nas raízes não apresentou diferenças entre os tratamentos. A diminuição da concentração desses elementos em plantas inoculadas pode ser devido a sua diluição nos tecidos, em função do incremento no crescimento vegetativo de plantas colonizadas (Silveira et al., 2002), ou da capacidade dos FMAs em reduzir a absorção desses elementos (Souza, 2000), em função de um efeito-tampão proporcionado pelos fungos (Souza et al., 2005), o que está em concordância com os resultados obtidos neste trabalho.

Também foi verificado que as plantas inoculadas com *Acaulospora sp.* apresentaram os maiores teores de substâncias de reserva (carboidratos, gorduras, ácidos graxos, etc.), tanto para os tecidos da parte aérea quanto das raízes (Tabela 2). Para a parte aérea, os tratamentos com *G. clarum* e *G. etunicatum* foram semelhantes entre si e superiores à testemunha neste parâmetro de avaliação. Com relação às raízes, as plantas inoculadas com *G. etunicatum* apresentaram maior quantidade de substâncias de reserva comparativamente àquelas inoculadas com *G. clarum* e a testemunha, que foram semelhantes entre si. A maior aceleração no crescimento em altura e área foliar das plantas inoculadas com FMA possibilita às mesmas maiores áreas fotossintéticas e, por conseqüência, maior nível de produção de fotoassimilados e acúmulo de biomassa (Wright et al., 1998). Além disso, ao induzir um maior diâmetro do caule, os FMAs

proporcionam às plantas a capacidade de translocar maior volume de nutrientes e água para a parte aérea, que seriam utilizados no crescimento vegetativo, no acúmulo de biomassa e nos processos metabólicos e fotossintéticos da planta (Mazzoni-Viveiros & Trufem, 2004).

Todos os tratamentos com FMA apresentaram altas taxas de colonização, acima de 90%, sendo que o com *Acaulospora sp.* foi superior aos demais tratamentos, enquanto *G. clarum* e *G. etunicatum* apresentaram comportamento semelhante. O número de esporos recuperados no substrato do tratamento com *Acaulospora sp.* foi superior ao recuperado no substrato do tratamento com *G. etunicatum*, e este foi superior ao do tratamento com *G. clarum*. Os índices de colonização das raízes com hifas, vesículas e arbúsculos foram considerados de fracos a médios para todas as espécies de FMA (Nemec, 1992), sendo que só ocorreu diferença entre os inoculados com *Acaulospora sp.* e *G. clarum*, enquanto *G. etunicatum* teve um comportamento intermediário. Também foi observada uma pequena contaminação por FMA nas plantas-testemunha, que se traduziu, basicamente, em presença de hifas e arbúsculos, sem vesículas. Essa contaminação, considerada incipiente e normal, pode ser atribuída 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%. Em outros estudos (Schmitz et al., 2001; Silveira et al., 2002), cujos processos de desinfestação do substrato eram semelhantes, também foram observadas contaminações. Os resultados de colonização radicular indicam a maior eficiência da simbiose de *Acaulospora sp.* com o porta-enxerto cv. Okinawa, nas condições em que foi realizado este estudo.

Ao avaliar o grau de associação entre os diversos parâmetros de crescimento e nutrição mineral da cv. Okinawa com a colonização radicular pelos FMAs, 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, independentemente da espécie de FMA inoculado (Tabela 4). As correlações positivas foram consideradas significativas ($P < 0,01$) entre o percentual de colonização das raízes e a altura da planta, o diâmetro do caule, a biomassa fresca e seca da parte aérea, o percentual de nitrogênio e de potássio na parte aérea, e de fósforo na parte aérea e nas raízes, 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 biomassa fresca e seca das raízes e o percentual de nitrogênio das raízes. As correlações negativas foram consideradas significativas entre o percentual de colonização das raízes e o percentual de cálcio ($P < 0,01$), tanto da parte aérea como das raízes, e o percentual de magnésio na parte aérea ($P < 0,05$). Os percentuais de potássio e magnésio nas raízes não apresentaram correlação com o percentual de colonização das mesmas.

Silveira et al. (2002) observaram que correlações positivas indicam uma relação direta entre as variáveis estudadas, significando que, no caso deste estudo, valores elevados de colonização radicular foram responsáveis por valores elevados do parâmetro avaliado. Ao contrário, correlações negativas indicam relações inversas entre as variáveis avaliadas.

Diversos autores relatam ter observado correlações significativas entre a percentagem de colonização, as respostas de crescimento das plantas e o conteúdo de nutrientes. Chu (1999) e Anjos et al. (2005), que trabalharam com plantas de açaizeiro e maracujazeiro-doce, respectivamente, observaram correlações significativas entre os dados de colonização de raízes e crescimento das mudas, indicando que altos percentuais de colonização proporcionam crescimento elevado. Oliveira et al. (2003), trabalhando com plantas de bananeiras inoculadas com FMA, relatam ter observado correlações positivas significativas entre a percentagem de colonização e os teores de potássio e correlações negativas para cálcio, o que permitiu aos autores inferir que a associação micorrízica foi importante para o estímulo de absorção de potássio e para a diminuição da absorção de cálcio. Oliveira & Oliveira (2004), trabalhando com cupuaçuzeiro e guaranazeiro, encontraram correlações significativas positivas entre os percentuais de colonização radicular e os teores de nitrogênio, fósforo e potássio dos tecidos foliares destas plantas, mostrando que a colonização por FMA das raízes está relacionada a elevados teores de macronutrientes foliares. Tais relatos coincidem com os resultados obtidos neste estudo.

Costa et al. (2001), trabalhando com plantas de aceroleiras, observaram correlações significativas entre área foliar e biomassa seca para cv. Miró, e altura e biomassa seca para cv. Barbados, não observando, porém, correlação entre esses parâmetros e o percentual de colonização das raízes, ao contrário do que foi observado neste trabalho.

TABELA 1 – Altura, diâmetro (Ø), área foliar (AF), biomassa fresca (BF) e seca (BS) da parte aérea e das raízes, e relação entre biomassa seca da parte aérea (BSP) e biomassa seca das raízes (BSR) de plantas da cv Okinawa inoculadas com FMA.

Tratamento	Altura (cm)	Ø (mm)	AF (cm ² /planta)	Parte Aérea		Raízes	
				BF (g)	BS (g)	BF (g)	BS (g)
<i>Acaulospora sp.</i>	136,46a	8,42a	979,78a	197a	133a	75b	40b
<i>G. clarum</i>	126,65b	7,79b	764,31b	163b	115b	88a	40b
<i>G. etunicatum</i>	129,04b	7,87b	739,82b	167b	115b	89a	51a
Testemunha	119,23c	7,24c	507,14c	142c	88c	71b	30c
C.V. (%)	3,88	2,17	12,24	21,54	19,89	12,44	13,22

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

TABELA 2 – Teor nutricional e substâncias de reserva encontrados na parte aérea (folhas e hastes) e raízes de plantas da cv Okinawa inoculadas com FMA.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Substância de reserva
% na planta.....					
Parte aérea						
<i>Acaulospora sp.</i>	2,35a	0,16a	2,07a	1,36b	0,54b	39,81a
<i>G. clarum</i>	2,23b	0,15b	1,74b	1,32b	0,49c	35,05b
<i>G. etunicatum</i>	2,22b	0,15b	1,82b	1,30b	0,53b	35,53b
Testemunha	2,05c	0,14c	1,60c	1,50a	0,59a	27,29c
C.V.(%)	2,56	2,61	4,75	4,04	2,36	5,24
Raízes						
<i>Acaulospora sp.</i>	0,90a	0,13a	0,46a	0,37b	0,13 ^{ns}	28,38a
<i>G. clarum</i>	0,81b	0,12b	0,35b	0,31b	0,13 ^{ns}	21,02c
<i>G. etunicatum</i>	0,82b	0,13a	0,31b	0,33b	0,13 ^{ns}	24,28b
Testemunha	0,72c	0,11c	0,31b	0,46a	0,14 ^{ns}	19,41c
C.V.(%)	5,51	4,05	11,76	12,57	7,57	2,58

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

TABELA 3 - Colonização radicular, número de esporos recuperados no substrato e presença de hifas, vesículas e arbúsculos em raízes de plantas da cv Okinawa inoculadas com FMA.

Tratamentos	Colonização (%)	Esporos			
		(número/100g substrato seco)	Hifas	Vesículas	Arbúsculos
<i>Acaulospora sp.</i>	97,00a	217a	1,57a	1,32a	1,53a
<i>G. clarum</i>	91,76b	156c	1,49b	1,26b	1,44b
<i>G. 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.

TABELA 4 - Correlação entre parâmetros de crescimento e nutrição mineral de plantas da cv Okinawa e colonização radicular (%) por FMA. 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 biomassa fresca da parte aérea	0,62**	0.0021
% Colonização x biomassa fresca das raízes	0,52*	0.0150
% Colonização x biomassa seca da parte aérea	0,60**	0.0024
% Colonização x biomassa 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, pelo teste de Duncan. ^{ns}Não-significativo.

CONCLUSÃO

O uso das espécies de fungos micorrízicos arbusculares *Acaulospora sp.*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* beneficia as plantas do porta-enxerto da cv Okinawa, acelerando o seu desenvolvimento vegetativo e melhorando o seu conteúdo de macronutrientes, principalmente quando a inoculação é feita com *Acaulospora sp.*

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.F. **The ecology of mycorrhizae**. San Diego: Cambridge University Press, 1991. 184 p.
- 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.
- AUGÉ, R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhiza**, Adelaide, v. 11, p. 3 - 42, 2001.
- 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 Brasílica**, Brasília, 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, p.634-649, 2002.
- CALVET, C.; ESTAÚN, V.; CAMPRIBÍ, A.; HERNÁNDEZ-DORREGO, A.; PINOCHET, J.; MORENO, M. A. Aptitude for mycorrhizal root colonization in *Prunus* rootstocks. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.9, n.1, p. 1-10, 2003.
- CHU, E.Y. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on *Eutrypa oleracea* Mart. seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1019-1024, 1999.
- 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, M.D.; LOVATO, P.E. Fosfatases na dinâmica do fósforo do solo sob culturas de cobertura com espécies micorrízicas e não-micorrízicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n. 6, p.603-605, 2004.
- 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.
- DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. **Biometrics**, Maryland, n. 11, p. 1- 42, 1955.
- FARIAS, R.M.; NUNES, J.L.S.; MARTINS, C.R.; GUERRA, D.S.; ZANINI, C.; MARODIN, G.A.B. Produção Concencional x Integrada em pessegueiro na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 253-255, 2003.
- GIACOBBO, C.L.; FARIA, J.L.C.; CONTO, O.; BARCELLOS, R.F.; GOMES, F.R.C. Comportamento de pessegueiro (*Prunus persica* L.) cv. Chimarrita em diferentes sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 242-244, 2003.
- GONZÁLEZ, E.; SOTOMAYOR, C. Efeito alelopático de glucosídeos cianogénicos sobre plântulas de durazneiro Nemaguard. **Ciencia e Investigacion Agrária**, Santiago, v. 32, n. 2, p. 13–18, 2005.
- HAAS, J.H.; MENGE, J.A. V.A mycorrhizal fungi and soil characteristics in avocado (*Persea americana* Mill.) orchard soil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 127, n. 2, p. 207-212, 1990.
- HARRISON, M.J. Molecular and cellular aspects of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.50, p.361 – 389, 1999.
- HOOKE, 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.
- 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.
- LOCATELLI, L.M.; LOVATO, P.E. Inoculação micorrízica e aclimatização de dois porta-enxertos de macieira micropropagados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 177 - 184, 2002.
- MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. In: ROBSON, A.D.; ABBOT, L.K.; MALAJCZUK, N. (Ed.). Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994. p. 89 – 102.
- 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.
- 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.
- NEMEC, S. *Glomus intraradix* effects on citrus roostock seedling growth in various potting media. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.118, p.315-323, 1992.
- 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**, Campinas, v. 28, p. 1063–1068, 2004.
- PRIESTLEY, G.A. New method for the estimation of the resources of apple tress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 16, p. 717 – 721, 1965.
- READ, D.J.; BOYD, R. Water relations of mycorrhizal fungi and their host plants. In: AYRES, P.G.; BOYD, L. (Ed.). **Water, fungi and plants**. London: Syndicate of the University of Cambridge, 1986. p. 287-303.
- SALIENDRA N.Z.; SPERRY J.S.; COMSTOCK J.P. Influence of leaf water status on stomatal response to humidity, hydraulic conductance, and soil drought in *Betula occidentalis*. **Planta**, Heidelberg, v. 196, n. 2, p. 357–366, 1995
- SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.; KOLLER, O.C. Vegetative growth of *Poncirus trifoliata* L. Raf. Inoculated with mycorrhizal fungi in three growing media. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v. 32, n. 19, p. 3031 – 3043, 2001.
- SILVA, L.F.C.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influência de diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 283-288, 1991.
- SILVEIRA, S.V.; SOUZA, P.V.D.; KOLLER, O.C. Efeito dos fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento do abacateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1597 – 1604, 2002.
- SIQUEIRA, J.O.; LAMBAIS, M.R.; STÜRMER, S.L. Fungos micorrízicos arbusculares: origem e características dos fungos Glomaleanos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 25, p. 12 – 21, 2002.
- SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN-JÚNIOR, 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.
- 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.; ABAD, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M. Efecto de sustrato de cultivo y hongos micorrízicos arbusculares sobre el desarrollo vegetativo y el contenido en carbohidratos en plantas de citrange troyer injertadas de mandarina Marisol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 235-245, 1998.
- 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. monstrosa Swing.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n. 2, p. 285 – 287, 2005.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de solos, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).
- WRIGHT, D.P.; SCHOLE, 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.