

Substratos e fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento vegetativo de Citrange Troyer

Paulo Vitor Dutra de Souza⁽¹⁾; Edgar Carniel⁽²⁾;
José Antônio Kröeff Schmitz⁽³⁾ e Samar Velho da Silveira⁽⁴⁾

Resumo – O presente estudo teve por objetivos avaliar o efeito da composição do substrato e da inoculação de duas espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (*Glomus clarum* e *Acaulospora scrobiculata*) sobre o desenvolvimento vegetativo, o conteúdo em substâncias de reserva nos tecidos e a porcentagem de colonização radicular por FMA em Citrange Troyer (*Poncirus trifoliata* L. RAF. x *Citrus sinensis* L. Osb.). Os tratamentos consistiram de dois substratos: S1 = solo + areia (1:1, v:v) e S2 = solo + areia + resíduo decomposto de casca de acácia-negra (2:2:1, v:v:v) ambos com e sem inoculação isolada de duas espécies de FMA (*G. clarum* e *A. scrobiculata*). Constatou-se que a adição de resíduo decomposto de casca de acácia-negra melhorou as características químicas e físicas do substrato, permitindo um maior desenvolvimento vegetativo e acúmulo de substâncias de reserva às plantas de Citrange Troyer em relação ao substrato solo + areia. A eficiência da simbiose foi variável com o substrato e com a espécie de FMA, em que o efeito positivo dos FMA foi observado apenas no substrato solo + areia, mais pobre nutricionalmente, sendo *A. scrobiculata* a espécie mais eficiente.

Termos para indexação: *Citrus* sp., porta-enxerto, endomicorrizas, cultivo protegido.

Influence of growing media and arbuscular mycorrhizal fungi on the vegetative development of Citrange Troyer

Abstract – The present study had the aim of evaluating the effects of substrate composition and the inoculation of two species of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) (*Glomus clarum* and *Acaulospora scrobiculata*) on the vegetative development, carbohydrate contents and percentage of radicular colonization settling by AMF in Citrange Troyer (*Poncirus trifoliata* L. RAF. x *Citrus sinensis* L. Osb.). The treatments consisted of two substrates: S1 = soil + sand (1:1, v:v), and S2 = soil + sand + decomposed residue of acacia (2:2:1, v:v:v). Both treatments were submitted to inoculation with two species of AMF (*G. clarum* e *A. scrobiculata*) and no inoculation. The addition of a source of O. M. (decomposed residue of acacia bark) in S2, improved the chemical and physical properties of the substrate, resulting in better vegetative development of the citrus plants. Also, a significant interaction between type of substrate and effect of AMF on dry matter (aerial part and roots) and carbohydrate contents was determined. Efficiency of symbiosis varied according to substrate composition and AMF species. A positive effect of AMF was noted only when the mixture soil + sand was used, a poorer substrate, being *A. scrobiculata* the most efficient species.

Index terms: *Citrus* sp., rootstocks, endomycorrhizae, protected cropping.

Introdução

O Citrange Troyer (*Poncirus trifoliata* L. RAF. x *Citrus sinensis* L. Osb.) é um porta-enxerto muito

empregado na citricultura internacional, como na Espanha, por exemplo, com grande potencial para ser usado nas condições do Rio Grande do Sul. Além disso, apresenta uma

grande dependência por fungos micorrízicos arbusculares (Souza, 1995).

A produção tradicional de mudas de Citrange Troyer (*Poncirus*

⁽¹⁾Eng. agr., Dr., professor adjunto, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, UFRGS, bolsista CNPq, C.P. 776, 91710-000 Porto Alegre, RS, fone: (051) 3316-6583, e-mail: pvd Souza@vortex.ufrgs.com.br.

⁽²⁾Eng. agr., mestrando em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

⁽³⁾Eng. agr., M.Sc., doutorando em Ciência dos Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, bolsista Capes.

⁽⁴⁾Eng. agr., M.Sc., doutorando em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, bolsista CNPq, e-mail: svsv@cidadeinternet.com.br.

trifoliata L. RAF. x *Citrus sinensis* L. Osb.) no Rio Grande do Sul é feita em viveiros a céu aberto, cultivadas diretamente no solo, favorecendo a infestação por patógenos. Outra desvantagem do sistema tradicional é o longo período (três anos) necessário para produção de mudas de citros. Neste sentido, o cultivo protegido com uso de substrato livre de patógenos permite a produção de mudas saudáveis e em menos tempo (Schmitz, 2000).

No entanto, o emprego de substratos esterilizados faz com que estes não apresentem fungos micorrízicos arbusculares (FMA), os quais são benéficos, incrementando o crescimento das mudas cítricas e reduzindo o estresse do transplante (Souza, 1995). O mutualismo planta – FMA é influenciado pela cultivar de citros e pelas características do substrato empregado (Silva et al., 2002).

Na região produtora de mudas de citros do Rio Grande do Sul, situada no Vale do Rio Taquari e Rio Caí, existem indústrias extratoras de tanino de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). Esta atividade gera resíduo (casca de acácia-negra) que pode ser usado como componente de substratos, reduzindo seu custo e podendo melhorar as características químicas e físicas das misturas.

O objetivo deste experimento foi testar o uso de resíduo decomposto de casca de acácia-negra como componente de substrato e o efeito de FMA sobre o desenvolvimento vegetativo, o conteúdo de substâncias de reserva nos tecidos e porcentagem de colonização radicular por FMA em Citrange Troyer.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de 25/8/1997 a 9/1/1998, no Setor de

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

Cultivou-se o Citrange Troyer (*Poncirus trifoliata* L. RAF. x *Citrus sinensis* L. Osb.) em dois substratos (S1 = solo + areia, 1:1, v:v e S2 = solo + areia + resíduo decomposto de casca de acácia-negra (RDCA), 2:2:1, v:v:v), inoculados e não inoculados isoladamente, com duas espécies de FMA (*Glomus clarum* Nicol. & Schenck, *Acaulospora scrobiculata* Trappe).

O material de solo utilizado na composição do substrato foi coletado do Horizonte B, Argissolo Vermelho distrófico típico, unidade de mapeamento São Gerônimo (Embrapa, 1999) na Estação Experimental Agronômica da UFRGS. A areia utilizada possuía granulometria média (entre 0,6 e 1mm).

O resíduo decomposto de casca de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) foi coletado em um depósito a céu aberto da empresa Tanac/SA (Montenegro, RS). Os substratos sofreram desinfestação prévia com solução de formolaldeído a 7%.

Foram analisadas as características químicas: (pH em água, teor total de sais solúveis (TTSS), capacidade de troca de cátions (CTC), teor de carbono orgânico, substâncias de reserva e físicas (densidade seca – DS, porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente (AR-100) dos dois substratos. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

Para determinação da porosidade total, do espaço de aeração e

da água disponível, os materiais componentes foram caracterizados seguindo a metodologia proposta por De Boodt & Verdonck (1972).

A semeadura foi feita em bandejas alveoladas de isopor (156ml/alvéolo), colocando-se duas sementes por alvéolo. A germinação iniciou-se 30 dias após a semeadura, selecionando-se apenas uma plântula por alvéolo.

Os tratamentos micorrizados receberam 10g/alvéolo de solo rizosférico e raízes de aveia (*Avena strigosa*) colonizadas com as espécies de FMA. A adição do inóculo foi feita imediatamente antes da semeadura. As testemunhas não receberam inóculo de FMA. Quatro meses após a semeadura avaliaram-se a altura (desde o colo até o ápice), o diâmetro do colo das plantas e a matéria seca das mesmas, após mantê-las em estufa, a 65°C, até o peso constante.

Após a secagem, as plantas foram moídas em moinho acoplado com peneira de 20 malhas por polegada. Após moídas, 1g de cada amostra foi submetido à digestão, segundo adaptações ao método descrito por Priestley (1965), citado por Souza (1990), para determinação do teor de substâncias de reserva dos tecidos.

Para determinação da colonização radicular com FMA, foram analisados 30 segmentos de raízes secundárias de aproximadamente 1cm, por repetição, que foram tingidos segundo método descrito por Phillips & Hayman, citado por Souza (1990).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com dois fatores, dez plantas por parcela e quatro repetições. Para a interpretação dos resultados, foi utilizada a análise de variância, sendo a significância das diferenças entre as médias avaliada pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Tabela 1. *Características químicas e físicas de dois substratos, antes de serem cultivados com plantas de Citrange Troyer (Poncirus trifoliata L. RAF. x Citrus sinensis L. Osb.). Porto Alegre, 1997*

Características	S1 ⁽¹⁾	S2 ⁽²⁾
Químicas		
pH	5,8	5,4
.....g/L.....		
TTSS (teor total de sais solúveis)	0,35	0,83
.....cmol _c /L.....		
CTC (capacidade de troca de cátions)	3,8	15,5
.....% MS.....		
C _{org} (carbono orgânico)	0,8	3,7
Físicas		
.....kg/m ³		
DS (densidade seca)	1.487,0	1.062,0
.....m ³ /m ³		
PT (porosidade total)	0,406	0,602
EA (espaço de aeração)	0,181	0,268
AD (água disponível)	0,089	0,158
AFD (água facilmente disponível)	0,077	0,156
AT (água tamponante)	0,12	0,002
AR-100 (água remanescente)	0,136	0,176

⁽¹⁾S1 = solo + areia (1:1, v:v).

⁽²⁾S2 = solo + areia + resíduo decomposto de casca de acácia-negra (2:2:1, v:v:v).

nentes orgânicos, formadores de agregados estruturais, são as únicas fontes de nitrogênio no substrato, excetuando-se a adubação química, e fonte de outros nutrientes para as plantas (principalmente enxofre e fósforo) (Malavolta, 1981), conclui-se que S2 é um substrato mais rico em nutrientes do que S1, apresentando um teor de salinidade um pouco mais elevado, mas não em níveis tóxicos, mesmo para espécies cítricas, consideradas plantas sensíveis à salinidade, segundo Black (1968), citado por Oliveira (1991).

Em relação às características físicas, observa-se que a adição de um material orgânico (RDCA) em S2 melhorou consideravelmente a densidade seca, a porosidade total, o espaço de aeração, a água disponível, a água facilmente disponível, a água tamponante e a água remanescente, em relação a S1, comparando-se com valores de literatura (De Boodt & Verdonck, 1972; Penningsfeld, 1983).

A densidade seca mais elevada de S1, em relação a S2, diminui a porosidade total, gerando menor espaço de aeração e menor disponibilidade de água às plantas (Tabela 1). Nesse sentido, observa-se

Resultados e discussão

A adição de uma fonte de matéria orgânica tornou o substrato 2 (S2) mais ácido, adicionou sais, cátions e carbono orgânico em relação ao substrato 1 (S1) (Tabela 1). Comparando-se os valores obtidos neste experimento com dados da literatura (Verdonck et al., 1981; Penningsfeld, 1983), observa-se que enquanto o substrato 1 apresentou valores de pH e de teor total de sais solúveis (TTSS) mais adequados, o substrato 2 apresentou melhores índices de capacidade de troca de cátions (CTC) e carbono orgânico.

Considerando-se que os compo-

Tabela 2. *Altura e diâmetro do colo de plantas de Citrange Troyer (Poncirus trifoliata L. RAF. x Citrus sinensis L. Osb.), cultivadas em dois substratos e inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. Porto Alegre, RS, 1997⁽¹⁾*

Substrato	Altura			Diâmetro do colo		
	Testemunha	G. clarum	A. scrobiculata	Testemunha	G. clarum	A. scrobiculata
.....mm.....						
S1 ⁽²⁾	47,00 bA	48,5 bA	58,70 aA	1,51 aA	1,70 aA	1,64 aA
S2 ⁽³⁾	51,75 aA	52,5 aA	47,75 aB	1,62 aA	1,58 aA	1,68 aA

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, segundo teste de Duncan.

⁽²⁾S1 = solo + areia (1:1, v:v).

⁽³⁾S2 = solo + areia + resíduo decomposto de casca de acácia-negra (2:2:1, v:v:v).

no S2 que o volume de água disponível e de água facilmente disponível quase duplicou em relação a S1 (Tabela 1), facilitando, portanto, a absorção de água pelas plantas nele cultivadas.

Encontrou-se uma interação significativa entre efeito de substrato e de espécies de FMA para altura de Citrange Troyer (Tabela 2). A inoculação com *A. scrobiculata* proporcionou maior altura das plantas, quando estas foram cultivadas no S1, em relação às plantas testemunhas e as inoculadas com *G. clarum*, ao passo que quando cultivadas no S2 as plantas inoculadas com esta espécie de FMA não tiveram sua altura alterada em relação aos outros tratamentos (Tabela 2).

A inoculação com *G. clarum* não alterou a altura das plantas em nenhum dos substratos estudados, em relação à testemunha. O diâmetro do colo não foi alterado pelos substratos, nem pelos FMA estudados (Tabela 2).

Nos parâmetros de matéria seca da parte aérea e de raízes do Citrange Troyer, também se encontrou uma interação significativa entre efeito de substrato e efeito de espécies de FMA (Tabela 3). As plantas de Citrange Troyer apresentaram maior matéria seca de parte aérea e de raízes ao serem cultivadas no S2, quando em ausência de FMA. Assim como para altura das plantas, a inoculação com FMA somente foi eficaz nas plantas cultivadas no S1, principalmente quando em presença de *A. scrobiculata*. A ação dos FMA nas plantas cultivadas no S2 foi nula para *G. clarum* e prejudicial para *A. scrobiculata*, não alterando matéria seca de parte aérea e raízes.

O maior desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas no S2 pode ser atribuído às suas melhores condições físicas e químicas em relação ao S1 (Tabela 1).

Tabela 3. Matéria seca da parte aérea e das raízes de plantas de Citrange Troyer (*Poncirus trifoliata* L. RAF. x *Citrus sinensis* L. Osb.), cultivadas em dois substratos e inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. Porto Alegre, RS, 1997⁽¹⁾

Substrato	Matéria seca da parte aérea			Matéria seca de raízes		
	Testemunha	<i>G. clarum</i>	<i>A. scrobiculata</i>	Testemunha	<i>G. clarum</i>	<i>A. scrobiculata</i>
S1 ⁽²⁾	0,93bB	0,98abB	1,25aA	1,07bB	1,30abA	1,61aA
S2 ⁽³⁾	1,51aA	1,38abA	1,30bA	1,43aA	1,30aA	1,17bB

⁽¹⁾Números seguidos de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, segundo teste de Duncan.

⁽²⁾S1 = solo + areia (1:1, v:v).

⁽³⁾S2 = solo + areia + resíduo decomposto de casca de acácia-negra (2:2:1, v:v:v).

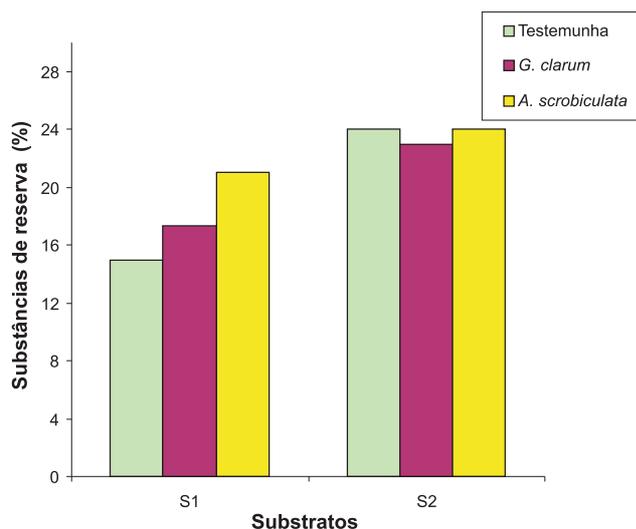


Figura 1. Teor de substâncias de reserva em plantas de Citrange Troyer (*Poncirus trifoliata* L. RAF. x *Citrus sinensis* L. Osb.) cultivadas em dois substratos (S1 = solo + areia (1:1, v:v); S2 = solo + areia + resíduo decomposto de casca de acácia-negra (2:2:1, v:v:v) e inoculadas com FMA (*G. clarum* e *A. scrobiculata*)

Saggin-Júnior & Siqueira (1996), em concordância com os resultados deste trabalho, citam que a influência da matéria orgânica no desenvolvimento vegetativo de mudas micorrizadas é variável de acordo com a espécie de FMA e a quantidade de matéria orgânica presente no sistema. Nos substratos pobres nutricionalmente os FMA são importantes por acelerarem o

desenvolvimento das plantas, situação verificada nas plantas cultivadas no S1. As hifas micorrízicas externas às raízes funcionam como extensão do sistema radicular, aumentando sua capacidade de explorar maior volume de solo, possibilitando maior absorção de nutrientes do solo (Rosand & Dias, 1985).

À semelhança do ocorrido para

altura e matéria seca, em S1 o conteúdo de substâncias de reserva nos tecidos das plantas micorrizadas foi superior ao das não micorrizadas. Não se observou o mesmo em S2 (Figura 1). Neste substrato a inoculação com FMA não alterou os teores de substâncias de reserva das plantas.

Apesar de diferentes respostas obtidas com as duas espécies de FMA estudadas, relacionadas ao desenvolvimento vegetativo e às substâncias de reserva, verifica-se que a colonização radicular foi alta nas duas espécies (acima de 90%), independentemente do substrato estudado. Isso indica que a pouca eficiência da simbiose planta – FMA não necessariamente passa pela baixa colonização radicular.

De uma forma geral, houve uma correlação, em S1, entre os parâmetros altura, matéria seca da parte aérea e de raízes e quantidade de substâncias de reserva. Nesse sentido, a espécie *A. scrobiculata* propiciou maior peso do sistema radicular. No substrato S2, o seu nível nutricional e as suas melhores características físicas propiciaram condições para maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, diminuindo a dependência da planta aos FMA para absorver água e nutrientes. Neste estudo, a espécie *A. scrobiculata* comportou-se como parasítica em S2, pois a altura das plantas micorrizadas com esta espécie foi inferior à testemunha em S2. A espécie *G. clarum*, no entanto, não propiciou maior desenvolvimento às plantas, mas também não apresentou atividade parasítica em nenhum dos substratos testados.

Dessa forma, pode-se dizer que a eficiência da simbiose foi variável com o substrato e com a espécie de FMA, comportamento este já veri-

ficado em outros estudos (Saggin-Júnior & Siqueira, 1996).

Conclusões

- A adição de resíduo decomposto de casca de acácia melhora as características químicas e físicas de um substrato constituído de solo + areia, permite maior desenvolvimento vegetativo e maior quantidade de substâncias de reserva às plantas de Citrange Troyer.

- A eficiência da simbiose varia com o substrato e com a espécie de FMA, em que o efeito positivo dos FMA é observado apenas no substrato mais pobre nutricionalmente, sendo *A. scrobiculata* a mais eficiente.

Literatura citada

1. DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*. Wageningen, n.26, p.37-44, 1972.
2. EMBRAPA (Brasília, DF). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, 1999. 412p.
3. MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola, adubos e adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596p.
4. OLIVEIRA, J.B. de. Solos para citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. et al. *Citricultura brasileira*. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.196-227.
5. PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Jberblick. *Plant and Soil*, The Hague, v.75, p.269-281, 1983.
6. ROSAND, P.C.; DIAS, R. Associações micorrízicas e a nutrição mineral das plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1985, Lavras,

MG. *Anais*. Lavras: FAEPE, 1985. p.33-59.

7. SAGGIN-JÚNIOR, O.P.; SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: SIQUEIRA, J.O. (Coord.) *Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1996. p.203-245.
8. SCHMITZ, E.H. A demanda em substrato para a citricultura no RS. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 1999, Porto Alegre, RS. *Substrato para plantas: base da produção vegetal em recipientes*: Anais... Porto Alegre: Genesis, 2000. p.155-156.
9. SILVA, F.S.B. ; MAIA, L.C.; YANOMELO, A.M. Utilização de composto orgânico na produção de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. 1Cd rom.
10. SOUZA, P.V.D. de. *Efeito de concentração de etefon e pressões de pulverização foliar no raleio de frutinhos em tangerineiras* (*Citrus deliciosa Tenore*) cv. Montenegrina. 1990. 139f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
11. SOUZA, P.V.D. de. *Optimización de la producción de plantones de cítricos en vivero*. Inoculación con micorrizas vesiculares-arbusculares. 1995. 201f. (Tese Doutorado) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Valencia.
12. VERDONCK, O.; VLEESCHAUMER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.150, p.467-473, 1981.

□