

ÉRICA MARIA SAUER LIBERATO

EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE PORTAENXERTOS CÍTRICOS EM
FUNÇÃO DO USO DE SUBSTRATOS

Botucatu

2018

ÉRICA MARIA SAUER LIBERATO

**EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE PORTAENXERTOS CÍTRICOS EM
FUNÇÃO DO USO DE SUBSTRATOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador(a): Sarita Leonel

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

L695e Liberato, Érica Maria Sauer, 1990-
Emergência e desenvolvimento de portaenxertos cítricos em função do uso de substratos / Érica Maria Sauer Liberato. - Botucatu: [s.n.], 2018
85 p.: fots. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientadora: Sarita Leonel
Inclui bibliografia

1. Casca de arroz torrefada. 2. Vermiculita. 3. Turfa *sphagnum*. 4. Viveiro. 5. Muda cítrica. I. Leonel, Sarita. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE PORTAENXERTOS
CÍTRICOS EM FUNÇÃO DO USO DE SUBSTRATOS"

AUTORA: ÉRICA MARIA SAUER LIBERATO

ORIENTADORA: SARITA LEONEL

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof.ª. Dra. SARITA LEONEL
Depto de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO
Departamento de Horticultura / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, SP

Prof. Dr. JACKSON MIRELLYS AZEVEDO SOUZA
Depto de Horticultura (Pós-Doutorando) / FCA/UNESP

Botucatu, 09 de maio de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meu caminho e estar comigo em todas as jornadas da minha vida;

A minha família e ao meu noivo pela paciência, compreensão, apoio em todos os momentos;

A Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realização do curso de mestrado em Horticultura;

A Prof^a Dra. Sarita Leonel, pela orientação e incentivo que foram imprescindíveis em todas as etapas deste trabalho;

A Empresa Carolina Soil do Brasil, pela doação e formulação de substratos testes. Ponto chave para a realização deste trabalho;

A Prof^o Dra. Magali Ribeiro da Silva por disponibilizar o viveiro para implantação do presente trabalho;

A todos os funcionários do viveiro do Departamento de Ciência Florestal da Unesp de Botucatu, pelo auxílio no manejo e instalação do experimento, em especial ao Claudio Ribeiro da Silva, pelos ensinamentos, entusiasmo e prontidão em ajudar;

Ao Sr. Ernesto Luiz Pires de Almeida, pela contribuição e apoio prestado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de mestrado;

Aos meus amigos, em especial Riscelly, pelo apoio e companheirismo;

Aos membros da banca examinadora, pela disposição, críticas construtivas e sugestões para melhoria do trabalho;

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus agradecimentos.

RESUMO

As propriedades físicas e químicas dos substratos são fatores que podem influenciar no desenvolvimento de mudas cítricas. Objetivou-se verificar o quanto as proporções de mistura influenciam no desenvolvimento de portaenxertos cítricos até a fase de enxertia e vir a ser novas formulações para citros. O presente trabalho foi dividido em dois experimentos, sendo realizados no viveiro da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Ciência Florestal, em Botucatu - SP. No experimento 1, avaliou-se o desenvolvimento do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' em substratos com as seguintes composições: substrato comercial granulometria fina (1); substrato comercial granulometria superfina (2); substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz (3); substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz (4); substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz (5); substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz (6). Este experimento foi subdividido em duas fases: sementeira (fase 1) e viveiro (fase 2). Na fase 1, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis combinações de substrato, quatro repetições e 51 plantas por parcela experimental. Quando as plantas estavam aptas ao transplante para sacolas, foram analisadas ao acaso, 8 plantas por tratamento. Na fase 2, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, tendo-se seis substratos com quatro repetições, compostas por vinte plantas. A cada 28 dias, coletaram-se 3 plantas por repetição para análises de crescimento. Concluiu-se que os substratos com 30% de casca de arroz não são satisfatórios para o desenvolvimento do citrumeleiro 'Swingle'. Os substratos 1 (comercial granulometria fina), 2 (comercial granulometria superfina) e 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz), proporcionaram melhor desenvolvimento do portaenxerto, diante do manejo empregado. No experimento 2, avaliou-se a diferença granulométrica da vermiculita, fina e superfina, na formação inicial dos portaenxertos: laranjeira 'Azeda' (*Citrus aurantium* L.), tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Pasq.) e tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort ex Tan.). Utilizaram-se substratos nas seguintes proporções: substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz (1) e substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz (2). O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2 (portaenxerto

x substrato), contendo 4 repetições, com 20 plantas. Avaliaram-se a porcentagem de emergência ao longo do tempo e as variáveis biométricas aos 120 dias após a semeadura. O substrato com vermiculita fina obteve os melhores resultados. A granulometria influencia as características físicas do substrato e conseqüentemente, interfere na disponibilidade de água e ar, sendo necessário ajuste na nutrição e frequência de irrigação de acordo com cada cultivar.

Palavras-chave: Casca de arroz torrefada. Vermiculita. Turfa *sphagnum*. Viveiro. Muda cítrica. *Citrus* spp.

ABSTRACT

The physical and chemical properties of substrates are factors that can influence some development of citrus seedlings. It was verified how much these proportions of mixture can influence the development of 'Swingle' citrumelo rootstock until grafting and if it can be new formulations for citrus. The present work was divided in two experiments, being realized in the plants nursery of the São Paulo State University, Department of Forestry Science in Botucatu-SP. In experiment 1, the development of the 'Swingle' citrumelo rootstock on substrates with the following compositions: commercial substrate granulometry fine (1); commercial substrate granulometry superfine (2), Substrate 50% peat moss, 30% vermiculite fine, 20% rice husk (3); Substrate 50% peat moss, 30% vermiculite superfine, 20% rice husk (4); Substrate 50% peat moss, 20% vermiculite fine, 30% rice husk (5); Substrate 50% peat moss, 20% vermiculite superfine, 30% rice husk (6). The experiment 1 was subdivided into two phases: sowing period (period 1) and seedlings nursery (period 2). The treatments were arranged in a completely randomized design in 6 x 4, with 51 plants per replications in the period 1. It was analysed eight plants per repetition when the plants are able to transplant for containers. The second period was arranged in a completely randomized design, with 6 substrates types, 4 repetitions composed by 20 plants. Every 28 days were collected 3 plants per repetition for analyses. It was concluded the substrates with 30% rice husk weren't satisfactory for the development of 'Swingle' citrumeleiro. The substrates 1 (commercial substrate granulometry fine), 2 (commercial substrate granulometry superfine) and 4 (Substrate 50% peat moss, 30% vermiculite superfine, 20% rice husk) provided a better development of the rootstock until grafting period, according to the management used. In the second experiment, it was evaluated if the granulometric difference of vermiculite in fine and superfine, can influence in the initial formation of the rootstocks: 'Azeda' orange (*Citrus aurantium* L.), 'Sunki' tangerine (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), 'Volkameriano' lemon (*Citrus volkameriana* Pasq.) e 'Cleopatra' tangerine (*Citrus reshni* Hort ex Tan.), in two proportions of substrates: substrate 50% peat moss, 20% vermiculite fine, 30% rice husk and substrate 50% peat moss, 20% vermiculite superfine, 30% rice husk. A randomized blocks design in factorial scheme 4x2 (rootstocks x substrates) with 4 repetitions composed by 20 plants. It was analysed percentage of emergence and biometric variables at 120 days after sowing. The substrate with vermiculite fine had the best results. The granulometry

of the mixture influences the physical characteristics of the substrate and consequently interfere in the availability of water and air, thereby it's necessary to nutrient adjustment and frequency of irrigation according to each cultivar.

Keywords: Rice husk. Vermiculite. Peat moss. Plant nursery. Citrus seedling. *Citrus* spp.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das Análises granulométricas realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.	31
Tabela 2 - Resultados das análises físicas de substratos realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.	32
Tabela 3 - Elementos químicos determinados no extrato 1:1,5, nas amostras de substratos dos portaenxertos citrumeleiro 'Swingle' de acordo com as proporções de mistura. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	33
Tabela 4 - Porcentagem de emergência (E) do citrumeleiro 'Swingle' em proporções de mistura - FCA/UNESP. Botucatu, 2016.	38
Tabela 5 - Diâmetro, número de folhas, altura, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea, em função de substratos até a fase de transplântio do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle'. FCA/UNESP. Botucatu, 2016.	39
Tabela 6 - Número de folhas por planta do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' em proporções de mistura de substrato até 168 dias após transplântio. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	41
Tabela 7 - Altura média do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' após repicagem em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	44
Tabela 8 - Diâmetro médio do caule do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	46
Tabela 9 - Matéria seca de raízes do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	49
Tabela 10 - Matéria seca da parte aérea (folhas e caule) do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	51
Tabela 11 - Área foliar do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' após repicagem, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	53

Tabela 12 - Índice de Qualidade Dickson do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, com diferentes proporções de mistura. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.....	55
Tabela 13 - Composição e proporção dos substratos avaliados para o desenvolvimento dos portaenxerto cítricos. FCA/UNESP. Botucatu. 2016-2017.	69
Tabela 14 - Resultados das Análises granulométricas realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.....	70
Tabela 15 - Características físicas dos substratos realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.....	70
Tabela 16 - Elementos químicos determinados no extrato 1:1,5, nas amostras de substratos dos portaenxertos. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	70
Tabela 17 - Diâmetro do caule, altura e matéria seca parte aérea dos portaenxertos tangerineira 'Sunki', laranjeira 'Azeda', limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra' em substratos com variação na granulometria da vermiculita até 120 DAS. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	75
Tabela 18 - Massa seca da raiz dos portaenxertos tangerineira 'Sunki', laranjeira 'Azeda', limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra' em substratos com variação na granulometria da vermiculita até 120 DAS. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instalação do Experimento após transplântio para sacolas em casa de vegetação – FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	27
Figura 2 - Porcentagem de emergência (E) aos 105 dias após a semeadura (DAS) do portaenxerto cítrico citrumeleiro ‘Swingle’ em proporções de mistura. FCA/UNESP. Botucatu, 2016.	39
Figura 3 - Número de folhas por planta dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.....	42
Figura 4 - Altura dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	44
Figura 5 - Diâmetro do caule dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.....	47
Figura 6 - Matéria seca de raízes dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	49
Figura 7 - Matéria seca da parte aérea dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.	51
Figura 8 - Área Foliar dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.....	53
Figura 9 - Diferença no desenvolvimento nos tratamentos do portaenxerto citrumeleiro ‘Swingle’ aos 168 DAT. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.....	56
Figura 10 - Porcentagem de emergência (E) até 91 DAS das variedades cítricas e proporções de mistura com variação granulométrica da vermiculita em função do tempo. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.....	73

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	19
	CAPÍTULO 1 – DESENVOLVIMENTO DO PORTAENXERTO CITRUMELEIRO ‘SWINGLE’ EM SUBSTRATOS COM DIFERENTES FORMULAÇÕES.....	23
1.1	INTRODUÇÃO.....	25
1.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
1.2.1	Localização da área experimental.....	27
1.2.2	Portaenxerto utilizado, instalação e condução do experimento.....	28
1.2.3	Tratamentos e delineamento experimental.....	30
1.2.4	Caracterização física do substrato.....	31
1.2.5	Caracterização química do substrato.....	34
1.2.6	Tratos Culturais.....	35
1.2.7	Características avaliadas.....	36
1.2.7.1	FASE 1 (Sementeira).....	36
1.2.7.2	FASE 2 (Viveiro).....	37
1.2.8	Análises estatísticas.....	38
1.2.8.1	FASE 1.....	38
1.2.8.2	FASE 2.....	39
1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
1.3.1	Porcentagem de Emergência (E) e desenvolvimento das plantas na sementeira (Fase 1)	39
1.3.2	Desenvolvimento das plantas após o transplântio (Fase 2)	43
	CONCLUSÃO.....	59
	REFERÊNCIAS.....	59
	CAPÍTULO 2 - DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PORTAENXERTOS CÍTRICOS, EM SUBSTRATO COM VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA DA VERMICULITA.....	67
2.1	INTRODUÇÃO.....	68
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
2.2.1	Localização da área experimental.....	70
2.2.2	Portaenxertos utilizados, instalação e condução do experimento.....	71
2.2.3	Tratamentos e delineamento experimental.....	73
2.2.4	Caracterização física e química dos substratos.....	73
2.2.5	Tratos Culturais.....	74
2.2.6	Variáveis Avaliadas.....	75
2.2.7	Análises estatísticas.....	75
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
2.3.1	Porcentagem de emergência (E).....	76
2.3.2	Desenvolvimento inicial das plântulas.....	78
	CONCLUSÃO.....	81
	REFERÊNCIAS.....	81
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
	REFERÊNCIAS.....	87

INTRODUÇÃO GERAL

A citricultura é a atividade que mais se destaca na fruticultura mundial. Dentre os citros, a laranja é a fruta mais produzida no mundo, sendo o Brasil o maior país produtor (FAO, 2017).

A produção de laranja no Brasil se manteve estável durante a última década, advinda por períodos de rápido crescimento. Atualmente, devido às perdas contínuas no mercado de frutas frescas, muitos produtores abandonaram os pomares, porém, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) a estimativa é que a produção citrícola volte a crescer, no entanto, de forma gradativa (OECD-FAO, 2015).

A citricultura paulista é representada por uma cadeia de produção organizada em setores distintos e possui como base para expansão econômica, o quadro de cultivares copa e portaenxertos existentes. Mesmo enfrentando desafios diversos e crescentes de ordem fitossanitária, o setor se estabeleceu em um dos principais empreendimentos da bioeconomia brasileira (IAC, 2016).

O cenário atual exige estratégias a médio e longo prazo para solução de problemas decorrentes de desafios econômicos, científicos e tecnológicos ascendentes e constantes (IAC, 2016). Esses inúmeros problemas, muitos de ordem fitossanitária, ajudaram a causar a dizimação de pomares citrícolas e estão diretamente relacionados à qualidade das mudas (SOUZA et al, 2010).

O porta-enxerto influencia as características da cultivar copa como, precocidade de produção, vigor, produtividade, absorção e utilização de nutrientes, tolerância à salinidade, resistência à seca, geada, doenças e pragas, além de influenciar na qualidade e pós-colheita dos frutos. Sendo assim, as características do portaenxerto é essencial para a formação da muda (BASTOS et. al., 2014).

A muda é um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento da citricultura. A importância de se ter uma muda de qualidade, está no fato de constituir a base de formação dos pomares e de influenciar significativamente a vida útil do pomar (REZENDE et al., 2010). Sendo assim, por meio da Instrução Normativa Nº 48, de 24 de setembro de 2013, regulamentou-se em âmbito nacional a produção de mudas de citros, estabelecendo-se as normas de produção e de comercialização de material de propagação de *Citrus* spp., *Fortunella* spp., *Poncirus* spp. e de seus híbridos,

igualmente a qualidade e padrões de identidade das mudas, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2013).

As tecnologias de cultivo dos portaenxertos cítricos estão sendo constantemente aperfeiçoadas, havendo necessidade de informação e estudos sob o cultivo em várias etapas do sistema produtivo, entre elas a fase de enxertia (PEREIRA; CARVALHO, 2006). De acordo com Merlin et al. (2012), produtores de mudas cítricas de pequeno à grande porte apresenta alguma dificuldade no manejo da cultura, na fase de produção em ambiente protegido.

A fase de formação das mudas é influenciada por diversos fatores e são consideradas condições importantes, a escolha de bons portaenxertos, que devem ser adequados para o sistema de produção de cada região, manejo nutricional ideal das plantas, até a escolha do substrato, como meio de cultivo e propagação destes enxertos. Atualmente, já ocorre a falta de muitas matérias-primas para formulação de substratos, ocasionando assim o uso de novos materiais pelas empresas, o que pode acarretar problemas nas espécies a serem cultivadas (PETRY et al., 2015).

Na formulação de substratos, em geral, podem ser usados em sua composição vários tipos de materiais, como a casca de arroz, turfa, vermiculita, esterco bovino, bagaço de cana e a mistura destes. No Brasil, as matérias primas mais utilizadas em mistura para mudas cítricas são: casca de pinus, turfa, vermiculita, perlita, carvão moído e fibra de coco. A escolha dos materiais e a proporção destes é baseada na disponibilidade e custo (COSTA et al., 2005). Contudo, Guerrini e Trigueiro (2004), afirmam que não se justifica o uso de mais de três componentes em uma mesma mistura, devido aos maiores custos e conseqüentemente, menor viabilidade econômica.

Cada material utilizado como substrato possui uma característica específica, tendo assim necessidade de um tipo de manejo correto (SANCHES et al., 2010). Abreu et al. (2002) afirmam que as diferentes características presentes nas matérias-primas compostas nos substratos, irão influenciar de maneira diferente a disponibilidade de nutrientes à planta.

O substrato estudado é composto por vermiculita, casca de arroz torrefada, turfa canadense (também conhecida como peat moss ou turfa de *sphagnum*) e fertilizante (SANCHES et al., 2010). Esse substrato comercial possui maior disponibilidade de nutrientes, sendo bem estruturado, conferindo aeração e drenagem adequada (DINIZ et al., 2001).

A turfa é um material vegetal decomposto em meio anaeróbico, retirado de turfeiras com milhares de anos, localizadas em países frios. Apresentam pH ácido, baixa densidade e conseguem reter água facilmente disponível, sendo esta a característica mais importante e que determina a sua ampla utilização na constituição de substratos para a propagação de plantas. A turfa *sphagnum* é a mais comum, a sua densidade aproxima-se de 110 g/L^{-1} , possui capacidade de retenção de água 15 à 30 vezes superior ao seu peso seco. Esse tipo de turfa é originária, normalmente, do Canadá, Irlanda e Alemanha (BRITO et al., 2012).

Já a vermiculita é um silicato hidratado de alumínio, magnésio e ferro (SILVA, 2006). Sua inclusão na composição dos substratos aumenta a capacidade de retenção de água, pois esse mineral absorve até cinco vezes o seu volume em água. Além disso, possui elevada capacidade de troca catiônica (FILGUEIRA, 2003).

Por sua vez a casca de arroz é um resíduo produzido pela indústria de arroz e que vem sendo utilizada como componente de substratos, após passar por um processo de torrefação (KRATZ et al., 2012). A baixa densidade da casca de arroz, possibilita o aumento da porosidade total do substrato, ajudando a melhorar a drenagem e aeração do sistema radicular das mudas (COUTO et al., 2003). Apresenta alta macroporosidade, sendo necessária à sua combinação com elementos microporosos, como por exemplo a vermiculita.

Apesar do grande número de substratos recomendados para citros, cada um apresenta uma determinada granulometria (ZANETTI, et al., 2003). O crescimento de portaenxertos de citros é influenciado pelo substrato utilizado, que varia em função de suas propriedades (ESPOSTI e SIQUEIRA, 2004; SERRANO et al., 2006). Assim, a proporção de diferentes grupos de componentes, bem como o tipo de mistura, deve ser feita objetivando a adequação das propriedades físicas, já que as químicas, de maneira geral, podem ser ajustadas com práticas de adubação e manejo da irrigação (WENDLING et al., 2002).

Segundo Kämpf (2008), as características físicas indispensáveis para indicar a qualidade, as limitações e sugerir o uso dos substratos, resumem-se em: densidade volumétrica, capacidade de retenção de água e porosidade do material.

Estudar o arranjo percentual dos componentes é importante, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente sobre o desenvolvimento e crescimento das plantas. Dessa maneira, em decorrência do arranjo quantitativo e qualitativo dos materiais minerais e orgânicos utilizados, as mudas sofrerão influência em relação ao

suprimento de nutrientes, água disponível para planta e oxigênio (ROSA JUNIOR. et al., 1998). Tendo em vista que as características físicas de um substrato estão condicionadas ao tamanho e ao arranjo das partículas, elevadas proporções de frações maiores aumentam o espaço de aeração, enquanto partículas menores diminuem os espaços vazios, aumentando a microporosidade, como consequência, tem-se diminuição da macroporosidade (FERMINO, 2002).

Frente ao exposto, sabendo-se que a obtenção de mudas de melhor qualidade está diretamente relacionada à utilização de um substrato adequado, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da utilização de substratos, com formulações distintas, no desenvolvimento de portaenxertos cítricos.

CAPÍTULO 1

DESENVOLVIMENTO DO PORTAENXERTO CITRUMELEIRO 'SWINGLE' EM SUBSTRATOS COM DIFERENTES FORMULAÇÕES

RESUMO

As propriedades presentes no substrato, influenciam o crescimento dos portaenxertos cítricos. O trabalho teve como finalidade avaliar o desenvolvimento do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' em substratos com diferentes formulações. O experimento foi realizado em viveiro da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Ciência Florestal, localizado no município de Botucatu-SP, sendo conduzido desde a semeadura até o ponto de enxertia. Foram utilizados substratos com as seguintes formulações: substrato comercial granulometria fina (1); substrato comercial Carolina Soil granulometria superfina (2); substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz (3); substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz (4); substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz (5); substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz (6). O experimento foi subdividido em duas fases: sementeira (fase 1) e condução das mudas em viveiro (fase 2). Na fase 1, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis combinações de substrato, quatro repetições, com 51 plantas por repetição. Antes do transplântio para sacolas, foram analisadas, ao acaso, 8 plantas por tratamento. O delineamento experimental utilizado após o transplântio (fase 2) foi o inteiramente casualizado, tendo-se seis tipos de substratos com quatro repetições, compostas por vinte plantas por parcela experimental. A cada 28 dias foram coletadas três plantas por repetição para análises de crescimento. As variáveis avaliadas foram altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca da raiz e da parte aérea e índice de qualidade. Concluiu-se que os substratos com 30% de casca de arroz não foram satisfatórios para o desenvolvimento do citrumeleiro 'Swingle'. Os substratos 1 (comercial Carolina Soil granulometria fina), 2 (comercial granulometria superfina) e 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz) foram os que proporcionaram melhor desenvolvimento das mudas até a fase de enxertia. A granulometria da vermiculita,

diante das proporções de misturas empregadas neste trabalho não afetam o desenvolvimento dos portaenxertos.

Palavras-chave: [*Citrus paradisi* Macfad. Duncan grapefruit × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]. Vermiculita. Casca de arroz torrefada. *Citrus* spp. Viveiro.

DEVELOPMENT OF 'SWINGLE' CITRUMELO ROOTSTOCK IN SUBSTRATES WITH DIFFERENTS FORMULATIONS

ABSTRACT

The properties of the substrate influence the growth of citrus rootstocks. The purpose of this work was to evaluate the development of the 'Swingle' citrumelo rootstock in substrate with different formulations. The experiment was performed in a seedling nursery of the São Paulo State University, Department of Forestry Science in Botucatu-SP, it was conducted from the sowing to the point of grafting. It was used substrates with the following compositions: Commercial substrate granulometry fine (1); Commercial substrate granulometry superfine (2), Substrate 50% peat moss, 30% vermiculite fine, 20% rice husk (3); Substrate 50% peat moss, 30% vermiculite superfine, 20% rice husk (4); Substrate 50% peat moss, 20% vermiculite fine, 30% rice husk (5); Substrate 50% peat moss, 20% vermiculite superfine, 30% rice husk (6). The experiment was subdivided into two periods: sowing period (period 1) and seedlings nursery (period 2). The treatments were arranged in a completely randomized design in 6 x 4, with 51 plants per replications in the period 1. It was analysed eight plants per repetition when the plants are able to transplant for containers. The second period, it was arranged in a completely randomized design, with 6 substrates types, 4 repetitions composed by 20 plants. Every 28 days were collected 3 plants per repetition for analyse: stem height, stem diameter, leaf number, area meter, root dry mass, aerial dry mess and quality. It was concluded that the substrates with 30% rice husk were not satisfactory for 'Swingle' citrumelo development. The substrates 1 (Commercial substrate granulometry fine), 2 (Commercial substrate granulometry superfine) and 4 (Substrate 50% peat moss, 30% vermiculite superfine, 20% rice husk) provides better

development of the rootstock until the grafting period. The vermiculite granulometry variations didn't allow significant effect.

Keywords: [*Citrus paradisi* Macfad. Duncan grapefruit × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]. Vermiculite. Rice husk. *Citrus* spp. Plant nursery.

1.1 INTRODUÇÃO

O citrumeleiro 'Swingle' é o resultado da hibridação [*Citrus paradisi* Macfad. Duncan grapefruit × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], obtido em Eustis, Florida (USA) em 1907, por Walter. S. Swingle (HUTCHISON, 1974). É considerado resistente à várias doenças que acometem a citricultura mundial, como, a morte súbita dos citros (MSC), sendo tolerante à gomose (*Phytophthora* sp.), ao nematóide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans*), ao declínio, à exocorte, à xiloporose, à tristeza dos citros e às baixas temperaturas (POMPEU JÚNIOR, 2005; BASTOS et al., 2014).

Esse híbrido apresenta sucesso quando combinado com as variedades comerciais de laranjeira 'Hamlin', laranjeira 'Baía', laranjeira 'Valência', tangerineira 'Ponkan' e laranjeira 'Natal' (FUNDECITRUS, 2008). Proporciona laranja da variedade Valência com alta qualidade e boa produtividade (CASTLE et al., 2010, POMPEU JUNIOR e BLUMER 2011). No entanto, o citrumeleiro 'Swingle' é incompatível com algumas variedades comerciais, como a tangerineira 'Murcott' e a laranjeira 'Pera' (MATTOS JUNIOR et al., 2005; POMPEU JUNIOR e BLUMER, 2014).

A produção das mudas é uma das mais importantes etapas para a formação de um pomar (ZANETTI, 2006). A escolha do substrato influencia a qualidade das mudas, pois é onde o sistema radicular irá se desenvolver e as características físicas e químicas do substrato serão determinantes na qualidade, podendo afetar crescimento e produção (MAGGIONI et al., 2014). No entanto, ainda são escassos os trabalhos relacionados a influência dos substratos no desenvolvimento de mudas e como a composição pode influenciar na qualidade das mudas.

O substrato deve ser isento de patógenos, de baixo custo e fácil obtenção, além de apresentar boa capacidade de retenção de água e equilíbrio entre macro e microporos para o bom desenvolvimento radicular (JABUR et al., 2002). Godoy e Farinácio (2007) enfatizam que o substrato deve, ainda, possibilitar suprimento adequado de ar e água ao sistema radicular, tendo boa textura e estrutura, pH

adequado e disponibilidade de nutrientes. Aliado a isso, o substrato deve ser fácil de se trabalhar quando peneirado, misturado, colocado nos recipientes, economicamente viável e formar torrões que não se desintegram durante o transporte, transplântio e retirada da embalagem que envolve a muda (WENDLING et al., 2002).

Na composição de substratos, vários materiais podem ser utilizados, dentre eles estão os materiais orgânicos, como bagaço de cana, serragem, turfa, casca de pinus, casca de arroz e as matérias-primas inorgânicas, tal qual, perlita, vermiculita, areia entre outros (FONSECA et al., 2017).

A vermiculita é um silicato hidratado de alumínio, magnésio e ferro, encontrado no mercado em diferentes proporções granulométricas (fina, extrafina, média e grossa) (SILVA, 2006). É uma das matérias-primas mais utilizadas em misturas e esse material se tornou consagrado mundialmente na composição de substratos, por ser leve, uniforme, isento de patógenos, além de sua inclusão aumentar a capacidade de armazenamento de água, pois esse mineral consegue absorver até cinco vezes o seu volume em água. Possui também, elevada capacidade de troca catiônica, boa aeração as raízes, alto poder tampão (KÄMPF, 2000; FILGUEIRA, 2003; KRATZ et al., 2013).

Os substratos que possuem uma boa aeração permitem maior difusão de oxigênio para as raízes, boa capacidade de armazenamento de água, baixa resistência à penetração das raízes e boa resistência à perda de estrutura (SILVA JÚNIOR E VISCONTI, 1991; SOUZA et al., 1995).

Klein et al. (2002) e Melo et al. (2014), avaliando as alterações nas propriedades físico-hídricas de substratos comerciais, utilizando a mistura de casca de arroz carbonizada em diferentes proporções, concluíram que a casca de arroz pode ser utilizada para otimizar as propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas, melhorando a porosidade.

A casca de arroz é um material que apresenta baixa densidade, proporciona maior drenagem e aeração ao sistema radicular (COUTO et al. 2003). Devido sua alta macroporosidade, faz-se necessária a combinação com elementos de maior microporosidade, como a vermiculita (KRATZ et al., 2013). O uso do material em mistura permite também gerar um ganho ambiental, devido ao destino dado ao resíduo da indústria de arroz, além de ser um material economicamente viável, ajudando a reduzir o custo de produção da muda (SOUZA, et al., 2006; FREITAS, 2010).

A turfa é considerada a principal matéria-prima no uso de formulações de substratos para produção de plantas (ARENAS et al., 2002; RAVIV et al., 2002). Esse material é altamente poroso, é passível de compactação pelo manejo, possui bom arejamento, pH ácido, baixo teor em azoto, elevada CTC, a qual reduz a lixiviação de nutrientes e caracteriza-se pela elevada capacidade de retenção de água (KÄMPF, 2000; RAVIV et al., 2002; BRITO e MOURÃO, 2012). Devido a sua caracterização físico-química, ele é considerado pelos viveiristas de citros, um excelente substrato para a produção de mudas vigorosas e de qualidade. Porventura, as pesquisas têm dado mais ênfase na diferença entre as combinações de componentes, que claramente influenciam o vigor, desenvolvimento e sanidade das mudas produzidas (DUTRA, 2010).

De acordo com estudo realizado pela organização paulista de viveiros de mudas cítricas (VIVECITRUS), em 2014; para o custo de produção das mudas, dentre os insumos, o substrato e o portaenxerto são os mais significativos, representando 20,7% do custo de produção. Assim, a maximização da rentabilidade de viveiros comerciais pode ser atingida, principalmente, pela redução de descartes de portaenxertos, bem como pelo uso eficiente do substrato e dos fertilizantes (BREMER NETO, et al., 2015).

O presente trabalho foi realizado, com o objetivo de avaliar os efeitos que as proporções de mistura podem acarretar no desenvolvimento das mudas do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle', desde a emergência até o ponto de enxertia da muda.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Localização da área experimental

O experimento foi instalado em 01/09/2016 em casas de vegetação no viveiro do Departamento de Ciência Florestal da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizado no município de Botucatu – SP, sob as seguintes coordenadas geográficas: 22°51'03" S, 48°25'37" O, a 840 m de altitude. O clima da região enquadra-se no subgrupo Cwa, segundo a classificação climática internacional de Köppen,

caracterizado por clima temperado úmido, com inverno seco e verão quente (CUNHA; MARTINS, 2009).

1.2.2 Portaenxerto utilizado, instalação e condução do experimento

Foi utilizado o portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*), considerado um dos principais portaenxertos utilizados no Estado de São Paulo. O portaenxerto é amplamente empregado, pois possui tolerância às várias doenças, à seca, longevidade, sendo muitas vezes um bom substituto ao portaenxerto limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* L. Osbeck) (BASTOS et al., 2014; PRADO, 2008; POMPEU JUNIOR, 2005).

Utilizou-se sementes de citrumeleiro 'Swingle' coletadas no pomar do Departamento de Horticultura, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 22° 51' 55" S, 48° 26' 22" O, pertencente a Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", no município de Botucatu/SP.

Primeiramente, os frutos foram coletados e lavados em água corrente. Fez-se um corte superficial da casca no diâmetro transversal e subsequente torção do fruto para extração das sementes.

As sementes foram lavadas em peneira com água corrente e deixou-se secar por cerca de 48 horas. Após o processo de extração e limpeza, utilizou-se 0,5 ml de carboxina (Vitavax® -Thiram) para cada 100 g de sementes, destinado ao tratamento das sementes.

Em seguida, procedeu-se o enchimento dos tubetes com os substratos e realizou-se a semeadura em recipientes de plástico cônico (tubete - 50 cm³), utilizando-se uma semente por tubete. Os tubetes foram acondicionados em bandejas de polipropileno com capacidade de 176 células e alocadas a 1m do solo, sobre bancadas de concreto em casa de vegetação. A irrigação nessa fase de sementeira foi automatizada.

Dois meses após a semeadura (01/11/2016), iniciou-se a aplicação de fertilizantes. Foram fornecidas às plantas uma solução nutritiva de macro e micronutrientes contendo: 0,8 g/L⁻¹ Ca(NO₃)₂, 0,4 g/L⁻¹ MgSO₄, 0,4 g/L⁻¹ MAP, 0,4 g/L⁻¹ KCL, 0,3 g/L⁻¹ CH₄N₂O e 1 ml de solução de micronutrientes diluídos na solução de macronutrientes, que continha 5,4 g/L⁻¹ H₃BO₃, 2,4 g/L⁻¹ MnSO₄, 1,2 g/L⁻¹ ZnSO₄, 0,5 g/L⁻¹ CuSO₄, 0,16 g/L⁻¹ Na₂MoO₄, 25 g/L⁻¹ Fe (13%). Para conferir a condutividade

elétrica e pH, tomava-se uma porção da solução e media-se com condutivímetro e pHmetro de mesa DIGIMED.

Em 05/01/2017, as plantas foram climatizadas e após 15 dias, dispostas em viveiro suspenso, tipo microtúnel, cobertos com plástico transparente e receberam irrigação, via microaspersão, três vezes ao dia, com lâmina média de 6 mm, conforme utilização no viveiro.

Um mês depois (05/02/2017), quando as plantas atingiram cerca de 20 cm de altura, foi realizado o enchimento das sacolas de polietileno com capacidade de 4L de substrato. No transplante, coletaram-se as plantas para avaliações da fase de desenvolvimento em tubete (fase 1) e as mais vigorosas foram transplantadas para as sacolas preenchidas com os substratos.

Após o transplante das mudas para sacolas (fase 2), os portaenxertos foram conduzidos em casa de vegetação coberta por filme plástico transparente, apresentando laterais protegidas com telas antiáfídicas. As mudas foram dispostas em seis bancadas, a cerca de 1m do solo (figura 1).

Figura 1 - Instalação do Experimento após transplante para sacolas em casa de vegetação – FCA/UNESP. Botucatu, 2017.



No período de verão, as plantas foram irrigadas e receberam a solução de adubação diariamente, enquanto que na época de inverno, a adubação e irrigação passaram a ser realizadas duas vezes na semana. Essa mudança da frequência de fertirrigação foi estabelecida devido à observação da presença de limo na superfície dos substratos, que se encontravam com alta umidade.

Foi utilizado o sistema Venturi para fertirrigação, com o auxílio do chamado “chuveirinho” que proporciona igual molhamento das plantas.

A solução nutritiva foi estocada em galões com capacidade para 60 L, deixando o nitrato de cálcio separado dos demais adubos, atentando-se assim, ao fato de evitar formação do precipitado. Aplicou-se cerca de 200 ml de água de fertirrigação por sacola.

As análises foram realizadas a cada 28 dias, sendo coletadas ao acaso, três plantas por repetição, ou seja, doze plantas por tratamento.

1.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizados, para condução do experimento, substrato à base de turfa *sphagnum* (também conhecida como peat moss ou turfa canadense), vermiculita e casca de arroz torrefada, fornecidos pela empresa Carolina Soil®. Todos os substratos utilizados foram compostos por estes componentes, no entanto em proporções distintas, além de duas granulometrias da vermiculita.

Não foi realizada nenhum tipo de adubação prévia nos substratos, pois os mesmos já contêm fertilizantes de fábrica.

As seis proporções de mistura de substrato fornecidas pela empresa, para o desenvolvimento do portaenxerto cítrico citrumeleiro ‘Swingle’ até a fase de enxertia foram: substrato comercial granulometria fina (1); substrato comercial granulometria superfina (2); substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz (3); substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz (4); substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz (5); substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz (6).

O presente trabalho foi dividido em duas fases:

FASE 1 – Crescimento Inicial em tubetes - sementeira

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos e quatro repetições com 51 plantas por parcela e 204 plantas por tratamento.

Quando as plantas atingiram o ponto de transplântio para sacolas (cerca de 20 cm de altura), foram coletadas oito plantas ao acaso por tratamento, com o objetivo de avaliar o crescimento das plantas e o desenvolvimento das diferentes partes da mesma, na fase inicial.

FASE 2 – Desenvolvimento da muda em sacolas plásticas – viveiro

Nesta fase, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo, com seis tratamentos e quatro repetições composta por vinte plantas.

As amostras foram coletadas ao acaso (3 plantas/repetição), a cada 28 dias, afim de obter-se a curva de crescimento e avaliar o efeito das diferentes proporções de mistura, no desenvolvimento do citrumeleiro 'Swingle'.

1.2.4 Caracterização física do substrato

A caracterização física do substrato foi realizada no Departamento de Solos e Recursos Ambientais, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizado no município de Botucatu – SP. As seguintes características foram avaliadas:

- Umidade – determinada conforme Norma Europeia EM 13040 (CEN, 1999), que recomenda a secagem em estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Para a secagem dos substratos, foi adicionado em torno de 50 g das amostras em recipientes, espalhando-os para que a espessura fosse uniforme e inferior a 2 cm. Colocou-se os recipientes na estufa para secagem por cerca de 48 horas, até obter-se massa constante. A umidade foi calculada pela equação (1).

$$U = \frac{m_w - (m_s + b - m_b)}{m_w}$$

(1)

Sendo: U = Umidade (% mm⁻¹);

m_w = massa úmida do substrato;

m_s+b = massa seca do substrato + béquer;

m_b = massa do béquer.

- Densidade Aparente ou volumétrica - caracterizada pelo método da auto compactação, segundo a Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008, do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008). Segundo a Instrução Normativa, o método consistiu em preencher uma proveta plástica graduada, transparente, de 500 ml, com o substrato na umidade atual, a aproximadamente 300 ml da marca da proveta. Foi deixado cair a proveta, sob ação do seu próprio peso, de uma altura de 10 cm, por dez vezes consecutivas. Com o auxílio de uma espátula, nivelou-se a superfície do material para leitura do volume. Pesou-se o material descontando-se a massa da proveta e anotou-se o volume final que o substrato atingiu após a compactação.
- Granulometria – utilizaram-se peneiras com as malhas de 4,760; 3,350; 2,800; 2,000; 1,410; 1,000; 0,500 mm e o tempo de agitação das peneiras, de acordo com o estipulado e recomendado por Miner (1994), de 10 minutos. Pesou-se cerca de 100 g de substrato e colocou-o em agitador mecânico da marca Produtest. Os resultados da análise estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das Análises granulométricas realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.

Tratamentos	PENEIRA (% mm ⁻¹)							
	> 4,760	4,760 - 3,350	3,350 - 2,800	2,800 - 2,000	2,000 - 1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,500	< 0,500
1	1,30	0,80	1,09	3,70	33,51	3,83	55,63	0,14
2	0,13	0,18	0,18	0,45	30,53	1,67	64,16	2,70
3	0,24	0,23	0,34	1,35	31,32	0,78	63,23	2,51
4	0,18	0,20	0,20	0,39	29,78	1,63	64,78	2,84
5	0,05	0,15	0,30	1,41	31,48	0,95	63,39	2,27
6	0,09	0,13	0,24	1,11	31,25	1,01	63,31	2,86

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

- Porosidade – determinada conforme a metodologia citada por Silva (1998). Em que:

$$\text{Porosidade Total (\%)} = [(A - B) / C] \times 100 + [(B - D - E) / C] \times 100$$

(2)

Onde: Macroporosidade (%) = [(A-B) / C] x 100

Microporosidade (%) = [(B-D-E) / C] x 100

A= peso do substrato encharcado;

B = peso do substrato drenado;

C = volume do container*;

D = peso do substrato seco;

E = peso do container*.

* tubetes de polipropileno com capacidade de 50 cm³

- Capacidade de retenção de água - para a determinação da curva de retenção de água, foi utilizado o método da Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008).

Na qual vedou-se o fundo de anéis volumétricos (feitos de aço inoxidável), que suportam a temperatura de 65°C, de 5 ± 2 mm de diâmetro interno e 5 ± 1 mm de altura, com tela presa por um elástico. Estes foram pesados e preenchidos com substrato. A massa foi calculada através da densidade volumétrica e pelo volume conhecido dos anéis. Os cilindros foram saturados em bandeja plástica, por 24 horas, com uma lâmina de água localizada a cerca de 0,5 cm abaixo da borda dos anéis. Colocou-se então os anéis sobre a mesa de tensão (coberta com papel filtro) e

ajustou-se a tensão para 10 cm de coluna de água, permanecendo na mesa até atingir equilíbrio (cerca de 48h). Após esse período, as amostras foram pesadas e secas em estufa ($\pm 65^{\circ}\text{C}$), novamente por cerca de 48h, ou até massa constante. Após esse período, as amostras foram pesadas novamente.

Os resultados das análises de porosidade, capacidade de retenção de água, densidade volumétrica e umidade encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das análises físicas de substratos realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.

Tratamentos	Porosidade	Macroporos	Microporos	**CRA	Densidade Volumétrica	Umidade
	------(%)-----			ml 55 cm ³	Kg m ⁻³	%
1	85,42	21,64	63,79	33,15	433,33	68,64
2	72,59	20,11	52,48	27,27	283,33	52,92
3	77,51	33,19	44,33	23,03	253,33	47,94
4	79,93	29,27	50,66	26,39	293,33	51,90
5	80,77	40,10	40,67	21,20	243,33	49,50
6	78,28	35,51	42,77	22,34	240,00	43,51

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz. **CRA= Capacidade de retenção de água.

1.2.5 Caracterização química do substrato

As análises para caracterização química dos substratos foram realizadas no laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, na Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizado no município de Botucatu – SP.

Foi utilizado o método de extração descrito por Sonneveld et al. (1974), para posterior caracterização química do pH, condutividade elétrica e macro e micronutrientes disponíveis para a planta. Esse método utiliza a proporção de 1:1,5 na diluição para a extração da solução.

O procedimento consistiu em colocar em um recipiente cerca de 80g dos substratos, sem tratamento prévio. Foi acrescentada água deionizada para atingir o

estado de saturação. Apertou-se o substrato umedecido com as mãos, para verificar o ponto correto da saturação.

Utilizaram-se anéis de metal para a dosagem do substrato (com volume de 100 cm³, 48 mm de diâmetro e 54 mm de altura). Foram preenchidos os anéis, sem pressionar, com material úmido até a borda. Colocou-se um peso de diâmetro menor que o anel, 0,1 kg/cm² de pressão (~1,8kg), sobre o substrato, por cerca de 10 segundos, para compactação.

Após a compactação, separaram-se os anéis com o auxílio de uma faca, removendo o anel superior. Com a ajuda de uma espátula, removeu-se o substrato do anel inferior, sendo colocados em recipientes de vidro de 200 ml. Adicionou-se 150 ml de água deionizada e estes foram levados à mesa horizontal de agitação a 175 rpm por 30 minutos.

As amostras obtidas foram filtradas em papel de filtração média e as soluções dos substratos utilizadas para análise do pH e condutividade elétrica (C.E), com o auxílio do pHmetro TEC – 3MP e condutímetro da marca TEC RS 232, estas foram entregues ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu – SP, para análise de macro e micronutrientes disponíveis para as plantas.

Através da análise dos resultados químicos da solução, foi calculado a capacidade de troca cátion iônica efetiva (CTC) do substrato.

Os resultados de macro, micronutrientes, pH, C.E e a CTC calculada estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Elementos químicos determinados no extrato 1:1,5, nas amostras de substratos dos portaenxertos citrumeleiro 'Swingle' de acordo com as proporções de mistura. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

Substratos	P	K	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH	C.E	CTC
	mg L ⁻¹											mS	cmolc/dm ³	
1*	37,6	72,8	53,9	60,6	114,5	12,3	0,02	0,03	1,11	0,57	0,11	4,85	0,94	2,86
2*	10,5	57,4	11,7	15,0	31,8	10,7	0,04	0,05	1,51	0,06	0,07	5,04	0,42	1,96
3*	51,5	81,9	120,0	113,9	254,3	12,5	0,02	0,02	1,37	0,88	0,10	5,31	1,58	1,58
4*	20,1	106,5	44,0	86,4	86,7	13,6	0,11	0,04	1,49	0,31	0,10	5,55	1,34	1,46
5*	62,6	131,6	56,9	100,3	119,4	13,1	0,11	0,03	0,56	0,60	0,12	4,97	1,63	0,82
6*	6,6	66,0	27,4	46,4	31,1	17,3	0,04	0,04	1,52	0,09	0,11	5,42	0,69	0,47

* (1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina granulometria superfina; *(3) Substrato 50% Turfa *Sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% Turfa *Sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% Turfa *Sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% Turfa *Sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Fonte: Laboratório de análise química de plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Botucatu.

1.2.6 Tratos Culturais

Em relação aos tratamentos culturais realizados nas plantas na fase de tubete (fase 1), foi feito o desbaste, deixando-se a muda mais vigorosa, para assim, obterem-se raízes de maior tamanho, melhor qualidade e plantas mais uniformes.

Após a repicagem, foi necessária a aplicação do inseticida-acaricida abamectina (Vertimec® 18 EC), devido infestação pelo minador-das-folhas dos citros (*Phyllocnistis citrella*).

As plantas daninhas que eventualmente se desenvolveram na superfície dos saquinhos foram eliminadas manualmente, a fim de evitar a competição por nutrientes.

Alguns tratamentos apresentaram deficiência de Mg, sendo assim, foi necessária a aplicação via foliar de 2 mg/1,5L Mg. Junto ao magnésio aplicou-se 2 mg Fe, diluídos em 1,5 L de água. Para ajudar a aumentar a absorção do produto utilizou-se espalhante adesivo (Silwet®). A aplicação foi realizada até que fosse suprida a deficiência do nutriente. Essa deficiência pode ser explicada pelos valores de pH da solução dos substratos. Pois segundo Brito (2012), se o pH for excessivamente alcalino para a cultura, pode precipitar os micronutrientes e torná-los indisponíveis para as plantas. Esse é um fator importante a ser acompanhado na solução nutritiva empregada, para que não se tenha soluções excessivamente alcalinas, mas também valores muito baixos de pH podem contribuir para excesso de micronutrientes na solução e causar o aumento dos riscos de fitotoxicidade.

1.2.7 Características avaliadas

1.2.7.1 FASE 1 (Sementeira)

Avaliou-se o número de sementes do citrumeleiro 'Swingle' emergidas, uma vez por semana até 102 dias após a semeadura (DAS). Para cálculo da porcentagem de emergência (E) foi utilizada a fórmula apresentada por Maguire (1962):

$$E = (N/A) \times 100$$

N = número de sementes emergidas;

A = número de sementes na amostra.

Considerou-se, como sementes emergidas, aquelas que apresentaram emissão de radícula (tamanho igual ou superior a 2 mm).

Quando as plantas atingiram cerca de 20 cm de altura (BATAGLIA et al., 2008), foram coletadas ao acaso 8 plantas por tratamento para avaliação das variáveis:

- Altura da planta – determinada com o auxílio de uma régua graduada (cm), a partir do colo da planta;
- Diâmetro do caule – com o auxílio de um paquímetro (mm), a cerca de 1 cm acima do nível do substrato;
- Número de folhas por planta – contagem das mesmas;
- Matéria seca da raiz e matéria seca da parte aérea – as plantas foram devidamente identificadas, realizou-se a separação em caules, folhas e raízes. O sistema radicular foi lavado em água corrente. As amostras foram então acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada ($\pm 60^{\circ}$ C), por cerca de 48 horas ou até atingirem massa constante. Foram realizadas as pesagens de caule, raiz e folhas para a obtenção da massa de matéria seca, com o auxílio de uma balança de precisão de 0,01 g.

1.2.7.2 FASE 2 (Viveiro)

Após o transplântio para sacolas, a cada 28 dias, foram coletadas ao acaso, três plantas por repetição de cada tratamento, onde foram realizadas as medições das variáveis:

- Altura da planta – determinada com o auxílio de uma régua graduada (cm), a partir do colo da planta;
- Diâmetro do caule – com o auxílio de um paquímetro (mm), a cerca de 1 cm acima do nível do substrato;
- Número de folhas por planta – contagem do número de folhas;

- Matéria seca da raiz e matéria seca da parte aérea – as amostras identificadas, lavadas e separadas em caule, folhas e raiz foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada ($\pm 60^\circ \text{C}$), por cerca de 48 horas ou até atingirem massa constante. Realizou-se a pesagem de caule, raiz e folhas para a obtenção da matéria seca, com o auxílio de uma balança de precisão de 0,01 g.
- Área Foliar – obtida através do medidor de área foliar da marca LI-Cor modelo LI-3100C em cm^2 .
- Índice de Qualidade Dickson (IQD) – determinada de acordo com a fórmula proposta por Dickson et al. (1960), expressa por:

$$\text{IQD} = \left[\frac{\text{MST}}{\left(\left(\frac{\text{H}}{\text{DC}} \right) + \left(\frac{\text{MSPA}}{\text{MSR}} \right) \right)} \right]$$

(4)

IQD = Índice de Qualidade de Dickson

MST = massa seca total (g);

H = Altura (cm);

DC = Diâmetro do caule (mm);

MSPA = Massa seca da parte aérea (g);

MSR = Massa seca da raiz (g).

1.2.8 Análises estatísticas

1.2.8.1 FASE 1

O delineamento estatístico empregado para emergência (E) foi inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo. Tinha-se seis tipos de substratos, quatro repetições com 51 plantas por repetição, perfazendo um total de 204 plantas por tratamento.

Para análise estatística dos dados de emergência, os resultados foram submetidos a análise de variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as variações ao longo do tempo foram submetidas a análise

de regressão. Para as demais variáveis avaliadas, utilizou-se análise de variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey (5% de probabilidade), de acordo com a recomendação de Ferreira (2008) utilizando-se o programa estatístico SISVAR®.

1.2.8.2 FASE 2

O delineamento estatístico empregado foi em parcelas subdivididas, sendo a parcela principal as proporções de mistura dos substratos e as subparcelas o período de avaliação, a cada 28 dias, até o ponto de enxertia, tendo-se seis tipos de substrato e quatro repetições compostas por 20 plantas, perfazendo um total de 80 plantas por tratamento.

Analísaram-se os resultados obtidos por meio do programa estatístico SISVAR®, sendo os dados submetidos a análise de variância. Quando houve efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo Teste Tukey, a 5% de probabilidade e as variações ao longo do tempo foram submetidas a análise de regressão, para explicar os dados de crescimento das plantas durante as épocas de coletas.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Porcentagem de Emergência (E) e desenvolvimento das plantas na sementeira (Fase 1)

Quando se avaliou o uso dos substratos em função do período de avaliação do experimento, não houve interação significativa entre as misturas de substratos empregadas e o tempo de avaliação para porcentagem de emergência. Observa-se um crescimento quadrático das médias de porcentagem de germinação (figura 2) e que ocorreu efeito isolado dos substratos em relação a emergência das plântulas de citrumeleiro 'Swingle' (tabela 4). Observaram-se maiores porcentagens de emergência das mudas com o substrato 1 (comercial de granulometria fina), enquanto que a menor porcentagem de emergência ocorreu no substrato 2 (Comercial de granulometria superfina), os quais diferenciaram-se estatisticamente entre si.

No presente trabalho, as plantas começaram a emergir aos 28 DAS (figura 2), de acordo com Schwarz e Brugnara (2009), a emergência das sementes cítricas é afetada pela temperatura e umidade do substrato. Temperaturas entre 30 a 35 °C é considerada ótima para a emergência, ocorrendo entre 14 e 30 dias. Koller (2006), relata que a emergência pode ocorrer em temperaturas acima de 12 °C, porém mais lentamente. Portanto, podemos pressupor que temperaturas não consideradas ótimas para germinação, o fator genético, além da composição físico-química dos substratos podem ter sido decisivos na germinação das sementes, não se relacionando com o período de avaliação.

Em estudo com a alteração das propriedades físicas dos substratos, Fernandes et al. (2006), citam que a maior proporção de micropartículas no substrato, pode influenciar na porcentagem de germinação das sementes, por dificultar a absorção de água nos primeiros dias após a semeadura, além de prejudicar a aeração às raízes, fato que não foi observado nessa avaliação.

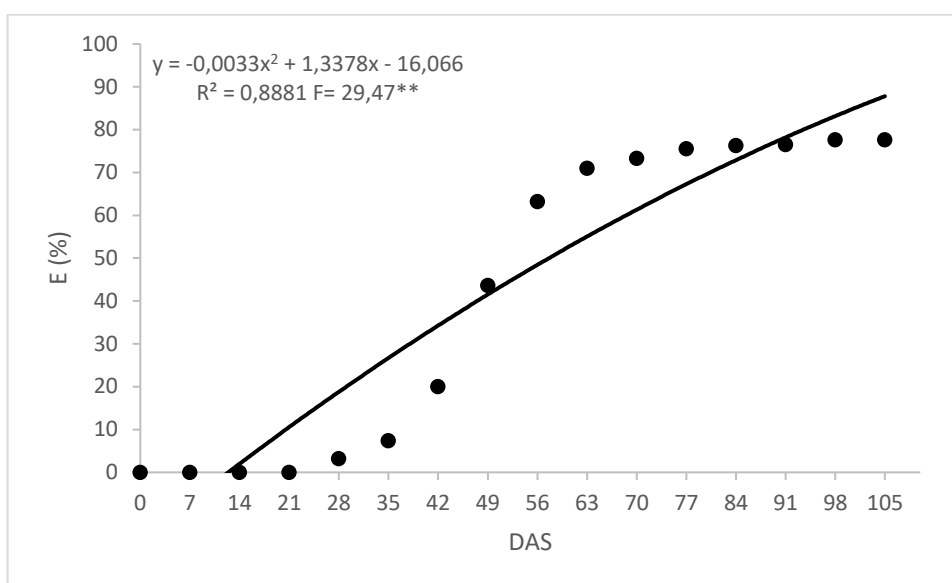
Tabela 4 - Porcentagem de emergência (E) do citrumeleiro 'Swingle' em proporções de mistura - FCA/UNESP. Botucatu, 2016.

Substrato	E (%)
1	45,28a
2	37,41b
3	39,83ab
4	42,77ab
5	42,56ab
6	41,51ab
CV 1 (%)	23,2
CV 2 (%)	8,31
DMS	0,08

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% Turfa Sphagnum, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% Turfa Sphagnum, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% Turfa Sphagnum, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% Turfa Sphagnum, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Figura 2 - Porcentagem de emergência (E) aos 105 dias após a semeadura (DAS) do portaenxerto cítrico citrumeleiro 'Swingle' em proporções de mistura. FCA/UNESP. Botucatu, 2016.



Na fase de crescimento inicial até o transplântio para sacolas, não houve diferença significativa entre os tratamentos para diâmetro, número de folhas e altura, conforme apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Diâmetro, número de folhas, altura, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea, em função de substratos até a fase de transplântio do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle'. FCA/UNESP. Botucatu, 2016.

Substrato	Diâmetro ^{NS}	Nº de folhas ^{NS}	Altura ^{NS}	MS Raiz	MS Parte Aérea
	(mm)	planta	(cm)	(mg/cm ³)	(mg/cm ³)
1	1,90	15,00	21,83	0,11ab	0,37ab
2	1,91	11,38	21,46	0,12ab	0,36ab
3	1,94	10,38	20,61	0,10ab	0,31b
4	2,14	12,75	22,08	0,13a	0,39ab
5	2,28	15,38	22,36	0,15a	0,47a
6	1,96	12,50	20,93	0,08b	0,27b
CV (%)	9,07	20,3	5,02	20,93	22,62
DMS	0,41	5,88	2,43	0,05	0,18

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. NS = Não significativo.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Ao avaliar o desenvolvimento vegetativo de variedades de portaenxertos cítricos cultivados em dois substratos comerciais, Rieth et al. (2012), obtiveram valores em torno de 19,71 folhas/planta para o portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' na época de transplântio. Neste trabalho a máxima encontrada foi de 15,38 folhas/planta para o mesmo período (tabela 5).

Em experimento realizado com padrão nutricional de mudas cítricas em portaenxertos de citrumeleiro 'Swingle', Bataglia et. al. (2008), encontraram valores de altura entre 23,9 cm e 29,9 cm aos 137 DAS. Schäfer (2000), no entanto, aos 197 dias após o cultivo de portaenxertos em casa de vegetação, relatou altura de aproximadamente 11 cm para o citrumeleiro 'Swingle'. Observa-se que, nos experimentos conduzidos pelos autores citados e nesse trabalho, ocorreu desenvolvimento diferenciado, sendo que nesse experimento obteve-se altura entre 20,0 cm e 22,00 cm aos 180 DAS. Tal fato pode ser explicado pela diferença das condições ambientais e pelo manejo cultural adotado, notadamente as adubações efetuadas.

As proporções de mistura influenciaram no acúmulo de matéria seca de raiz e da parte aérea do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' (tabela 5). Os maiores valores foram obtidos nos tratamentos 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina e 20% casca de arroz) e 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina e 30% casca de arroz), os quais diferiram significativamente apenas do tratamento 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina e 30% casca de arroz), no qual obteve-se o menor valor, 0,08 g.

As diferentes misturas de substratos proporcionaram diferença significativa quanto ao acúmulo de matéria seca para caule e folhas (tabela 5). Observou-se que o substrato que proporcionou maior ganho de matéria seca da parte aérea foi o tratamento 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) e resultados inferiores foram obtidos nos tratamentos 3 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz) 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz), iguais entre si.

O acúmulo de matéria seca na planta é o melhor indicador de crescimento da mesma, pois é menos variável que a massa fresca. Esta pode variar ao longo do dia devido a uma infinidade de fatores, como por exemplo temperatura e quantidade de água disponível no substrato (BOAVENTURA, 2003).

1.3.2 Desenvolvimento das plantas após o transplântio (Fase 2)

As formulações de substrato tiveram efeito significativo no número de folhas do portaenxerto ao longo do período de avaliação (figura 3 e tabela 6). As plantas não apresentaram diferença entre os substratos em relação a esta variável, até os 112 dias após o transplântio (DAT). Entre o período de 140 DAT a 168 DAT todos os tratamentos tiveram um grande incremento no número de folhas por planta, devendo-se a possíveis variações climáticas, acelerando a atividade metabólica.

Quando as plantas atingiram o ponto ideal para a enxertia (168 DAT), o tratamento 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina e 30% casca de arroz) apresentou maior número de folhas, enquanto no tratamento 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina e 20% casca de arroz) obteve-se a menor média (tabela 6).

Tabela 6 - Número de folhas por planta do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' em proporções de mistura de substrato até 168 dias após transplântio. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

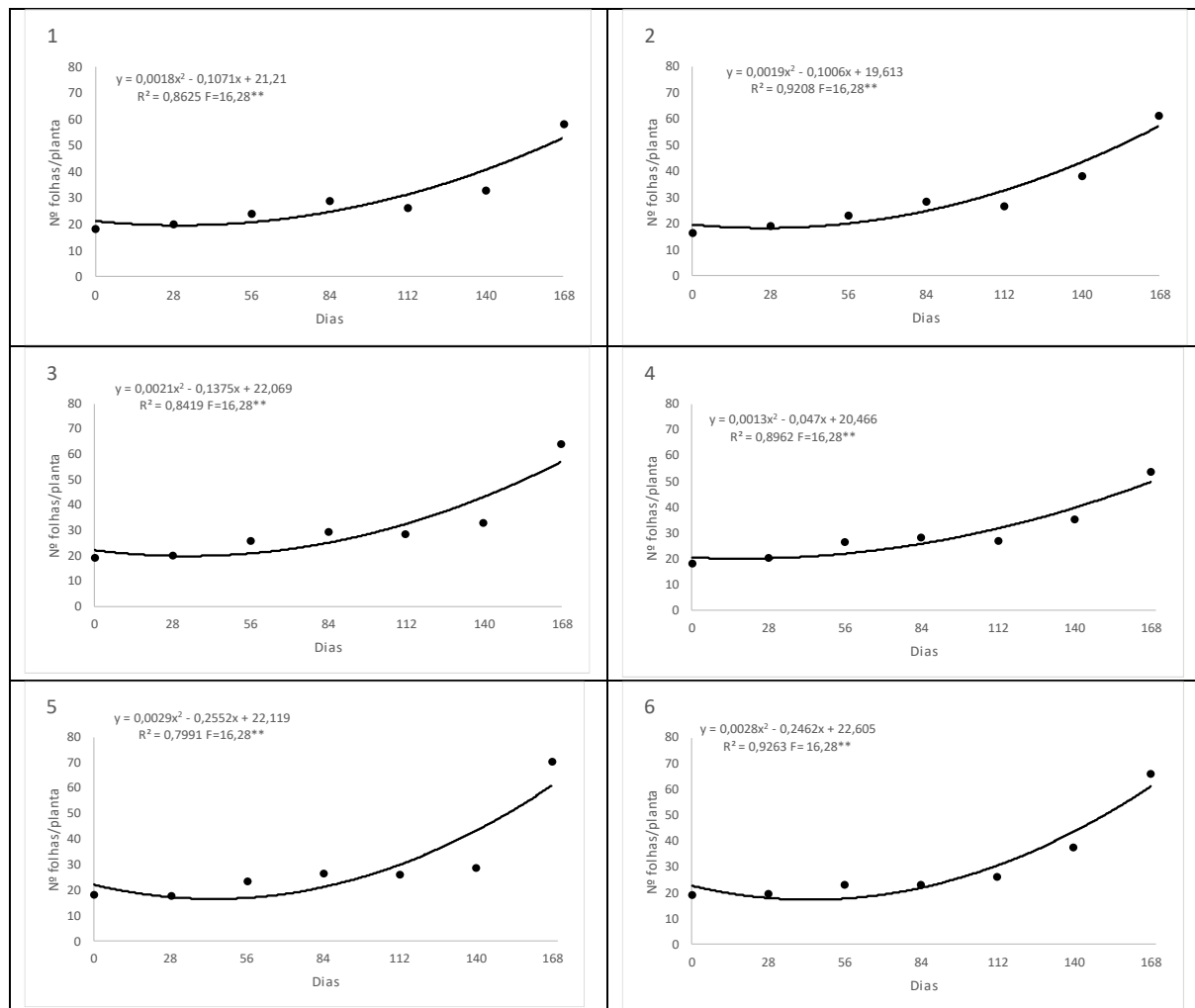
*DAT	Nº de folhas/planta						
	0	28	56	84	112	140	168
*(1)	18,58a	20,50a	24,25a	29,33a	26,75a	33,33ab	58,75bc
*(2)	17,00a	19,50a	23,58a	28,75a	26,88a	38,67a	61,75abc
*(3)	19,25a	20,08a	25,92a	29,33a	28,63a	33,00ab	64,00ab
*(4)	18,25a	20,58a	26,42a	28,17a	27,13a	35,25ab	53,75c
*(5)	18,42a	17,67a	23,33a	26,67a	26,00a	28,67b	70,67a
*(6)	19,33a	19,58a	23,17a	23,17a	26,25a	37,58ab	66,08ab
CV 1 (%)				18,7			
CV 2 (%)				15,08			
DMS				5,86			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. *DAT – Dias após o transplântio.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Quando avaliados em função do tempo, todos os substratos proporcionaram aumento quadrático das médias de número de folhas, com maiores médias obtidas aos 168 dias após o transplântio (figura 3).

Figura 3 - Número de folhas por planta dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.



*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa sphagnum, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa sphagnum, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa sphagnum, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa sphagnum, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Quando avaliada a altura média das plantas, observou-se interação significativa entre as diferentes misturas de substratos e o período de avaliação (figura 4 e tabela 7). Verifica-se que, somente a partir dos 84 DAT, houve diferença significativa no desenvolvimento em altura das mudas entre os substratos empregados.

A altura, aos 168 DAT, foi maior nos portaenxertos produzidos no substrato 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina e 20% casca de arroz), com 102,68 cm de altura. Neste mesmo período, os substratos 1 (comercial granulometria fina) e 2 (comercial granulometria superfina) induziram um desenvolvimento vegetativo intermediário, quando comparados aos demais e não diferiram entre si. Quanto aos

substratos 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina e 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina e 30% casca de arroz), estes foram inferiores aos demais nesta característica, com 51,13 cm e 50,77 cm respectivamente.

Os substratos 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina e 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina e 30% casca de arroz) a partir dos 28 DAT, apresentaram o menor desenvolvimento em altura para todas as épocas seguintes avaliadas, em relação aos outros tratamentos, permitindo concluir que os tratamentos com maior porcentagem de macroporos, resultante da maior porcentagem de casca de arroz, foi prejudicial ao desenvolvimento das plantas, diante do manejo empregado.

Os poros são responsáveis pelas trocas gasosas na busca de equilíbrio entre o substrato e a atmosfera ao redor, bem como na determinação da movimentação de água no recipiente (KAMPF, 2001). A presença de maior porcentagem de casca de arroz (material com porosidade mais elevada) pode ser vantajosa para a aeração do ambiente radicular, mas ao mesmo tempo, preocupante pela deficiência em reter água, já que são os poros de menor tamanho os responsáveis pela função. Os tratamentos 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina e 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina e 30% casca de arroz) foram os que apresentaram menor porcentagem de microporos (tabela 2).

Segundo Zorzeto (2011), comparando o espaço de aeração, que é a proporção de volume de substrato que contém ar depois de saturado com água e drenado a 10 hPa de tensão, a casca de arroz em maior quantidade, pode ocasionar deficiência hídrica às plantas, principalmente com irrigações pouco frequentes.

Mourão Filho et al. (1998), ao compararem o efeito da composição de substratos em citrumeleiro 'Swingle' constataram aos 180 dias após a repicagem, média de 81 cm de altura. Neste experimento, os valores foram superiores aos citados pelo autor, em portaenxertos desenvolvidos nos substratos 1 (comercial Carolina Soil granulometria fina), 2 (comercial Carolina Soil granulometria fina) e 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz), aos 168 dias após o transplântio (DAT) (tabela 7).

Independente da formulação de substrato utilizada, verificou-se aumento quadrático das médias de altura em função do tempo, com maiores valores observados aos 168 dias após o transplântio (figura 4).

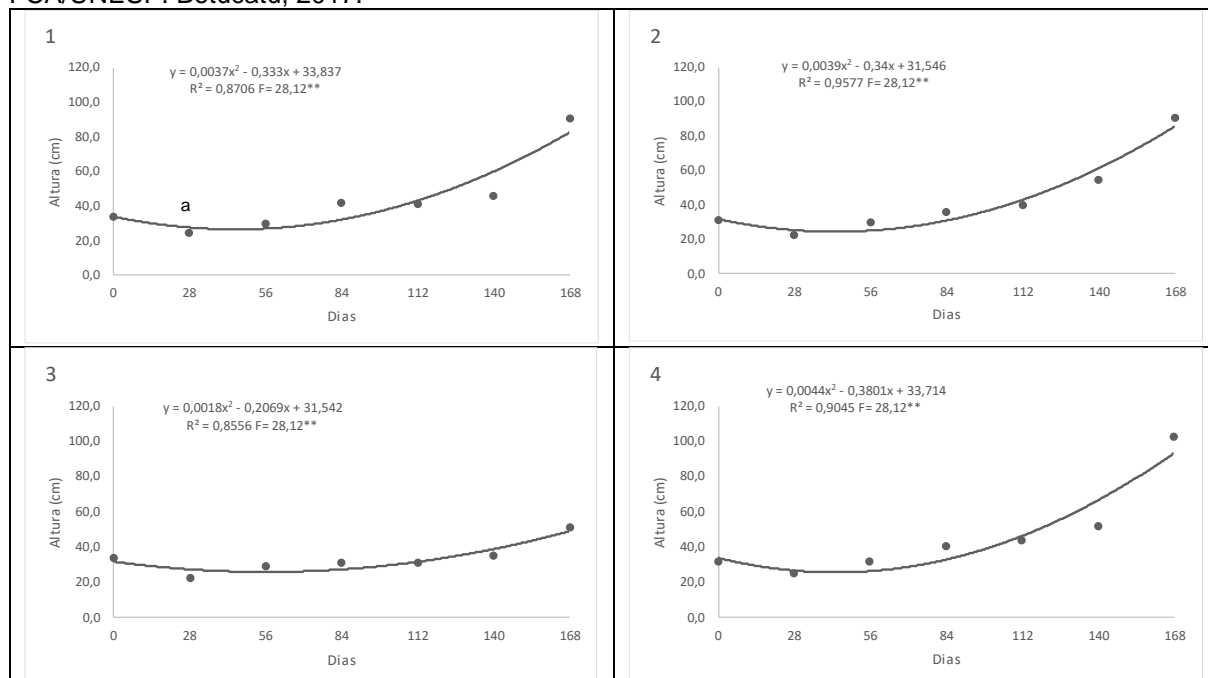
Tabela 7 - Altura média do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' após repicagem em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

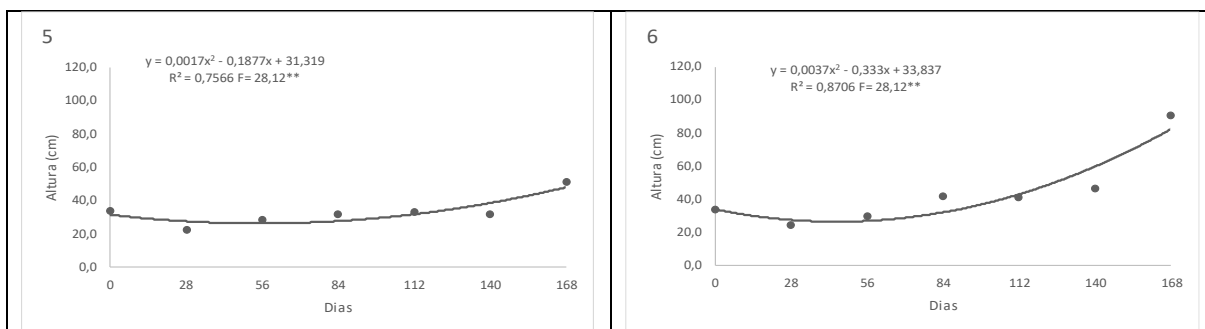
		Altura (cm)						
*DAT	0	28	56	84	112	140	168	
*(1)	33,38a	24,01a	29,23a	41,59a	40,59ab	45,81ab	90,53b	
*(2)	30,98a	22,30a	29,14a	35,52abc	39,44abc	53,98a	90,43b	
*(3)	34,00a	24,53a	30,43a	37,90abc	43,01a	42,53bc	79,23c	
*(4)	31,67a	24,63a	31,26a	39,97ab	43,21a	51,58a	102,68a	
*(5)	33,17a	21,98a	28,34a	31,67bc	32,59bc	31,35d	51,13d	
*(6)	33,33a	21,94a	28,48a	30,53c	30,56c	34,93cd	50,77d	
CV 1 (%)	16,47							
CV 2 (%)	9,63							
DMS	5,61							

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. *DAT – Dias após o transplantio.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Figura 4 - Altura dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplantio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.





*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Em relação ao diâmetro, as plantas começaram a apresentar diferença estatística aos 112 DAT, quando o substrato 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz) proporcionou as mudas desenvolvimento inferior aos demais tratamentos avaliados. Aos 168 DAT, os substratos que apresentaram 30% de casca de arroz tiveram desenvolvimento em diâmetro do caule inferior aos demais (tabela 8 e figura 5). Sendo assim, ao final do experimento as plantas desenvolvidas em substrato 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz) não demonstraram aptidão para a realização da enxertia e tiveram diâmetro 26,98% inferior aos demais tratamentos. À vista disso, a casca de arroz nessa proporção não deve ter conferido um aporte de nutrientes adequado, além de demandar irrigações mais frequentes, fato que pode ter prejudicado o desenvolvimento da planta.

O diâmetro do caule é uma variável de grande importância, pois determina o momento certo para se realizar a enxertia, e por sua vez, a precocidade de produção da muda. De acordo com a literatura, o ponto ideal considerado para a enxertia é quando a planta atinge em torno de 8 mm de caule ou o diâmetro de um lápis. Esse parâmetro não foi alcançado nos tratamentos 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz) ao final do experimento.

Martínez (2002), observou que quando a capacidade de troca de cátions é baixa, o manejo no cultivo de plantas deve adotar alta frequência de aplicação de fertilizantes. No entanto, quando a capacidade de troca de cátions é mais elevada, o

intervalo de aplicação pode ser mais distante, possibilitando retenção dos nutrientes no substrato e liberação gradativa às plantas (tabela 4, Item 1.2.5).

Esses resultados corroboram com os obtidos por Gonçalves e Poggiani (1996), os quais observaram que, normalmente, substratos com menor densidade volumétrica elevavam a macroporosidade das misturas e reduziam a capacidade de retenção de água do substrato, necessitando um manejo específico de adubação e irrigação (tabela 2). O que também explica as médias inferiores das plantas conduzidas em substratos com maior porcentagem de casca de arroz.

Tabela 8 - Diâmetro médio do caule do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

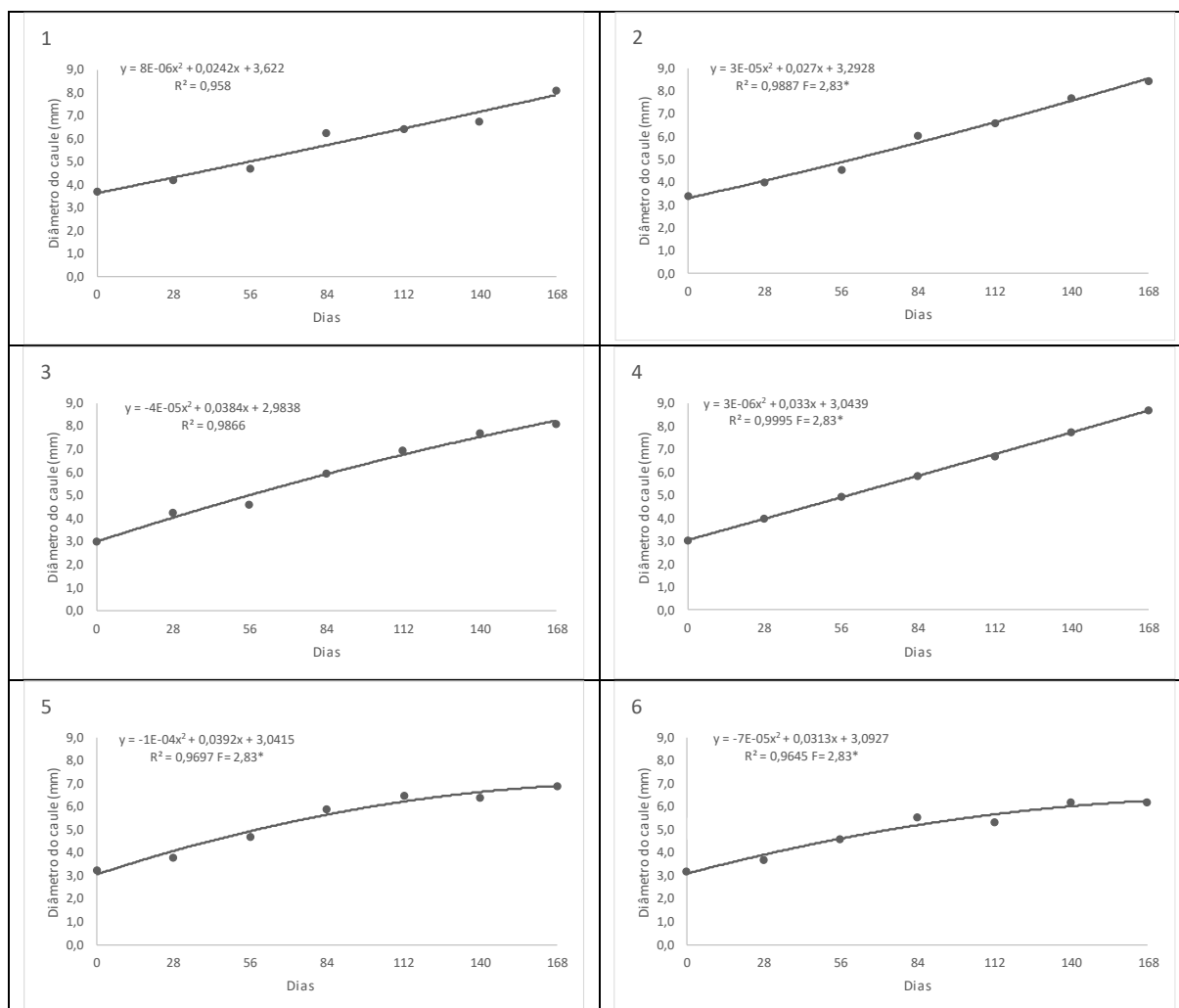
*DAT	Diâmetro (mm)						
	0	28	56	84	112	140	168
*(1)	3,71a	4,19a	4,70a	6,27a	6,45a	6,75b	8,10a
*(2)	3,41a	4,02a	4,54a	6,03a	6,61a	7,70a	8,45a
*(3)	3,01a	4,22a	4,58a	5,93a	6,94a	7,70a	8,10a
*(4)	3,01a	4,00a	4,95a	5,87a	6,70a	7,73a	8,72a
*(5)	3,24a	3,81a	4,68a	5,92a	6,50a	6,39b	6,93b
*(6)	3,20a	3,70a	4,59a	5,53a	5,35b	6,19b	6,21b
CV 1 (%)				11,05			
CV 2 (%)				6,51			
DMS				0,52			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. *DAT – Dias após o transplante.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

O diâmetro das plantas, em relação aos dias após o transplante, se ajustou ao modelo quadrático, com aumento das médias até os 168 DAT (tabela 5).

Figura 5 - Diâmetro do caule dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.



* (1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Quanto à matéria seca de raízes, assim como para as demais características, houve interação entre os substratos e os dias após o transplântio. As plantas produzidas nos substratos 1 (comercial Carolina Soil granulometria fina), 2 (comercial Carolina Soil granulometria superfina), 3 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz) e 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz) sobressaíram-se em relação às demais, com maior acúmulo de matéria seca nas raízes. Tal resultado pode ser explicado pela variação física dos mesmos, bem como aporte de nutrientes.

Nas avaliações realizadas até os 112 DAT, o acúmulo de matéria seca das raízes foi semelhante as diferentes misturas. Possivelmente, esse fato possa ser explicado pela adaptação das raízes ao novo recipiente empregado, bem como aumento do volume de substrato em que a raiz foi exposta. Assim, provavelmente as plantas tenham sofrido a mudança de ambiente, levando um certo tempo para se restabelecerem e voltarem a acumular reservas para o crescimento.

A má formação do sistema radicular prejudica a absorção de água e nutrientes em quantidades suficientes às necessidades da planta, resultando em deficiência hídrica ou nutricional, em decorrência do desequilíbrio entre raiz, caule e folhas (ALFENAS et al., 2004). A diferença entre o acúmulo de matéria seca das raízes nos substratos avaliados, refletiram no desenvolvimento das mudas.

A proporção de casca de arroz nos substratos 5 (50% Turfa *Sphagnum*, 20% vermiculita fina e 30% casca de arroz) e 6 (50% Turfa *Sphagnum*, 20% vermiculita superfina e 30% casca de arroz) apontaram ser deficientes para esta característica, ou seja, a porcentagem empregada não foi adequada para uma estruturação ideal do sistema radicular (tabela 9 e figura 6).

Em estudos com relação ao volume do recipiente e frequência de irrigação, observou-se que devido à baixa capacidade de reter água da casca de arroz, a produção acabou sendo melhor em frequências maiores de irrigação, com menor volume de substrato por planta (ZORZETO, 2011).

Quanto ao comportamento das médias ao longo do período avaliado, verificou-se que todos os substratos promoveram aumento quadrático das médias, com os maiores valores de matéria seca das raízes obtidos aos 168 DAT.

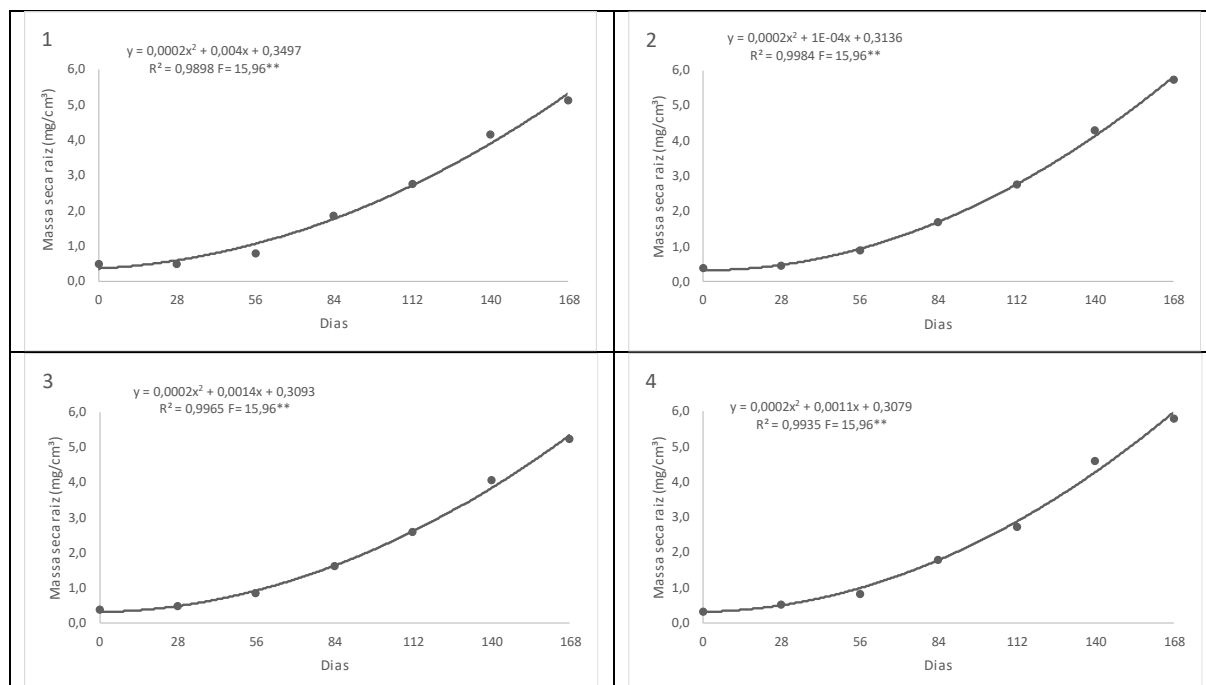
Tabela 9 - Matéria seca de raízes do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

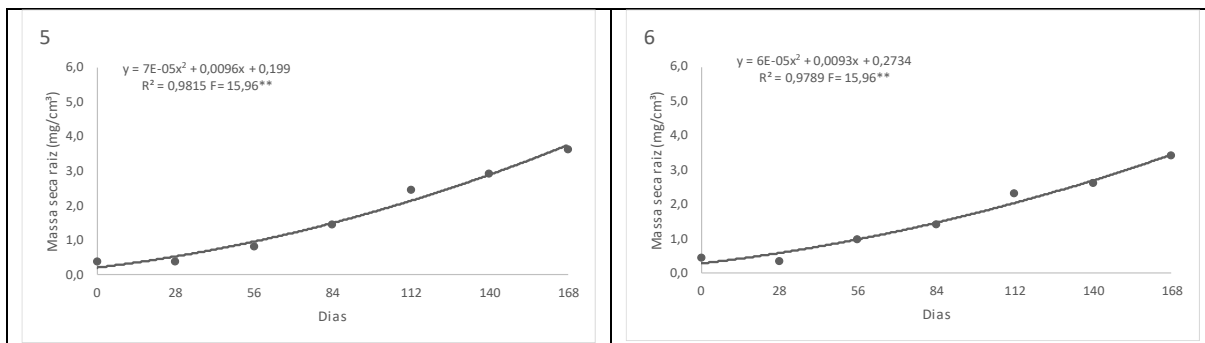
*DAT	MS raiz (mg/cm ³)						
	0	28	56	84	112	140	168
*(1)	0,49a	0,49a	0,79a	1,86a	2,77a	4,15a	5,14a
*(2)	0,36a	0,45a	0,86a	1,68a	2,76a	4,28a	5,70a
*(3)	0,36a	0,47a	0,84a	1,60a	2,58a	4,06a	5,22a
*(4)	0,34a	0,54a	0,84a	1,79a	2,75a	4,60a	5,80a
*(5)	0,36a	0,36a	0,79a	1,44a	2,43a	2,92b	3,62b
*(6)	0,42a	0,35a	0,97a	1,40a	2,32a	2,59b	3,41b
CV 1 (%)	24,15						
CV 2 (%)	14,83						
DMS	0,42						

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. *DAT – Dias após o transplanteo.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Figura 6 - Matéria seca de raízes dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplanteo (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.





*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

A matéria seca da parte aérea também apresentou interação entre os substratos e os dias após o transplantio, mas diferente da matéria seca de raízes, houve diferença entre os substratos a partir dos 84 DAT (tabela 10). Nas avaliações realizadas até os 56 DAT não houve diferença significativa nas misturas analisadas.

Quando os primeiros tratamentos atingiram o ponto ideal de enxertia (aos 168 DAT) constatou-se que o substrato 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz) destacou-se dos demais, com 18,92 g e os substratos 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz) apresentaram resultados inferiores aos demais tratamentos, com 9,61 g e 9,42 g, respectivamente, sendo iguais entre si (tabela 10 e figura 7).

O acúmulo de matéria seca total da planta pode ter sofrido influência das proporções de mistura que interferiram diretamente na disponibilidade de nutrientes das mesmas, uma vez que todos os tratamentos receberam a mesma adubação.

Quando a matéria seca da parte aérea foi avaliada em função do tempo, observou-se ajuste quadrático das médias para todos os substratos, com maiores valores obtidos aos 168 DAT (figura 7).

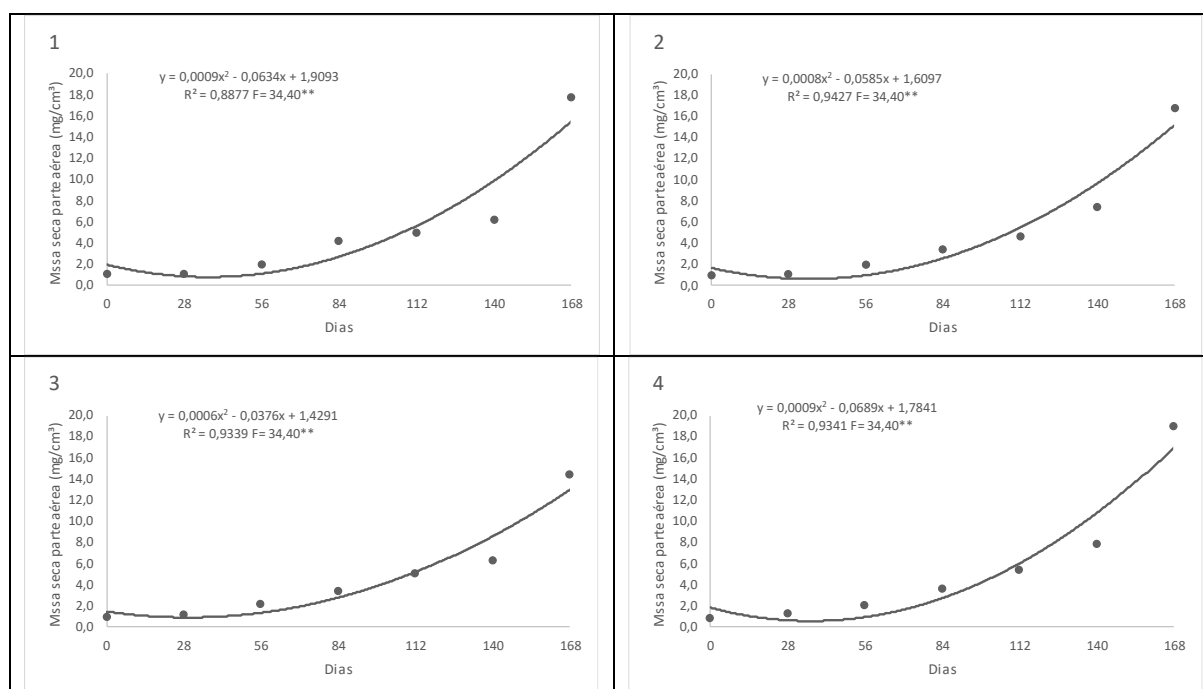
Tabela 10 - Matéria seca da parte aérea (folhas e caule) do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

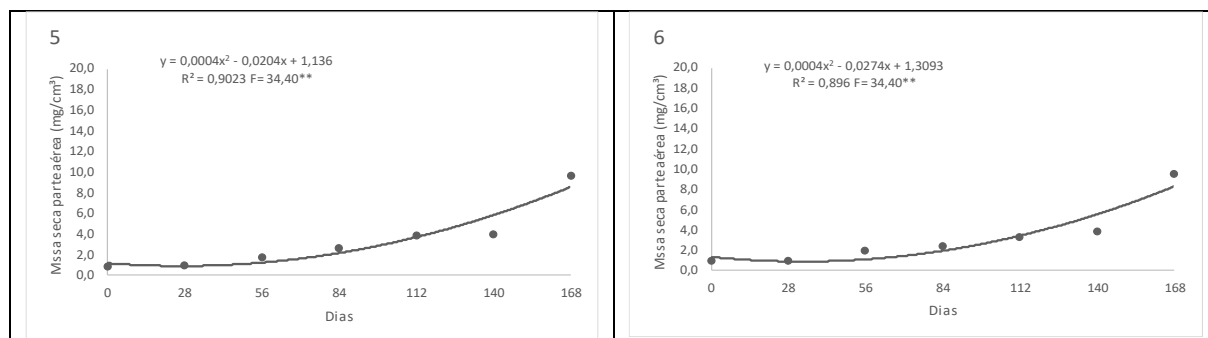
MS parte aérea (mg/cm ³)							
*DAT	0	28	56	84	112	140	168
*(1)	1,06a	1,11a	1,99a	4,18a	5,03ab	6,21a	17,81ab
*(2)	0,83a	1,00a	1,94a	3,39ab	4,62abc	7,37a	16,70b
*(3)	0,84a	1,13a	2,07a	3,37ab	4,97ab	6,27a	14,42c
*(4)	0,82a	1,18a	2,02a	3,52ab	5,37a	7,80a	18,92a
*(5)	0,81a	0,90a	1,71a	2,62ab	3,77bc	3,89b	9,61d
*(6)	0,90a	0,88a	1,88a	2,31b	3,23c	3,75b	9,42d
CV 1 (%)	25,06						
CV 2 (%)	15,08						
DMS	0,97						

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. *DAT – Dias após o transplântio.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Figura 7- Matéria seca da parte aérea dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.





*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Houve interação significativa, entre os substratos e os dias após o transplântio para a área foliar das plantas. Somente após 84 DAT verificou-se diferença entre os tratamentos (tabela 11).

Ao final do experimento, os portaenxertos que apresentaram folhas com maior área e taxa fotossintética, foram as desenvolvidas no substrato 1 (comercial Carolina Soil granulometria fina), mostrando-se superior aos demais tratamentos (tabela 11 e figura 8). Tal resultado pode estar relacionado à maior capacidade de retenção de umidade desse substrato (tabela 2).

De acordo com Guimarães (2002), determinar a área foliar da cultura é de extrema importância pela estreita correlação entre esta, as taxas fotossintéticas e transpiração das plantas. Como consequência, tem-se a capacidade da planta em interceptar as radiações e efetuar as trocas gasosas com o ambiente. Sendo assim, um bom constituinte de indicativo de produtividade.

Giuliani (2014), em avaliação com mudas de citrumeleiro 'Swingle' até o ponto de enxertia, obteve resultados de 1229 cm² de área foliar aos 175 DAT. Boaventura (2003), ao avaliar o crescimento de mudas cítricas em dois sistemas de manejo de adubação, apresentou área foliar de 754 cm² aos 160 DAT para o citrumeleiro 'Swingle' em sistema de fertirrigação, enquanto que neste trabalho os melhores resultados foram obtidos no tratamento 1 (comercial Carolina Soil granulometria fina), com 964,8 cm² aos 168 DAT.

A área foliar no decorrer do período avaliado, aumentou de forma quadrática até 168 DAT (tabela 11).

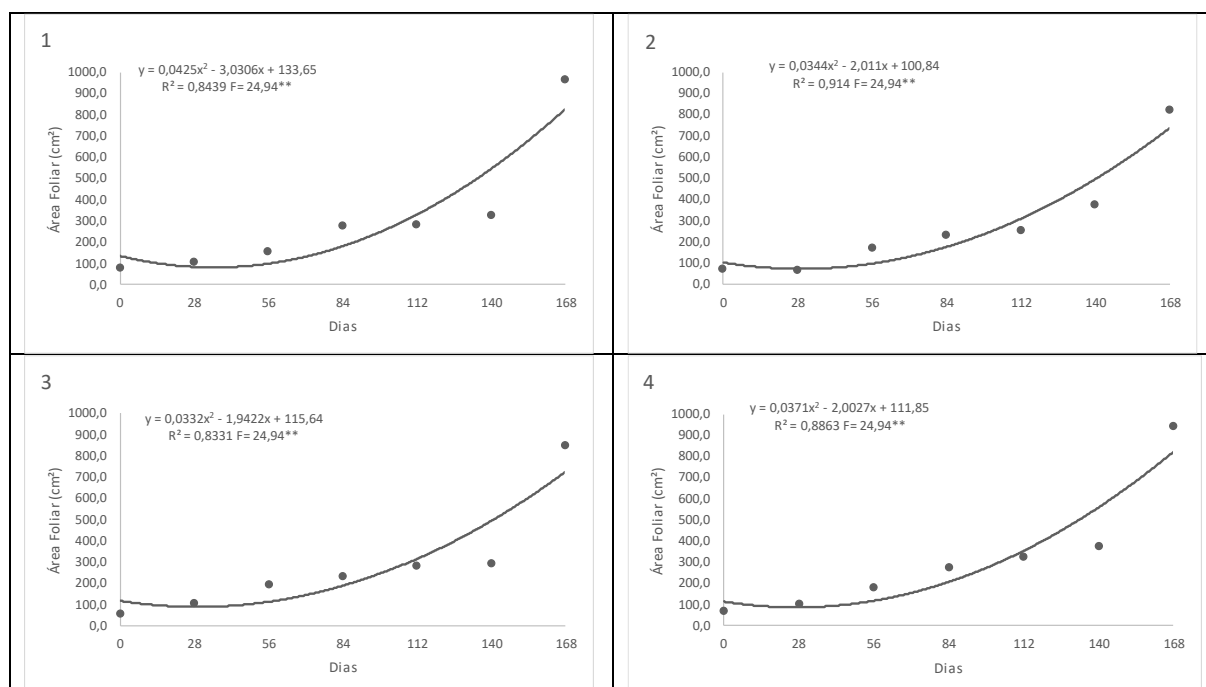
Tabela 11 - Área foliar do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' após repicagem, em proporções de mistura de substrato. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

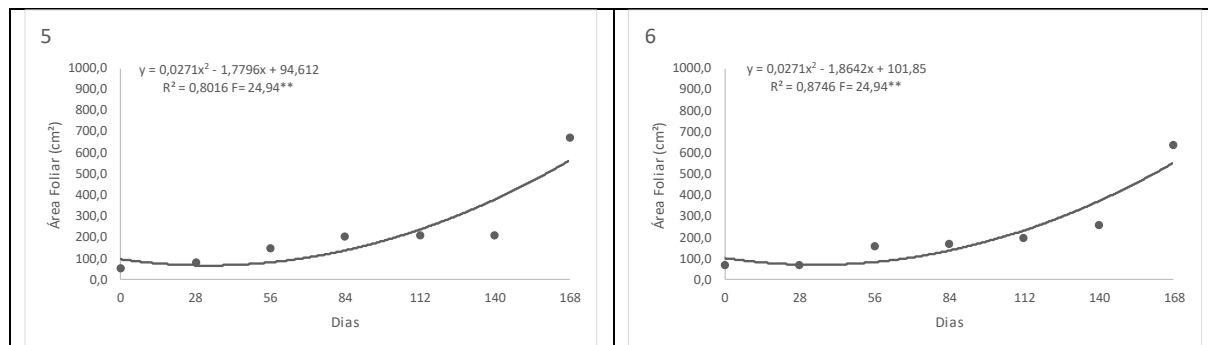
Área Foliar (cm ²)							
*DAT	0	28	56	84	112	140	168
*(1)	79,67a	102,91a	156,62a	275,60a	283,47ab	323,46ab	964,80a
*(2)	69,50a	62,51a	170,88a	231,64ab	250,04ab	374,10a	822,01c
*(3)	59,58a	108,02a	197,53a	235,20ab	283,61ab	297,68abc	854,55bc
*(4)	66,62a	98,73a	177,13a	273,85a	322,08a	374,32a	940,90ab
*(5)	51,32a	78,97a	141,65a	197,36ab	203,07b	207,66c	670,58d
*(6)	68,73a	70,20a	158,31a	165,45b	196,99b	258,85bc	634,21d
CV 1 (%)				18,66			
CV 2 (%)				17,22			
DMS				43,63			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. *DAT – Dias após o transplântio.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Figura 8 - Área Foliar dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplântio (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.





*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Perante o índice de qualidade Dickson, os substratos apresentaram efeito significativo no desenvolvimento das plantas a partir dos 140 DAT e quando atingiram o ponto pré-estabelecido como ideal para realização da enxertia, adquirido aos 168 DAT, os substratos 1 (comercial Carolina Soil granulometria fina), 2 (comercial Carolina Soil granulometria superfina), 3 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz) e 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz) demonstraram resultados estatisticamente superiores, diferindo dos substratos 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz), os quais apresentaram qualidade inferior aos demais tratamentos avaliados (desempenho 28,49% abaixo dos demais substratos) (tabela 12 e figura 9).

Observou-se que, por a casca de arroz ser um material leve e inerte à hidratação, provavelmente, à medida que se elevou a porcentagem desse material na mistura, houve elevação no percentual de macroporos (tabela 2). Aumentos na dose de casca de arroz, promoveram redução na proporção de microporos, elevando a necessidade de consumo de água de irrigação. Guerrini e Trigueiro (2004), tiveram resultados semelhantes quando trabalharam com proporções de misturas para substratos e afirmaram que a quantidade e a qualidade de poros presentes na mistura determinam a distribuição de sólidos, água e ar.

A diferença no desenvolvimento dos portaenxertos de citrumeleiro 'Swingle' podem ser observadas na figura 9.

De acordo com Dias et al. (2012), esse índice de qualidade integra as características mais relevantes no crescimento de mudas de fruteiras em um indicador,

entre eles estão, a massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, altura e diâmetro do caule. Do mesmo modo, Fonseca et al. (2002), afirmaram que as relações que expressam a qualidade das mudas não devem ser utilizadas isoladamente, para não ocorrer a possibilidade de equívocos com a escolha de um único índice como padrão de qualidade.

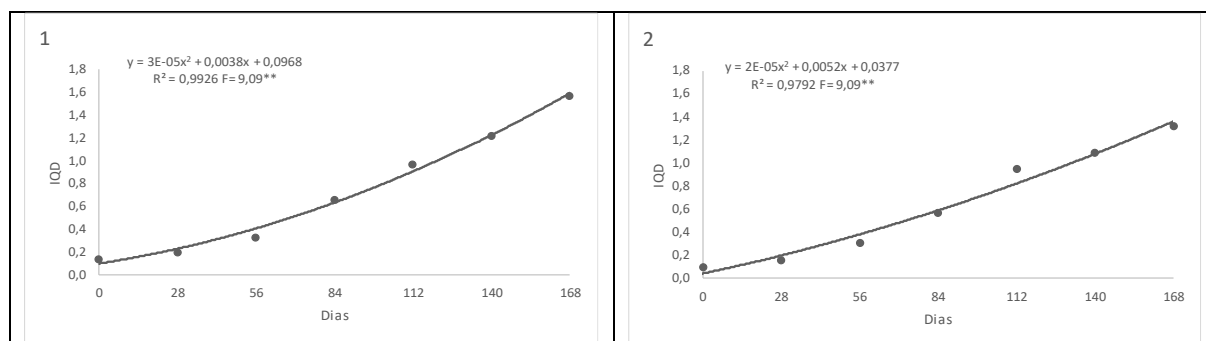
Tabela 12 - Índice de Qualidade Dickson do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' para fase de desenvolvimento das mudas em sacolas, com diferentes proporções de mistura. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

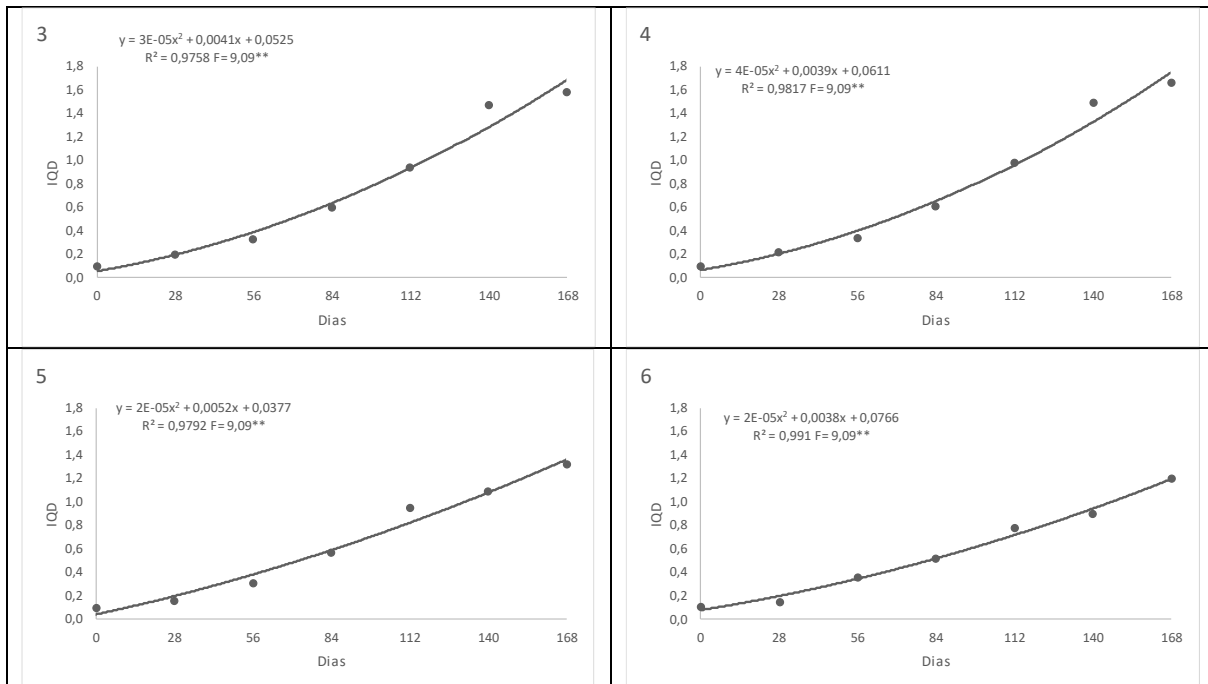
IQD							
*DAT	0	28	56	84	112	140	168
*(1)	0,14a	0,20a	0,33a	0,66a	0,97a	1,22bc	1,57a
*(2)	0,10a	0,19a	0,32a	0,64a	0,96a	1,34abc	1,65a
*(3)	0,09a	0,19a	0,32a	0,59a	0,93a	1,46ab	1,58a
*(4)	0,09a	0,21a	0,33a	0,60a	0,97a	1,49a	1,65a
*(5)	0,09a	0,15a	0,30a	0,56a	0,94a	1,09cd	1,31b
*(6)	0,11a	0,14a	0,35a	0,52a	0,77a	0,89d	1,20b
CV 1 (%)	25,56						
CV 2 (%)	16,36						
DMS	0,15						

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. *DAT – Dias após o transplante.

*(1) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Figura 9 - Índice de Qualidade Dickson dos portaenxertos, a cada 28 dias, até 168 dias após o transplante (DAT). FCA/UNESP. Botucatu, 2017.





Substrato Comercial Carolina Soil granulometria fina; *(2) Substrato Comercial Carolina Soil granulometria superfina; *(3) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Figura 9 - Diferença no desenvolvimento nos tratamentos do portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' aos 168 DAT. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.



*(1) Substrato Comercial granulometria fina; *(2) Substrato Comercial granulometria superfina; *(3) 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita fina, 20% casca de arroz; *(4) 50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz; *(5) 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(6) 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

CONCLUSÃO

As diferentes formulações de substratos avaliados não afetam o desenvolvimento inicial (fase 1 – sementeira) do portaenxerto. No entanto, para a fase de formação até o ponto de enxertia (fase 2 – viveiro), a mudança na proporção dos componentes afeta significativamente o desenvolvimento do citrumeleiro ‘Swingle’.

Com base nas formulações de substrato avaliadas para o desenvolvimento do portaenxerto cítrico citrumeleiro ‘Swingle’, as que possibilitam melhor incremento são os substratos 1 (comercial Carolina Soil granulometria fina), 2 (comercial Carolina Soil granulometria superfina) e 4 (50% turfa *sphagnum*, 30% vermiculita superfina, 20% casca de arroz), enquanto que os substratos 5 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) e 6 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz), não são recomendadas para a produção de mudas do citrumeleiro ‘Swingle’, diante das possíveis condições expostas.

A granulometria da vermiculita utilizada para composição do substrato não afeta o desenvolvimento das mudas.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442p.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. (2014) Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45.
- BATAGLIA, O. C et al. **Padrão nutricional de mudas de citros**. Araraquara: Vivecitrus/Conplant, 2008. 40 p. (Boletim Técnico).
- BOAVENTURA, P.S.R. **Demanda por nutrientes de mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. 2003. 56p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico Pós-Graduação IAC, Campinas, 2003.

BREMER NETO H. et al. Manual de boas práticas para produção de mudas cítricas. Araraquara: Vivecitrus Organização Paulista de Viveiros de Mudas Cítricas, 2015. p. 69.

BRITO, L. M.; MOURÃO, I. Características dos substratos para Horticultura: propriedades e características dos substratos (Parte I/II). **Revista Agrotec**, Portugal, n.2, p. 32-38, 2012.

CASTLE, W. S.; BALDWIN, J. C.; MURARO, R. P. Performance of Valencia sweet orange trees on 12 rootstocks at two locations and an economic interpretation as a basis for rootstock selection. *HortScience*, v. 45, p. 523-533. 2010.

CEN - COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION. EN 13040 – Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo – Preparación de muestras para ensayos químicos e físicos, determinación Del contenido de matéria seca, contenido de humedad y de la densidad aparente compactada en laboratorio. Bruxelles, 1999.

COUTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do portaenxerto mirabolano 29c (*Prunus cerasifera* Ehrh.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, p. 125-128, 2003.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, janeiro-março, 2009.

DIAS, T. M.; DE SOUZA, A. H.; NATALE, W.; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33. n.1, p. 2837-2848, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**. v.36, p.10-13, 1960.

DUTRA, T. R. **Crescimento e nutrição de mudas de copaíba em dois volumes de substratos e níveis de sombreamento**. 2010. 45 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

FERNANDES, C; CORÁ, J. E; BRAZ, L. T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para 97 cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, p. 94-98, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**. Universidade Federal de Lavras. nº 6, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. **Viçosa**: Universidade Federal de Viçosa, p. 412. 2003.

FONSECA, É.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, É., FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**. v. 26, n. 4, p. 515-523. 2002.

FONSECA, E. F.; SILVA, G. O.; TERRA, D. L. C. V.; SOUZA, P. B. Uso potencial da casca de arroz carbonizada na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L) Speg. **Revista Desafios**. v. 04, n. 04, p. 32-40, 2017.

FREITAS, G. A. de. **Validação de substratos e proporção de casca de arroz carbonizada para produção de mudas de alface em sistema orgânico**. 2010. p. 61. Gurupi: Universidade Federal do Tocantins (Dissertação Mestrado), 2010.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA (Fundecitrus). 2008. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br>>. Acessado em: 5 abril 2016.

GIULIANI, J.C.; RIETH, S.; SOARES, W.; LOUROSA, G.; SOUZA, P. V. D. Substratos e recipientes para a produção de porta-enxertos de citros irrigados por subcapilaridade. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.44, n.3, p.446-452, mar 2014.

GODOY, W. I.; FARINACIO, D. Comparação de substratos alternativos para a produção de mudas de tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p. 1095-1098, 2007.

GONÇALVES, J.L.M. & POGGIANI, F. **Substratos para produção de mudas florestais**. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Bras. Ci. Solo**. v. 28, p. 1069-1076, 2004.

GUIMARÃES, D. P.; SANS, L. M. A.; MORAES, A. V. de C. Estimativa da área foliar de cultivares de milho. **XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo** - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis – SC.

HUTCHISON, D.J. **Swingle citrumeleiro - a promising rootstock hybrid**. Proceedings of Florida State Horticultural Society. v. 87, p. 89-91, 1974.

JABUR, M. A. et al. Influência de substratos na formação de portaenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 514-518, 2002.

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba Agropecuária, 2000.

KÄMPF, A.N. Análise física de substratos para plantas. **Boletim Informativo – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 5-7, 2001.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Casca de arroz carbonizada com condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 95.

KOLLER, O. C. Clima e Solo. In: KOLLER, O. C. (Org.) **Citricultura: 1. laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização**. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, n. 3, p. 27-40. 2006.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. de. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, p. 1103 - 1113, 2013.

MAGGIONI, M. S.; ROSA, C. B. C. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; SILVA, E. F.; ROSA, Y. B. C. J.; SCALON, S. P. Q.; VASCONCELOS, A. A. Development of basil seedlings (*Ocimum basilicum* L.) in different density and type of substrates and trays. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 1, p. 10-17, 2014.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008. Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo à Instrução Normativa SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-31-de-23-10-2008-altera-metodo-substrato.pdf>> Acesso em: 5 set. 2017.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C., et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. 1. Ed, Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p. 79. (Documentos IAC, 70).

MATTOS JUNIOR, N. J.D.; FIGUEIREDO J.O; POMPEU J.J. CITROS: principais informações e recomendações de cultivo. Campinas: **IAC**, 2005.

MELO, L. A.; PEREIRA, G. A.; MOREIRA, E. J. C.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. V.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 234-242, 2014.

MINER, J.A. **Sustratos: Propiedades y caracterización**. Madrid, Barcelona e México: Ediciones Mundi-Prensa, 1994. 172 p.

MOURÃO FILHO, F. A. A.; DIAS, C. T. S.; SALIBE, A. A. Efeito da composição do substrato na formação de mudas de laranjeira 'pera'. **Sci. Agric.** Piracicaba, v. 55, n. 1, 1998.

POMPEU JUNIOR, J. Portaenxertos. In D. Mattos Junior, J. D. Negri, R. M. Pio and J. Pompeu Junior (Eds.), Citrus. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag. p. 63-104. 2005.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Citrumeleiros como portaenxertos para a laranjeira 'Valencia'. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 105-107. 2011.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira Pêra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 9- 14, 2014.

PRADO, R. de M. et al. Nitrogênio, Fósforo e Potássio na nutrição e na produção de mudas de laranjeira 'Valência', enxertada sobre Citrumeleiro 'Swingle'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 812-817, Set 2008.

RAVIV, M.; WALLACH, R.; SILBER, A.; BAR-TAL, A. Substrates and their analysis. In D. Sawas, & H. Passam, Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Athens, Greece: Embryo Publications. p. 25- 10, 2002.

RIETH, S.; GIULIANI, J. C.; SOARES, V.; SOUZA, P. V. D. Desenvolvimento de portaenxertos cítricos em dois substratos comerciais em fase de sementeira. **REVISTA PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA**, PORTO ALEGRE, V.18, N.2. 2012.

SCHÄFER, G. **Caracterização molecular, diagnóstico e avaliação de portaenxertos na citricultura gaúcha**. 2000. p. 81. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

SCHWARZ, S. F.; BRUGNARA, E. C. Classificação botânica, morfologia e fisiologia. Citricultura: cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização. Porto Alegre: Ed. Rígel, n. 2, p. 25-29. 2009.

SILVA JÚNIOR, A. A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 4, n. 4, p. 20 - 23, 1991.

SILVA, A. P. P. da. **Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo em tubetes**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006.

SILVA, M.R. da. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptos grandis Hill ex Maiden* submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal/Silvicultura) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SONNEVELD, C.; VAN DEN ENDEN, J.; VAN DIJK, P.A. Analysis of growing media by means of a 1:1,5 volume extract. **Comm. Soil Sci Plant Anal.**, v. 5. n. 30, p. 183-202, 1974.

SOUZA, M.M.; LOPES, L.C.; FONTES, L.E.F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) "White Polaris" em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 71 - 77, 1995.

SOUZA, P.V.D; CARNIEL, E.; FOCESATO, M. L. Efeito da composição do substrato no enraizamento de estacas de maracujazeiro azedo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 276-279, agosto 2006.

WENDLING, I.; GATTO, A., Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas. Viçosa. MG. **Aprenda Fácil**. 2002.166p.

ZANETTI, M. Produção de mudas cítricas em substratos no Estado de São Paulo: um exemplo para outras frutíferas. **Encontro nacional de substratos**, 5º, 2006.

Ilhéus. Irrigação e fertirrigação em ambientes protegidos. Ilhéus, Bahia. Anais. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC, p. 65-74. 2006.

ZORZETO, T. Q. Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.). 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico – Pós-Graduação IAC, Campinas, 2011.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PORTAENXERTOS CÍTRICOS, EM SUBSTRATO COM VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA DA VERMICULITA

RESUMO

As propriedades presentes no substrato, influenciam o crescimento dos portaenxertos cítricos. Nessa temática, o trabalho teve como finalidade avaliar o desenvolvimento inicial de quatro variedades de portaenxertos: laranjeira 'Azeda' (*Citrus aurantium* L.), tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Pasq.) e tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort ex Tan.), em dois tipos de substrato, variando-se a granulometria da vermiculita, em fina e superfina. Foram utilizados substratos nas seguintes proporções: substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz. O experimento foi realizado no viveiro da Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Ciência Florestal, localizado no município de Botucatu/SP. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2 (portaenxertos x substratos), contendo 4 repetições, com 20 plantas. Avaliaram-se as variáveis biométricas: porcentagem de emergência, altura da planta, diâmetro do caule, massa de matéria seca da parte aérea e da raiz. O substrato com granulometria fina promoveu melhor desenvolvimento dos portaenxertos. O limoeiro 'Volkameriano' e laranjeira 'Azeda' tiveram melhor desenvolvimento independente do substrato.

Palavras-chave: Turfa *sphagnum*. Casca de arroz torrefada. *Citrus aurantium* L. *Citrus sunki* Hort. ex Tan. *Citrus volkameriana* Pasq. *Citrus reshni* Hort ex Tan.

DEVELOPMENT OF CITRUS ROOTSTOCKS IN SUBSTRATE WITH VERMICULITE GRANULOMETRY VARIATION

ABSTRACT

The properties of the substrate influence the growth of citrus rootstocks. The work purpose was to evaluate an initial development of four rootstocks varieties: 'Azeda' orange (*Citrus aurantium* L.), 'Sunki' tangerine (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), 'Volkameriano' lemon (*Citrus volkameriana* Pasq.) e 'Cleopatra' tangerine (*Citrus reshni* Hort ex Tan.), in two substrate types. The variation was only for vermiculite granulometry in fine and superfine. It was used in following proportions: substrate 50% peat moss, 20% vermiculite fine, 30% rice husk; substrate 50% peat moss, 20% vermiculite superfine, 30% rice husk. The experiment was performed in a seedling nursery of the São Paulo State University, Department of Forestry Science in Botucatu-SP. It was arranged in a randomized blocks design in factorial scheme 4x2 (rootstocks x substrates) with 4 repetitions composed by 20 plants. It was analysed: plant height, stem diameter, root dry mass and aerial dry mass. The substrate with fine granulometry promoted developed better of the rootstocks. The 'Volkameriano' lemon and 'Azeda' orange was better development, independent of substrate.

Keywords: Peat moss, rice husk. *Citrus aurantium* L.. *Citrus sunki* Hort. ex Tan.. *Citrus volkameriana* Pasq.. *Citrus reshni* Hort ex Tan.

2.1 INTRODUÇÃO

As mudas cítricas devem ser cultivadas em substratos que promovam o seu ótimo desenvolvimento, tanto na fase de sementeira como no viveiro (SPIER, 2008). As variedades dos portaenxertos possuem características próprias, por exemplo, para emergência das plantas, e podem ser influenciadas pelo substrato utilizado e condições climáticas (RIETH, 2012).

O portaenxerto é fundamental na formação da muda cítrica, ele pode interferir nas características da copa, como, desenvolvimento, precocidade de produção, além da quantidade e qualidade de frutos, período de maturação dos frutos, vigor da planta, resistência à pragas e doenças e capacidade de adaptação da planta às condições edafoclimáticas desfavoráveis (POMPEU JUNIOR, 2005).

O limoeiro 'Cravo' induz às copas produção precoce, vigor, tolerância ao estresse hídrico, rápida formação no viveiro e tem compatibilidade com todas as cultivares copa utilizadas comercialmente no Brasil (BREMER NETO et al., 2015). No entanto, o uso maçante desde a década de 1960, tem contribuído para a vulnerabilidade da citricultura brasileira à novas doenças, a exemplo da morte súbita dos citros, registrada a partir de 1999. Devido a este fato, o uso de novos portaenxertos vem ganhando mercado e se destacando na citricultura nacional, como é o caso do citrumeleiro 'Swingle', tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' e do limoeiro 'Volkameriano' (BASTOS et al., 2014).

A escolha do substrato utilizado está entre os fatores importantes para se obter portaenxertos de qualidade. No substrato é onde o sistema radicular irá se desenvolver e determinar o crescimento da parte aérea da muda (JABUR e MARTINS, 2002; BRAGA JUNIOR et al. 2010).

O substrato é o suporte físico onde a semente é colocada e ele tem a função de manter as condições adequadas para a germinação e desenvolvimento das plântulas. Desta maneira, a emergência é influenciada pelo meio físico em função da sua estrutura, capacidade de retenção de água, aeração, dentre outros, podendo favorecer ou prejudicar a porcentagem de emergência (FIGLIOLIA et al., 1993). Assim, é possível afirmar que o tipo de substrato utilizado deve ser adequado para cada espécie, devido às exigências fisiológicas de germinação, forma e tamanho das sementes (BRASIL, 2009).

O substrato deve proporcionar retenção de água suficiente para permitir a germinação das sementes e quando este encontrar-se saturado, deve manter quantidades adequadas de espaços porosos para facilitar o fornecimento de oxigênio, que é indispensável no processo de germinação (SMIDERLE e MINAME, 2001).

A qualidade física do substrato é considerada essencial, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que as plantas se encontram mais suscetíveis ao ataque de microrganismos. Sendo assim, o substrato deve reunir características físicas e químicas que possam proporcionar um bom desenvolvimento à muda. Entre

eles podemos citar, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes (CUNHA et al., 2006).

Com o intuito de conseguir as propriedades físicas e químicas adequadas às necessidades específicas de cada cultivo, a maior parte dos substratos para plantas é uma combinação de dois ou mais componentes (FONTENO et al., 1981).

Silva (2006) afirma que o principal componente entre as misturas do substrato é a vermiculita, a qual, quimicamente, é um silicato hidratado de alumínio, magnésio e ferro. Esse material pode ser encontrado no mercado em diferentes tipos granulométricos (extrafina, fina, média e grossa). O intuito da inclusão da vermiculita expandida na composição dos substratos é aumentar a retenção de água, devido a capacidade desse mineral absorver até cinco vezes o seu volume em água. Além disso, em sua constituição há também potássio e magnésio disponíveis, e possuem elevada capacidade de troca catiônica (FILGUEIRA, 2003).

Frente ao exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de portaenxertos cítricos em dois substratos, com variação na granulometria da vermiculita.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização da área experimental

O experimento foi realizado no viveiro do Departamento de Ciência Florestal da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizado no município de Botucatu – SP, situado a 22°51'03" S, 48°25'37" O, a 840 m de altitude e clima do tipo Cwa, segundo classificação climática de Köppen, que se caracteriza por clima temperado úmido, com inverno seco e verão quente (CUNHA; MARTINS, 2009).

2.2.2 Portaenxertos utilizados, instalação e condução do experimento

Foram utilizadas quatro variedades de portaenxertos cítricos. Semeou-se os portaenxertos: laranja 'Azeda' (*Citrus aurantium* L.), tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Pasq.) e tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort ex Tan.).

A laranja 'Azeda' (*Citrus aurantium* L.) é resistente à *Phytophthora* spp., porém intolerante ao vírus da tristeza (*Citrus tristeza virus*, CTV) (CARPENTER & FURR; 1962; TIMMER, 1991; GRAHAM, 1995; MATHERON et al., 1998). A tangerineira 'Sunki' e a laranja 'Azeda' induzem a maturação tardia de frutos com tamanho médio. Foi constatado que possuem a capacidade de manterem os frutos nas plantas por prolongados períodos sem deteriorar a qualidade, além de terem a tendência de produzirem copas com alto vigor em laranja 'Azeda' (FERGUSON et al., 1990).

A tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* hort. ex Tan.) é considerada um bom portaenxerto, por possuir características relevantes para o melhoramento genético (DETONI et al., 2009). Não apresenta incompatibilidade com copas cítricas, é tolerante aos solos salinos, possui elevado vigor, resistência à tristeza dos citros, xiloporose, sorose e declínio dos citros (SOUZA et al., 2015). Se comparadas à tangerineira 'Cleópatra', geralmente, induz maior precocidade de produção, além de apresentar maior produtividade e menores oscilações de safra (BASTOS et al., 2014).

O limoeiro 'Vokameriano' é caracterizado por apresentar boa adaptação aos solos arenosos e ligeiramente ácidos. Têm alta tolerância à seca, boa resistência à gomose de tronco e de raízes, no entanto é suscetível ao declínio e a morte súbita dos citros. O portaenxerto induz a maturação precoce dos frutos e é incompatível com a laranja 'Pêra', com a qual forma plantas pouco produtivas e de vida curta (MATTOS JUNIOR et al., 2005; BASTOS et al., 2014).

Por fim, a tangerineira 'Cleópatra' apresenta melhor desempenho quando plantada em solos argilosos. Têm média tolerância à seca e média resistência à gomose de tronco e de raízes. São pouco afetadas pelo declínio e tolerantes à morte súbita dos citros. Os frutos produzidos sobre essa tangerineira costumam ser menores e amadurecerem mais tardiamente do que os obtidos sobre os demais portaenxertos (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Foram utilizadas sementes coletadas no pomar do Departamento de Horticultura, pertencente ao setor de fruticultura, situado à 22° 51' 55" S e 48° 26' 22" O e a 810 m de altitude, na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", no município de Botucatu/SP. O experimento foi instalado no mês de junho de 2017.

Os frutos foram coletados e lavados em água corrente. Fez-se um corte superficial da casca no diâmetro transversal e subsequente torção do fruto para extração das sementes.

As sementes foram lavadas em peneira com água corrente e deixou-se secar por cerca de 48 horas. Após o processo de extração e limpeza, estas foram tratadas com carboxina (Vitavax® -Thiram), utilizou-se 0,5 ml para 100 g de semente, conforme recomendação de uso para tratamento das sementes.

Realizou-se a semeadura em recipientes de plástico cônico (tubete), colocando-se três sementes por tubete, com capacidade para 50 cm³ e preenchidos com substrato. Os tubetes foram acondicionados em bandejas de polipropileno com 176 células alocadas a 1m do solo, sobre bancadas de concreto em casa de vegetação. A irrigação foi por nebulização.

Aos 91 DAS as plantas foram climatizadas e após 15 dias, dispostas em viveiro suspenso, tipo microtúnel, cobertos com plástico transparente e receberam irrigação, via microaspersão, três vezes ao dia, com lâmina média de 6 mm.

Foram fornecidas às plantas uma solução nutritiva contendo 0,8 g/L⁻¹ Ca(NO₃)₂, 0,4 g/L⁻¹ MgSO₄, 0,4 g/L⁻¹ MAP, 0,4 g/L⁻¹ KCL, 0,3 g/L⁻¹ CH₄N₂O e 1 ml de solução de micronutrientes diluída na solução de macronutrientes e que continha, 5,4 g/L⁻¹ H₃BO₃, 2,4 g/L⁻¹ MnSO₄, 1,2 g/L⁻¹ ZnSO₄, 0,5 g/L⁻¹ CuSO₄, 0,16 g/L⁻¹ Na₂MoO₄, 25 g/L⁻¹ Fe (13%). Para conferir a condutividade elétrica e o pH, tomava-se uma porção da solução para medição em condutivímetro e pHmetro de mesa DIGIMED.

Foi utilizado o sistema Venturi para fertirrigação, com o auxílio do chamado "chuveirinho" que proporciona igual molhamento das plantas.

A solução nutritiva foi estocada em galões com capacidade para 60 L, deixando o nitrato de cálcio separado dos demais adubos, atentando-se assim ao fato de evitar formação do precipitado. Foi aplicado cerca de 50 ml de água de fertirrigação por m². As análises foram realizadas quando se completou 120 DAS, independente do tratamento.

2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado para condução do experimento o substrato da empresa Carolina Soil, composto por turfa *sphagnum*, vermiculita e casca de arroz torrefada.

Avaliaram-se a emergência dos portaenxertos cítricos: limoeiro 'Volkameriano', laranjeira 'Azeda', tangerineira 'Sunki' e laranjeira 'Cleópatra' em dois tipos de substratos com variação da granulometria da vermiculita (Quadro 10), semanalmente, até os 91 dias após a semeadura. O experimento foi conduzido até os 120 DAS para avaliar-se o crescimento das mudas na fase de transplântio para sacolas.

Tabela 13 - Composição e proporção dos substratos avaliados para o desenvolvimento dos portaenxerto cítricos. FCA/UNESP. Botucatu. 2016-2017.

Tratamento	Composição		
	Turfa	Vermiculita	Casca de Arroz
1	50%	20% fina	30%
2	50%	20% superfina	30%

Quando as plantas atingiram 120 DAS realizaram-se análises destrutivas, com o objetivo de avaliar o crescimento das plantas.

2.2.4 Caracterização física e química dos substratos

Previamente, as amostras de ambos os substratos foram analisadas quanto às características físicas: porosidade, determinada conforme metodologia citada por Silva (1998), granulometria, capacidade de retenção de água, densidade volumétrica, de acordo com a Instrução Normativa nº 31 (MAPA, 2008) e umidade, determinada conforme Norma Européia EM 13040 (CEN, 1999), bem como as características químicas: pH e condutividade elétrica, através da metodologia de extração descrita por Sonneveld et al. (1974) (tabelas 14, 15 e 16).

Tabela 14 - Resultados das Análises granulométricas realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.

Substratos	PENEIRA (% mm ⁻¹)							
	> 4,760	4,760 - 3,350	3,350 - 2,800	2,800 - 2,000	2,000 - 1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,500	< 0,500
1	0,05	0,15	0,30	1,41	31,48	0,95	63,39	2,27
2	0,09	0,13	0,24	1,11	31,25	1,01	63,31	2,86

*(1) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(2) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Tabela 15 - Características físicas dos substratos realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Lageado- UNESP – Botucatu-SP. 2017.

Substratos	Porosidade	Macroporos	Microporos	CRA	Densidade Volumétrica	Umidade
	------(%)-----			ml 55 cm ³	Kg m ⁻³	%
1	80,77	40,10	40,67	21,20	243,33	49,50
2	78,28	35,51	42,77	22,34	240,00	43,51

*(1) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(2) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Tabela 16 - Elementos químicos determinados no extrato 1:1,5, nas amostras de substratos dos portaenxertos. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

Substratos	P	K	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH	C.E	CTC
	----- mg L ⁻¹ -----												mS	cmolc/dm ³
1*	62,63	131,62	56,94	100,27	119,45	13,09	0,11	0,03	0,56	0,60	0,12	4,97	1,63	0,82
2*	6,55	65,97	27,36	46,40	31,13	17,34	0,04	0,04	1,52	0,09	0,11	5,42	0,69	0,47

*(1) Substrato 50% Turfa *Sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(2) Substrato 50% Turfa *Sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

Fonte: Laboratório de análise química de plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Botucatu.

2.2.5 Tratos Culturais

Quando as plantas apresentaram dois pares de folhas, realizou-se o desbaste, deixando-se a mais vigorosa, para obterem-se raízes de maior tamanho, melhor qualidade e plantas mais uniformes.

2.2.6 Variáveis Avaliadas

Avaliou-se a porcentagem de emergência (E), uma vez por semana, até os 91 DAS, calculada pela fórmula apresentada por Maguire (1962) (3):

$$E = (N/A) \times 100$$

(4)

N = número de sementes emergidas;

A = número de sementes na amostra.

Aos, 120 DAS, coletaram-se 10 plantas ao acaso por repetição e avaliaram-se as variáveis destrutivas: massa de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, obtida após secagem em estufa a ± 65 °C, até atingir massa constante. Avaliou-se também a altura das plantas, utilizando-se uma régua graduada (cm) e o diâmetro do caule (mm), com o auxílio de um paquímetro digital.

2.2.7 Análises estatísticas

O delineamento estatístico empregado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial, para avaliar o efeito do fator granulometria da vermiculita presente no substrato e do fator variedade cítrica nas variáveis altura, diâmetro e massa seca das mudas, aos 120 dias após a semeadura. O esquema fatorial empregado foi 4x2, sendo quatro variedades de portaenxerto e dois tipos de substrato, perfazendo um total de oito tratamentos com quatro repetições, cada parcela foi composta por vinte plantas. Para a variável porcentagem de emergência utilizou-se o esquema fatorial triplo (substratos x variedades x tempo).

Os resultados foram submetidos a análise de variância, para análise estatística dos dados, comparando-se as médias pelo teste Tukey a 5% de significância e análise de regressão para a avaliação de porcentagem de emergência realizada ao longo do tempo, por meio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2008).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Porcentagem de emergência (E)

Na figura 11 estão apresentados os valores obtidos de porcentagem de emergência nos substratos com diferentes granulometrias e variedades ao longo do tempo de avaliação.

Ocorreu interação na variável porcentagem de emergência entre substrato x tempo e entre variedade x tempo.

O substrato 1 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) aos 91 DAS apresentou maior porcentagem de emergência em comparação ao substrato 2 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz), provavelmente por reunir características necessárias de um bom substrato para emergência, tal como porosidade. Uma boa porosidade permite o movimento de água e ar no substrato, hidratando-as e tendo aeração suficiente para que se procedam as reações que induzem à formação do caulículo e radícula, favorecendo assim a emergência (NOGUEIRA et al., 2003). Ao passo que as variedades tangerineira 'Sunki' e laranjeira 'Azeda' tiveram melhor porcentagem de emergência quando comparadas com as variedades limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra', independente do substrato avaliados. Tal comportamento pode ser explicado pelas diferenças genéticas entre os portaenxertos testados.

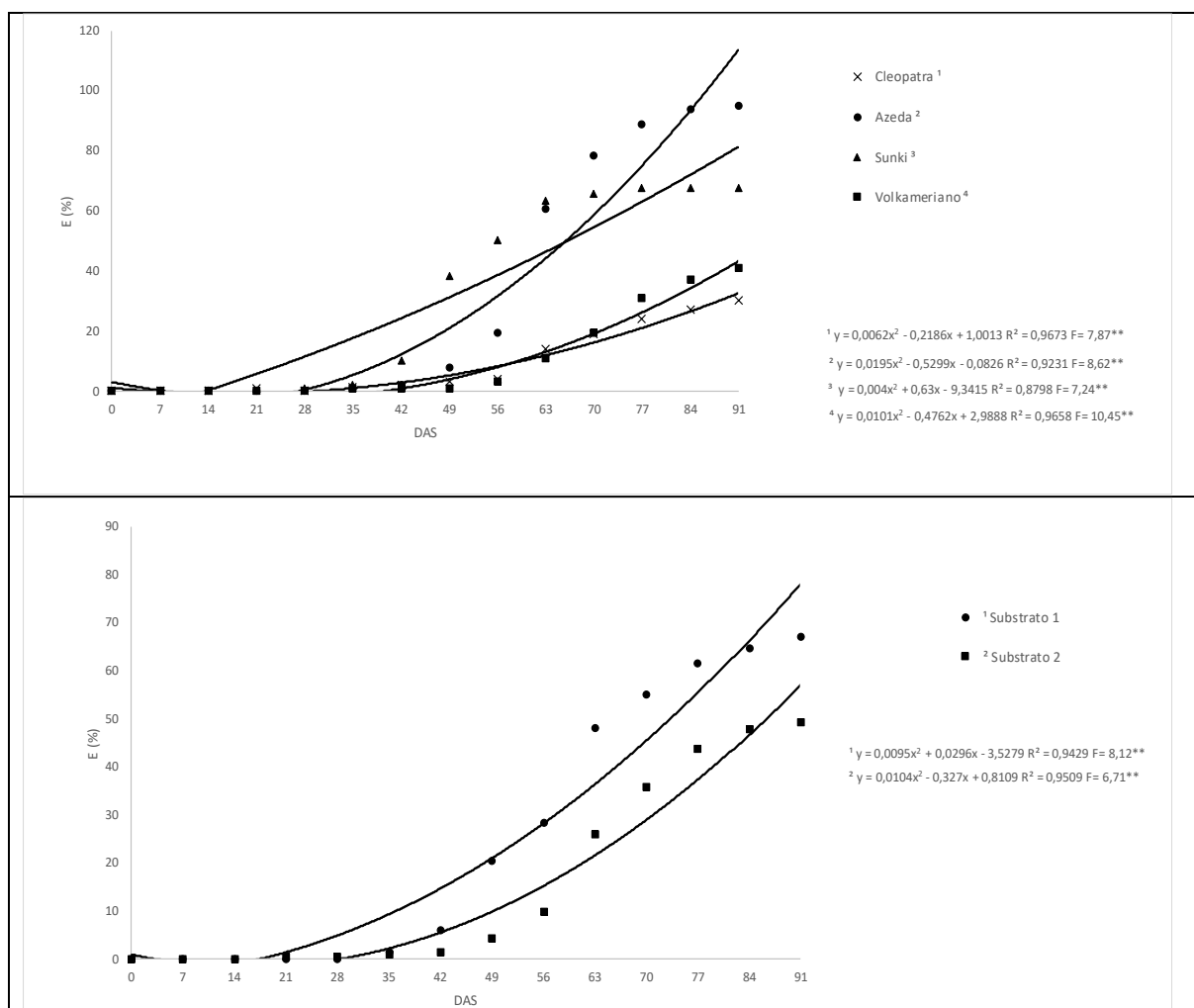
As sementes cítricas começam a emergir em torno de 20 a 30 dias após a semeadura e podem ser afetadas pela temperatura e umidade do substrato (KOLLER, 2009). Houve bastante desuniformidade na data de início de emergência das plântulas em diferentes substratos, havendo portaenxertos que iniciaram a emergência, a partir de 42 dias após a semeadura.

A porcentagem de emergência das plântulas e o desenvolvimento inicial das mudas em recipientes, sofrem influência das condições climáticas e das características genéticas de cada portaenxerto, além de ser essencial que o substrato tenha relação adequada entre macro e microporos (LOPES et al., 2005). No geral, os valores considerados adequados para macroporosidade de um substrato são entre 35-45% e microporosidade entre 45-55% (MAEDA et al., 2007). Os valores para

macroporosidade foram verificados no presente trabalho e encontram-se dentro da faixa considerada ideal.

A umidade do substrato exerce influência na distribuição do tamanho dos poros. De acordo com Fernandes et al., (2006) a presença de maior porcentagem de poros pequenos pode dificultar a absorção de água nos dias subsequentes a semeadura e prejudicar a aeração. No entanto, quando foi avaliada apenas a variação da granulometria da vermiculita, os substratos apresentaram valores muito próximos (tabela 2), assim não foi possível afirmar que esta pequena variação tenha acarretado problemas de emergência, necessitando de mais gastos de reservas das sementes para emergir e sim, que o manejo utilizado no viveiro diante do arranjo das partículas foi mais favorável para o substrato com vermiculita fina (substrato 1), além das características peculiares de cada variedade e da temperatura na casa de vegetação.

Figura 10 - Porcentagem de emergência (E) até 91 DAS das variedades cítricas e proporções de mistura com variação granulométrica da vermiculita em função do tempo. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.



*Substrato 1: 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *Substrato 2: 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

2.3.2 Desenvolvimento inicial das plântulas

Em relação ao diâmetro, altura e matéria seca da parte aérea, não se verificou interação entre os substratos e as variedades. Contudo, houve efeito isolado dos fatores (tabela 17). O substrato 1 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) induziu maior diâmetro, altura e matéria seca da parte aérea às mudas, quando comparado ao substrato 2, que continha vermiculita com granulometria superfina.

Como podemos observar na tabela 17, os resultados obtidos para as variedades avaliadas aos 120 DAS, a laranjeira 'Azeda' e limoeiro 'Volkameriano' foram semelhantes e superiores as demais variedades. Esse comportamento dos portaenxertos são comuns e podem estar relacionado à diferença genética peculiar de cada variedade, sendo considerados portaenxertos com diferente grau de vigor em viveiro (SCHÄFER, 2001; SCHÄFER, 2004; SOUZA, SCHWARZ e OLIVEIRA, 2010). Essa diferença genética pode influenciar a capacidade de assimilação de luz e CO₂, afetando o transporte, a absorção, e a interação dos nutrientes na planta (FOCHESATO et al., 2006).

Segundo Vitti (1992), a capacidade de um portaenxerto vigoroso absorver maior quantidade de água e deixar a raiz em contato com os nutrientes, propicia maior absorção destes, seja por fluxo de massa, difusão ou interceptação radicular, elevando os níveis de nutrientes disponíveis à planta e com isso aumentando seu crescimento.

Tabela 17 - Diâmetro do caule, altura e matéria seca parte aérea dos portaenxertos tangerineira 'Sunki', laranja 'Azeda', limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra' em substratos com variação na granulometria da vermiculita até 120 DAS. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

Substrato	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Matéria seca parte aérea (mg/cm ³)
1	1,99a	10,87a	0,293a
2	1,81b	10,07b	0,248b
CV (%)	8,01	6,92	10,07
DMS	0,11	0,53	0,02
Variedade			
Sunki	1,64b	9,50b	0,203b
Azeda	2,17a	12,91a	0,353a
Volkameriano	2,37a	11,93a	0,368a
Cleópatra	1,42c	7,55c	0,135c
CV (%)	8,01	6,92	10,07
DMS	0,21	1,01	0,04

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade. (1) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(2) Substrato 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

A tangerineira 'Sunki' apresentou desempenho intermediário, sendo apenas a tangerineira 'Cleópatra' inferior. Vários autores ao estudarem a tangerineira 'Sunki' obtiveram resultados semelhantes, comparando-as a outros portaenxertos na produção de mudas, para o mesmo período de avaliação (DECARLOS et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2010).

Conforme observado no capítulo 1, (itens 1.3.1) nos tratamentos contendo 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita, 30% casca de arroz, com diferente granulometria da vermiculita, o portaenxerto citrumeleiro 'Swingle' obteve maior ganho de matéria seca da parte aérea e raiz para o substrato com granulometria fina, na fase de sementeira. No entanto, não é possível afirmar que essa variação da granulometria da vermiculita foi significativa no desenvolvimento do portaenxerto, já que para outras proporções da mistura de turfa *sphagnum*, vermiculita e casca de arroz também com variação da vermiculita em fina e superfina, o mesmo não foi observado. Sendo assim, pode-se pressupor que os resultados obtidos estão relacionados as proporções dos materiais utilizados nas misturas e ao arranjo gerado pelas partículas, do que a modificação na granulometria da vermiculita.

Quando avaliada a matéria seca de raízes, observou-se interação significativa entre os substratos e as variáveis (tabela 18). O limoeiro 'Volkameriano' apresentou

acúmulo de matéria seca nas raízes superior às demais variedades no substrato 1 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz) e semelhante a laranjeira 'Azeda' no substrato 2 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz). A laranjeira 'Azeda', tangerineira 'Sunki' e tangerineira 'Cleópatra' desenvolveram-se igualmente nos dois tratamentos, enquanto que para a variedade limoeiro 'Volkameriano' o acúmulo de matéria seca nas raízes foi maior no tratamento com 50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz (tabela 18).

A maior quantidade de macroporos presentes no substrato 1 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz), pode ter disponibilizado melhor aeração às raízes para o ideal crescimento da variedade. A distribuição do tamanho das partículas, ou seja, a granulometria, é importante para descrever a qualidade física do material, tendo influência determinante sobre o volume de ar e água retida pelo substrato. O arranjo das partículas de acordo com os materiais utilizados em mistura é relevante também para se adequar ao cultivo de cada espécie vegetal (WALLER e WILSON, 1984).

A distribuição das partículas de acordo com os materiais contidos no substrato 2 (50% turfa *sphagnum*, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz), gerou maior porcentagem de microporos e conseqüentemente, capacidade de reter mais água. Essa divisão pode não ter sido interessante e relevante ao desenvolvimento do limoeiro já que é considerado um portaenxerto com alta tolerância ao déficit hídrico.

Giuliani (2014), ao avaliar substratos e recipientes para mudas cítricas, obteve resultados semelhantes a esse trabalho, onde o limoeiro 'Volkameriano' foi superior e a laranjeira 'Sunki' apresentou menor desempenho para a variável matéria seca de raízes.

Rieth et al., (2012), ao comparar o desenvolvimento vegetativo de variedades de portaenxertos, apresentou interação significativa para massa seca da raiz, igualmente observado nesse trabalho. Porém, o desempenho da tangerineira 'Sunki' e do limoeiro 'Volkameriano' apresentou-se semelhante, diferindo dos resultados obtidos no presente trabalho.

Tabela 18 - Massa seca da raiz dos portaenxertos tangerineira 'Sunki', laranjeira 'Azeda', limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra' em substratos com variação na granulometria da vermiculita até 120 DAS. FCA/UNESP. Botucatu, 2017.

Substratos	Variedades			
	Sunki	Azeda	Volkameriano	Cleopatra
1	0,058aC	0,119aB	0,194aA	0,059aC
2	0,049aB	0,123aA	0,139bA	0,029aB
CV (%)	17,21			
DMS	0,25			

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey $p < 0,05$ de significância. *(1) – 50% turfa sphagnum, 20% vermiculita fina, 30% casca de arroz; *(2) - 50% turfa sphagnum, 20% vermiculita superfina, 30% casca de arroz.

CONCLUSÃO

A emergência das plântulas é superior quando utilizado o substrato composto por granulometria fina.

A utilização de substrato com a granulometria fina promove melhor desenvolvimento das plântulas dos portaenxertos avaliados. Independente do substrato, o limoeiro 'Volkameriano' e a laranjeira 'Azeda' possuem melhor desenvolvimento que a tangerineira 'Sunki' e tangerineira 'Cleópatra'.

REFERÊNCIAS

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, 2014.

BRAGA JÚNIOR, J.M.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U. Emergência de plântulas de Zizyphus joazeiro Mart (Rhamnaceae) em função de substratos. **Revista Árvore**, viçosa, v.34, n.4, p.609-616, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, p. 399. 2009.

BREMER NETO H. et al. Manual de boas práticas para produção de mudas cítricas. Araraquara: **Vivecitrus**. Organização Paulista de Viveiros de Mudanças Cítricas, 2015. p. 69.

CARPENTER, J.B & FURR, J.R. **Evaluation of tolerance to root rot caused by *Phytophthora parasitica* in seedlings of Citrus and related genera.**

Phytopathology v. 52 p. 1277-1285. 1962.

CEN - COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION. EN 13040 – Melhoradores de suelo y sustratos de cultivo – Preparación de muestras para ensayos químicos e físicos, determinación Del contenido de matéria seca, contenido de humedad y de la densidad aparente compactada en laboratorio. Bruxelles, 1999.

CUNHA, A. M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de Acacia sp. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.207-214, 2006.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1- 11, jan-març, 2009.

DECARLOS, A. N. et al. Crescimento de portaenxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 199-203, 2002.

DETONI, A. M.; HERZOG, N.; OHLAND, T.; KOTZ, T. E.; CLEMENTE, E. **Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina 'Ponkan' cultivada no oeste do Paraná.** Ciência e Agrotecnologia - UFLA, v. 33, p. 624-628, 2009.

FERGUSON, L.; SAKOVICH, N.; ROOSE, M. **California Citrus Rootstocks.** Riverside: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, p. 18. 1990.

FERNANDES, C; CORÁ, J. E; BRAZ, L. T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para 97 cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, p. 94-98, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium.** Universidade Federal de Lavras. nº 6, p. 36-41, 2008.

FIGLIOLIA, M. B., et al. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B., et al. **Sementes Florestais Tropicais.** Brasília: ABRATES. ISOLANTES, Condicionadores de Solo e Substratos. Minério de Vermiculita Crua Concentrada. p. 137-174, 1993.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 412. 2003.

FOCHESATO, M. L. et al. Produção de mudas cítricas em diferentes portaenxertos e substratos comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1397-1403, 2006.

FONTENO, W.C., CASSEL, D.K., LARSON, R.A. Physical properties of three container media and their effect on Poinsettia growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science.** v. 106, p. 736-741, 1981.

GIULIANI, J.C.; RIETH, S.; SOARES, W.; LOUROSA, G.; SOUZA, P. V. D. Substratos e recipientes para a produção de porta-enxertos de citros irrigados por subcapilaridade. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.44, n.3, p.446-452, mar 2014.

GRAHAM, J.H. **Root regeneration and tolerance of citrus rootstocks to root rot caused by *Phytophthora nicotianae***. *Phytopathology* v. 85. p.111-117. 1995.

JABUR, M. A.; MARTINS, A. B. G. Influência de substratos na formação dos portaenxertos: limoeiro-cravo (*Citrus Limonia* Osbeck) e tangerineira cleópatra (*Citrus Reshni* Hort. ex Tanaka) em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.514-518, 2002.

KOLLER, O. C. **Citricultura**: cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização. Porto Alegre: Rígel, 2009. p. 63-89.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 68, p. 97 - 106, 2005.

MAEDA, S.; DEDECEK, R. A.; AGOSTINI, R. B.; ANDRADE, G. C.; SILVA, H. D. Caracterização de substratos para produção de mudas de espécies florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 54, p. 97 - 104, 2007.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008. Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo à Instrução Normativa SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-31-de-23-10-2008-altera-metodo-substrato.pdf>> Acesso em: 5 set. 2017.

MATHERON, M.E.; WRIGHT, G.C. & PORCHAS, M. **Resistance to *Phytophthora citrophthora* and *P. parasitica* and nursery characteristics of several citrus rootstocks**. *Plant Disease* v. 82 p. 1217-1225. 1998.

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O.; POMPEU JUNIOR, J. Citros: principais informações e recomendações de cultivo. **Instituto Agrônomo de Campinas – IAC**. Campinas. 2005.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 1, p. 15-18, abril 2003.

POMPEU JÚNIOR, J. Portaenxertos para citros potencialmente ananizantes. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n.1, p.147-155, 2001.

RIETH, S.; GIULIANI, J. C.; SOARES, V.; SOUZA, P. V. D. Desenvolvimento de portaenxertos cítricos em dois substratos comerciais em fase de sementeira. **Revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, PORTO ALEGRE, V.18, N.2. 2012.

SCHÄFER, G. BASTIANEL, M. DORNELLES, A. L. C. Portaenxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.723-733, 2001.

SCHÄFER, G. **Produção de portaenxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

SILVA, A.P.P. da. **Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo em tubetes**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 84f. 2006.

SILVA, M.R. da. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptos grandis Hill ex Maiden* submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal/Silvicultura) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SMIDERLE, O. S.; MINAME, K. Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**, n.6, v.1, p.38-45, 2001.

SOUZA, E. L. de S.; SCHWARZ, S. F.; OLIVEIRA, R. P. Portaenxertos para citros no Rio Grande do Sul. In: INDICAÇÕES Técnicas para a Citricultura no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: **FEPAGRO**, v. 4, p. 19-26, 2010.

SOUZA, J. M. A.; MODESTO, J. H.; LEONEL, S.; GONÇALVES, B. H. L.; FERRAZ, R. A., Caracterização física e química dos frutos nos diferentes quadrantes da planta e germinação de sementes do portaenxerto cítrico tangerineira 'Sunki'. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 425-432, Mar/Abr 2015.

SPIER, M. **Ajuste de metodologias para análise física de substratos e teste do resíduo de cana-de-açúcar para o cultivo de plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TEIXEIRA, P. T. L. et al. Desenvolvimento vegetativo de portaenxertos de citros produzidos em diferentes recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1695-1700, set. 2009.

TEIXEIRA, P. T. L. et al. Desenvolvimento vegetativo e acúmulo de massa seca com a adubação de portaenxertos cítricos cultivados em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, nov. 2010.

TIMMER, P. **Identification and control of Phytophthora diseases**. Citrus Industry v. 4 p. 73-75. 1991.

VITTI, G.C. Nutrição e crescimento de plantas cítricas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – FISILOGIA, nº 2, 1992, Bebedouro-SP. **Anais...**Campinas-SP. Fundação Cargill, 1992. 226p. p.132-162.

WALLER, P.L.; WILSON, F.N. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, n.150, p.51-58, 1984.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das características físicas e químicas dos substratos é de extrema importância, pois além de poderem influenciar no desenvolvimento dos portaenxertos, estes irão determinar o manejo de irrigação e nutrição adequado para o bom desenvolvimento das mudas no menor tempo possível.

Aqueles substratos com maior porcentagem de macroporos são substratos com maior espaço de aeração e conseqüentemente, mais drenantes, necessitando de nutrição mais concentrada na fertirrigação, para suprir as necessidades da muda e carecem de maior frequência de irrigação, sendo relevante levar em consideração os custos de produção.

O substrato com granulometria fina apresentou melhores resultados, devido à relação ar:água fornecida às mudas, para as variedades tangerineiras 'Sunki', 'Cleópatra', limoeiro 'Volkameriano' e laranjeira 'Azeda', no entanto, não foi observado diferença significativa para o experimento com o citrumeleiro 'Swingle'. Já o desenvolvimento diferenciado ao longo do período de avaliação dos portaenxertos, está relacionado às características de cada variedade.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.F. et al. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: **ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS**, 3., 2002, Campinas. Anais. Campinas: IAC. p. 17-28, 2002.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, 2014.
- BRASIL. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Instrução Normativa Nº 48**, de 24 de setembro de 2013. nº 186. Seção 1. Pág. 38. Disponível em: <http://www.lex.com.br/legis_24871657_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_48_DE_24_DE_SETEMBRO_DE_2013.aspx>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- BRITO, L. M.; MOURÃO, I. Características dos substratos para Horticultura: composição e características dos constituintes individuais dos substratos (parte II/II). **Revista Agrotec**, Portugal, n.3, p. 64-69, 2012.
- COSTA, M.C. da.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.F.B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1 p.19-24, 2005.
- COUTO, M.; WAGNER JUNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do portaenxerto mirabolano 29c (*Prunus cerasifera ehrh.*) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, p. 125-128, 2003.
- DINIZ, K. A.; LUIZ, J.M.Q.; MARTINS, S.T.; DUARTE, L.C. Produção de mudas de tomate e pimentão em substrato a base de vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, Jul 2001.
- ESPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA, D. L. Doses de uréia no crescimento de porta-enxertos de citros produzidos em recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 136-139, 2004.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (2016) Citrus Fruit Fresh and Processed: annual statistics 2012. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Citrus/Documents/CITRUS_BULLETIN_2012.pdf. Acesso em: 30 jan 2017.
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; FURLANI, P.R., QUAGGIO, J.A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p.29-37.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 412, 2003.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio sólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.28, p.1069-1076, 2004.

IAC (Centro de Citricultura Sylvio Moreira). O Agrônomo – IAC na bioeconomia da citricultura brasileira. **Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo** – ISSN 0365 – 2726. 2016. Disponível em: < <http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?p=16> >. Acesso em: 21 ago. 2017.

KÄMPF, A.N. Materiais regionais como alternativa ao substrato. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS - Materiais Regionais como substrato, 6, 2008, Fortaleza. **Anais eletrônicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, SEBRAE /CE e UFC, 2008.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; PIRES, P. P. Mini estaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, v. 40, p. 547-556, 2012.

MERLIN, T. P. A.; LIMA, G. P. P.; LEONEL, S.; VIANELO, F. Peroxidase activity and total phenol content in citrus cuttings treated with different copper sources. **South African Journal of Botany**, Pietermaritzburg, v. 83, p. 159-164, 2012.

OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015), OECD-FAO Agricultural Outlook 2015, **OECD Publishing**, Paris. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en>. Acesso em: 31 jul. 2017.

PEREIRA, B.F.F.; CARVALHO, S.A. Métodos de forçamento de borbulhas e aplicação de cianamida hidrogenada para produção de mudas de laranja 'Valência' sobre citrumeleiro 'Swingle' em viveiro telado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.151-153, 2006.

PETRY, H.B.; REIS, B.; SILVA, R.R.; GONZATTO, M.P.; SCHWARZ, S.F. Portaenxertos influenciam o desempenho produtivo de laranjeiras-de-umbigo submetidas a poda drástica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 449-455, 2015.

REZENDE, C. F. A. et al. Crescimento e acúmulo de nutriente em mudas cítricas cultivadas em ambiente protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 367-375, May/June. 2010.

ROSA JUNIOR., E.J.; DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; SANTOS FILHO, V.C. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill, em tubetes. **Revista Ciência Agrícola**, v.1, p.18-22, 1998.

SANCHES, L.V.C., PEREIRA, S.N, BÔAS, R.L.V., Avaliação da uniformidade entre lote de substrato em sistema de produção automatizado. **Encontro Nacional de Substratos**, 7º, 2010. Goiânia. Departamento de Recursos Naturais e Ciências do Solo. Botucatu, São Paulo, 2010.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; BARROSO, D. G.; CARVALHO, A. J. C. Sistema de blocos prensados e doses de adubo de liberação lenta na formação de portaenxerto cítrico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 441-447, 2006.

SOUZA, P. V. D.; SOUZA, E. L. S.; OLIVEIRA, R. P.; BONINE, D. P. **Indicações técnicas para a citricultura do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. FEPAGRO, p. 126, 2010.

WENDLING, I.; FERRARI, M.F.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa-florestas, Documentos, n. 79, 48 p., 2002.

ZANETTI, M. et al. Características físicas de substratos para produção de mudas cítricas sob telado. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n.2, p.507-518, 2003.