

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’ cultivada com e sem irrigação

Erick Espinoza Núñez

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2010**

Erick Espinoza Núñez
Engenheiro Agrônomo

Porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’ cultivada com e sem irrigação

Orientador:

Prof. Dr. **FRANCISCO DE ASSIS ALVES MOURÃO FILHO**

Co-orientador:

Dr. **EDUARDO SANCHES STUCHI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências.
Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Espinoza Núñez, Erick
Porta-enxertos para limeira ácida 'Tahiti' cultivada com e sem irrigação / Erick Espinoza
Núñez. - - Piracicaba, 2010.
101 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Irrigação 2. Limão 3. Pomar 4. Porta-enxertos I. Título

CDD 634.334
E77p

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

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Ernesto e Rosário,
e irmãos Karim, Héctor, Cynthia e Rocío,
quanta saudade do seu aconchego.*

AGRADECIMENTOS

Chegar a esta fase do doutorado me enche de alegria, pois é o final de um objetivo traçado há muitos anos. Já nem recordo quando... mas lembro que este sonho somente foi alcançado pela ativa participação de muitas pessoas. Agradeço a meu orientador, Prof. Francisco, pela confiança depositada desde o primeiro dia que o conheci. Seu rigor científico e cuidado com os detalhes foram importantes para minha formação profissional. Da mesma maneira, agradeço a meu co-orientador, Dr. Eduardo. Seus questionamentos e desafios, em relação ao trabalho, guiaram meu raciocínio.

Na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, onde se desenvolveu a pesquisa, estou sinceramente agradecido com o pessoal técnico e administrativo. Especialmente, com o Otávio, Eduardo, Guru, Dimas, Ana, Marlene, Rose, Sônia e Carmelo. Igualmente, agradeço o apoio do pessoal do Laboratório de Análises Químicas: Léo, Vinícius e Fabrício.

De maneira especial, agradeço a meus colegas e amigos Tati e Horst. Foram meus principais conselheiros e críticos que moldaram todo o trabalho. Creio que sem sua participação o trabalho seria muito inferior.

Minha enorme gratidão para minha companheira e amiga Jane. Ela leu e corrigiu, pacientemente, várias vezes o boneco da tese. Ela tirou e colocou palavras e frases inteiras para dar coerência ao texto. Seu amor foi meu sustento.

Na escola, agradeço o apoio do pessoal administrativo, especialmente Luciane, quem sempre foi atenciosa e pronta para solucionar os problemas da pós-graduação. Também, sou grato a Simone, professora de fruticultura, que me ajudou a entender e discutir melhor o trabalho. Não posso esquecer também ao professor Carlos Tadeu, do Departamento de Ciências Exatas, quem me ensinou tudo o que sei sobre estatística.

Sou profundamente grato à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pela concessão da bolsa de doutorado e dos recursos para auxílio à pesquisa, destinados à realização deste trabalho.

Embora, pouco relacionados com o trabalho, me proporcionaram apoio e felicidade muitos amigos (mais dos que possa lembrar) como René, Bryan Manuel, Franz, Héctor, Wally, Jovan, Julieth, Juan, entre outros.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Importância econômica da limeira ácida ‘Tahiti’	19
2.2 Cultivo da limeira ácida ‘Tahiti’	21
2.3 Porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’	22
2.4 Interenxertos para limeira ácida ‘Tahiti’	26
2.5 Adensamento de pomares de limeira ácida ‘Tahiti’	27
2.6 Irrigação em pomares de limeira ácida ‘Tahiti’	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Localização e condições edáficas e climáticas	33
3.2 Descrição do experimento	34
3.3 Características dos porta-enxertos avaliados	35
3.3.1 Limão ‘Cravo’ (<i>Citrus limonia</i> Osbeck)	35
3.3.2 Limão ‘Volkameriano’ (<i>Citrus volkameriana</i> V. Ten. & Pasq.)	36
3.3.3 Tangelo ‘Orlando’ (<i>Citrus reticulata</i> Blanco x <i>Citrus paradisi</i> Macf.)	36
3.3.4 Trifoliata (<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.)	36
3.3.5 Citrumelo ‘Swingle’ (<i>Citrus paradisi</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>)	38
3.3.6 Laranja azeda (<i>Citrus aurantium</i> L.)	39
3.4 Variáveis analisadas	41
3.4.1 Crescimento vegetativo	41
3.4.2 Tolerância à deficiência hídrica	42
3.4.3 Teor foliar de nutrientes	44
3.4.4 Qualidade dos frutos.....	44
3.4.5 Concentração de nutrientes nos frutos.....	46
3.4.6 Produção de frutos.....	46
3.4.7 Produção acumulada.....	47
3.4.8 Densidade de plantio e produtividade por hectare	47
3.4.9 Receita acumulada por planta e por hectare	48
3.4.10 Análises estatísticas	48
4 RESULTADOS	51
4.1 Crescimento vegetativo	51
4.1.1 Altura de planta, diâmetro e volume de copa	51

4.1.2 Circunferência do tronco	54
4.2 Tolerância à deficiência hídrica	58
4.2.1 Avaliação visual das plantas	58
4.2.2 Potencial hídrico foliar	58
4.2.3 Coloração das folhas	59
4.3 Teor foliar de nutrientes	61
4.4 Qualidade dos frutos	65
4.5 Concentração de nutrientes nos frutos	70
4.6 Produção de frutos	74
4.7 Produção acumulada e eficiência produtiva	76
4.8 Densidade de plantio e produtividade por hectare	80
4.9 Receita bruta acumulada por planta e por hectare	82
5 DISCUSSÃO	85
6 CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS	93

RESUMO

Porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’ cultivada com e sem irrigação

A citricultura mundial enfrenta novos desafios, principalmente, em função do surgimento de doenças, encurtamento da vida útil dos pomares e maiores exigências sócio-ambientais por parte dos consumidores. Neste contexto, práticas como diversificação de porta-enxertos, irrigação e adensamento dos pomares são relevantes. Avaliou-se o desempenho da limeira ácida ‘Tahiti’ cultivada com e sem irrigação. Em cada condição foram estudados 12 porta-enxertos e um interenxerto. As parcelas foram distribuídas seguindo o delineamento aleatorizado em blocos, com quatro repetições e uma planta por parcela. Os porta-enxertos influenciaram no vigor das plantas, especialmente, o trifoliata ‘Flying Dragon’ que apresentou sua altura diminuída em aproximadamente 47%, em relação ao limão ‘Cravo’. As plantas sobre os porta-enxertos mais vigorosos apresentaram alta produtividade e maior receita quando cultivadas sem irrigação, destacando-se especialmente a citradia 1646 e o citrange ‘Morton’. As plantas sobre os porta-enxertos menos vigorosos apresentaram melhor desempenho, em termos de produtividade e receita bruta, quando irrigadas, destacando-se o citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, citrumelo ‘Swingle’, trifoliata ‘Davis A’ e trifoliata ‘Flying Dragon’. As plantas sobre o citradia 1708 apresentaram alta produtividade e receita bruta em ambas as condições (com ou sem irrigação). O efeito do interenxerto sobre o vigor das plantas foi dependente do porta-enxerto. Plantas interenxertadas sobre trifoliata ‘Davis A’ foram maiores àquelas sem interenxerto, enquanto plantas interenxertadas sobre limão ‘Volkameriano’ Catania 2 foram menores em relação àquelas sem interenxerto.

Palavras-chave: Adensamento; Ananicamento; *Citrus latifolia*; Flying Dragon; Interenxerto; *Poncirus trifoliata*

ABSTRACT

Rootstocks for 'Tahiti' lime under irrigated and non-irrigated conditions

The citrus industry worldwide is facing new challenges mainly due the outbreak of diseases, shortening of orchard life and larger social and environmental demands from consumers. In this context, practices such as diversification of rootstocks, irrigation and high density planting are relevant. The performance of 'Tahiti' lime under irrigated and non-irrigated conditions was evaluated. In each condition, 12 rootstocks and one interstock were studied. The plots were distributed in randomized complete blocks design with four replications and one plant per plot. Rootstocks influenced the plant vigor, particularly the 'Flying Dragon' trifoliolate which plant height was reduced by approximately 47% compared to 'Rangpur' lime. Trees on more vigorous rootstocks showed high yield and increased gross income when grown without irrigation, stood out especially 1646 citradia and 'Morton' citrange. The plants on less vigorous rootstocks showed better performance in terms of yield and gross income, when irrigated, the highlights were the 'Carrizo' citrange tetraploid, 'Troyer' citrange tetraploid, 'Swingle' citrumelo, 'Davis A' trifoliolate and 'Flying Dragon' trifoliolate. Plants on citradia 1708 showed high yield and income in both conditions (with or without irrigation). The effect of interstock on plant vigor was dependent of rootstock. Interstocked plants on 'Davis A' trifoliolate were higher than those without interstock. On the other hand, interstocked plants on 'Volkamer' Catania 2 lemon were less vigorous than those without interstock.

Keywords: *Citrus latifolia*; Dwarfing; Flying Dragon; High Density Planting; Interstock; *Poncirus trifoliata*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação mensal do preço da caixa (27 kg) de lima ácida ‘Tahiti’ praticado no mercado interno (2007 a 2009).....	20
Figura 2 - Comparação do rendimento ($t\ ha^{-1}$) de um pomar adensado e um convencional....	28
Figura 3 - Precipitação, temperatura e evapotranspiração potencial (ETO), registrados pela estação metereológica de Bebedouro (2007 a 2009).....	33
Figura 4 - Produção no primeiro (a) e segundo semestre do ano (b) da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009.....	79
Figura 5 - Densidade de plantio da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução das exportações de fruta fresca de lima ácida ‘Tahiti’ pelo Brasil (2000 a 2009).....	19
Tabela 2 - Análise de variância conjunta da altura da planta e volume da copa com quatro, cinco e seis anos de idade da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, com ou sem interenxertos e cultivada com e sem irrigação.....	52
Tabela 3 - Altura da planta e volume da copa da limeira ácida ‘Tahiti’ em diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, junho de 2009.....	53
Tabela 4 - Análise de variância conjunta da circunferência do tronco (no porta-enxerto, copa e interenxerto) com quatro, cinco e seis anos de idade da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009.....	55
Tabela 5 - Circunferência do tronco (no porta-enxerto, interenxerto e copa) da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada sem irrigação. Bebedouro, julho 2009.....	56
Tabela 6 - Circunferência do tronco (no porta-enxerto, interenxerto e copa) da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, julho 2009.....	57
Tabela 7 - Classificação visual das plantas em relação a sua tolerância à deficiência hídrica, e potencial hídrico foliar da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009.....	59
Tabela 8 - Análise de variância conjunta das variáveis colorimétricas (L^* , a^* , b^* , C , h°) de folhas limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação.....	60
Tabela 9 - Variáveis colorimétricas (L^* , a^* , b^* , C , h°) de folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivadas com e sem irrigação. Bebedouro, agosto de 2008.....	61
Tabela 10 - Análise de variância conjunta dos teores foliares de nutrientes da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação.....	62
Tabela 11 - Teores foliares da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada sem irrigação. Bebedouro, fevereiro de 2008...	63
Tabela 12 - Teores foliares da limeira da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, fevereiro de 2008.....	64
Tabela 13 - Variáveis colorimétricas (L^* , a^* , b^* , C , h°) da casca dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro de 2009.....	66

Tabela 14 - Análise de variância conjunta dos atributos de qualidade de frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação.....	67
Tabela 15 - Qualidade externa de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, abril de 2009.....	68
Tabela 16 - Qualidade interna de frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, abril de 2009.....	69
Tabela 17 - Concentração de nutrientes na casca dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro 2009.....	71
Tabela 18 - Concentração de nutrientes nos frutos da lima ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro 2009.....	72
Tabela 19 - Nutrientes contidos em uma tonelada de frutos frescos de lima ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro 2009.....	73
Tabela 20 - Análise de variância conjunta da produção com quatro, cinco e seis anos de idade da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação.....	74
Tabela 21 - Produção de frutos com quatro, cinco e seis anos de idade da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009.....	75
Tabela 22 - Análise de variância conjunta da precocidade, produção acumulada e produção no primeiro e segundo semestre da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação.....	76
Tabela 23 - Produção acumulada (de dois a quatro e de dois a seis anos de idade) e eficiência produtiva da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009.....	77
Tabela 24 - Análise de variância conjunta da densidade de plantio, produtividade e receita acumulada da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação.....	81
Tabela 25 - Produtividade e receita acumulada da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada em com e sem irrigação. Bebedouro, 2009.....	84

1 INTRODUÇÃO

Os pomares de citros no Brasil estão formados por poucas cultivares copa e porta-enxerto. Como copas, predominam quatro cultivares de laranja doce (*Citrus sinensis*) que representam quase 92% das plantas no Estado de São Paulo e como porta-enxerto, uma única cultivar representa 85% das plantas, o limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia*) (BASSANEZI et al., 2003). A homogeneidade genética dos pomares tem muitas vantagens, porém, essa condição aumenta perigosamente sua vulnerabilidade a pragas e doenças. Diante dessa situação, os citricultores devem contar com alternativas para diversificar ou substituir o limão ‘Cravo’ como porta-enxerto em seus pomares.

A elevada frequência de cultivo do limão ‘Cravo’ é resultado da notável superioridade das plantas nele enxertadas em aspectos como produtividade, resistência a deficiência hídrica, precocidade na entrada de produção e compatibilidade com a maioria das copas (POMPEU JR., 2005). Pode-se concluir que o limão ‘Cravo’ é o porta-enxerto melhor adaptado às condições edafo-climáticas do Estado de São Paulo. Entretanto, seu uso extensivo e contínuo nos pomares aumenta o risco fitossanitário (CARLOS et al., 1997). Em 2001, o surgimento da Morte Súbita dos Citros ameaçou destruir as plantas sobre limão ‘Cravo’. Felizmente, a doença não se espalhou ficando restrita apenas à região norte do Estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro (BASSANEZI et al., 2003).

O novo contexto da citricultura mundial coloca os produtores frente a novos desafios como o surgimento de doenças, maiores exigências sócio-ambientais dos consumidores, aumento dos custos de produção e encurtamento do período de vida útil dos pomares (SPANN; SPYKE, 2007). Esses desafios demandam dos agricultores ações como aumento da densidade de plantio e irrigação dos pomares. Os produtores que mostrem mais flexibilidade na adoção de práticas culturais para lidar com as exigências do setor seguramente têm maior chance de continuar nesta atividade citrícola. Nesse sentido, dificilmente um único porta-enxerto irá atender a todas essas exigências, e inclusive, um porta-enxerto adequado para laranjas pode não ser o melhor para limões ou tangerinas, pois, os atributos de qualidade dos frutos de cada espécie são distintos.

Várias instituições de pesquisa no Brasil estudam e selecionam novos porta-enxertos como o Centro APTA Citros “Sylvio Moreira”, a Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB) e a EMBRAPA - Mandioca e Fruticultura (EMBRAPA/CNPMF). A maioria

destas pesquisas, no entanto, está dirigida à seleção de porta-enxertos para laranja doce. Experimentos envolvendo limeira ácida ‘Tahiti’ ainda são escassos. Contudo, os resultados parciais já permitem caracterizar alguns porta-enxertos como, por exemplo, o elevado vigor conferido pelo tangelo ‘Orlando’, limão ‘Volkameriano’ e citrange ‘Morton’; a baixa produção de frutos induzida pela maioria das tangerinas; a suscetibilidade à gomose do limão ‘Cravo’ e tangelo ‘Orlando’; o baixo vigor das plantas induzido pelos trifoliatas – especialmente o ‘Flying Dragon’ – e as boas qualidades do citrumelo ‘Swingle’ tanto em tamanho de planta como em produção de frutos (FIGUEIREDO et al., 1996; FIGUEIREDO et al., 2000; FIGUEIREDO et al., 2001; FIGUEIREDO et al., 2002; STENZEL; NEVES, 2004).

Os esforços das diversas instituições de pesquisa e dos próprios pesquisadores estão concentrados em desenvolver práticas culturais ou identificar materiais genéticos superiores em relação ao vigor à copa, resistência a doenças, tolerância a períodos de estiagem, produtividade e qualidade de frutos. Neste propósito, existem trabalhos de melhoramento genético de copas e porta-enxertos, de irrigação, de adaptação de materiais a novas regiões, de reguladores de crescimento, de introdução de novos materiais genéticos, de podas, de inoculação de agentes biológicos, entre outros.

Na presente pesquisa, estudou-se o desempenho da lima ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos e um interenxerto – trifoliata ‘Flying Dragon’. O experimento foi conduzido em duas condições de cultivo: com e sem irrigação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância econômica da limeira ácida ‘Tahiti’

A produção mundial de frutos cítricos em 2008 foi 122 milhões de toneladas. Desses, limões e limas representaram aproximadamente 12%. Embora as estatísticas disponíveis não discriminem entre limões e limas, sabe-se que, no Brasil a produção da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka) é superior à dos limões (FAO, 2010). O maior produtor mundial de lima ácida é o México com 1.800.000 toneladas aproximadamente. O Brasil ocupa a quarta posição mundial com uma produção superior a um milhão de toneladas e ocupando uma área de 45.410 hectares (FAO, 2010; SILVA et al., 2008).

A produção nacional de limas e limões nos últimos anos cresceu motivada pelas exportações de fruta fresca (BOTEON; NEVES, 2005) (Tabela 1). Entre 1997 e 2006, o volume exportado aumentou a uma taxa anual de 48%; os principais países compradores foram a Holanda e o Reino Unido (MDIC, 2010). Sustentar esse crescimento das exportações no futuro dependerá do aumento da ampliação do calendário de exportação, campanhas mais intensas para promover o consumo de fruta e da diversificação de mercados, focando o norte-americano na entressafra mexicana (VITTI; BOTEON, 2008). Quanto à receita gerada pelas exportações de fruta *in natura*, no triênio 2003/04/05, a lima ácida ‘Tahiti’ registrou o valor de US\$ 20,5 milhões, a laranja US\$ 12,2 milhões e a tangerina US\$ 6,9 milhões (VITTI; BOTEON, 2008).

Tabela 1 - Evolução das exportações de fruta fresca de lima ácida ‘Tahiti’ pelo Brasil (2000 a 2009)

ANOS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Receita total (US\$ milhão)	4.735	7.989	9.899	16.953	18.308	26.316	32.953	41.715	48.177	43.771
Volume (1.000 t)	8.745	15.377	21.850	34.031	37.338	44.304	51.481	58.250	60.335	66.374
Preço (US\$ FOB kg ⁻¹)	0,54	0,52	0,45	0,50	0,49	0,59	0,64	0,72	0,80	0,66

Fonte: MDIC (2010)

Entre os Estados do Brasil, São Paulo concentra mais de 80% da produção de lima ácida ‘Tahiti’, seguido da Bahia (3,98 %), Minas Gerais (3,51 %) e Rio de Janeiro (3,34%) (SILVA et al., 2008). Mais especificamente, sete municípios do Estado de São Paulo respondem por 51% da produção: Itajobi (19%), Taquaritinga (6%), Fernando Prestes (6%), Itápolis (6%), Urupês (5%),

Botucatu (5%) e Cândido Rodrigues (4%). A maior parte dos pomares de lima ácida ‘Tahiti’ (71%) são de 5 a 50 hectares, ou seja, são médias e pequenas propriedades, muitas do tipo familiar, empregando grande quantidade de mão-de-obra no período de capinas e, principalmente, na colheita (SILVA, 2008; STUCHI et al., 2003). A safra principal ocorre entre dezembro e maio, período no qual os produtores recebem os preços mais baixos do ano; em média entre janeiro e maio de 2009, o preço foi de 5,03 R\$ caixa⁻¹ de 27 kg (Figura 1). É nesse período também que são maiores as exportações de fruta fresca e a industrialização de suco concentrado. Na entressafra (entre julho e novembro) existe menor oferta de frutos e os preços atingem valores muito elevados (Figura 1). Por isso, os agricultores procuram técnicas culturais que favoreçam a produção de frutos na época da entressafra. Os atacadistas da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) manifestam que o mercado interno prefere as frutas de casca lisa e com muito suco, enquanto o mercado externo aprecia frutos de casca de coloração verde intensa e textura rugosa (SILVA et al., 2008). Segundo analistas, o mercado interno tem muito espaço para crescer ainda, haja vista o baixo consumo brasileiro que, em média nacional, foi de 0,548 kg ano⁻¹ (SILVA et al., 2008).

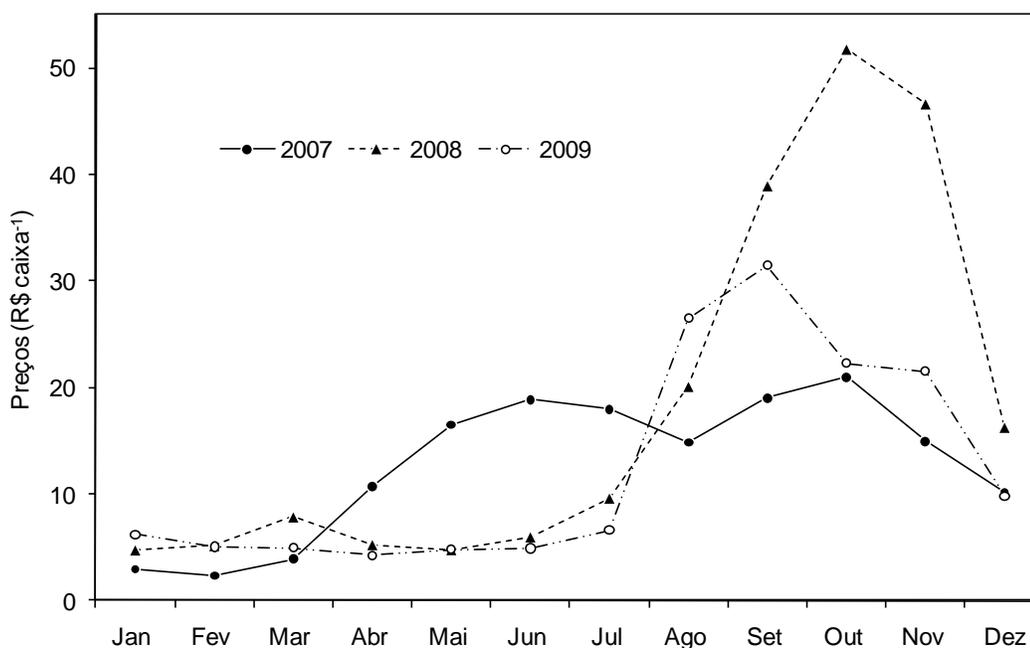


Figura 1 - Variação mensal do preço da caixa (27 kg) de lima ácida ‘Tahiti’ praticado no mercado interno (2007 a 2009)

Fonte: CEPEA (2010)

2.2 Cultivo da limeira ácida ‘Tahiti’

A limeira ácida ‘Tahiti’ é descrita como um provável híbrido entre a lima ácida comum (*Citrus aurantifolia*) e a cidra (*Citrus medica*) ou com o limão (*Citrus limon*) e sua origem geográfica é desconhecida (HODGSON, 1967; LUCHETTI et al., 2003). Dentro do grupo dos citros é a única cultivar comercial triploide ($2n=3x=27$) e, por isso, estéril. Acredita-se que foi introduzida no Brasil por comerciantes portugueses e, aparentemente, do Brasil foi transportada para Austrália por volta de 1824 (HODGSON, 1967).

A limeira ácida ‘Tahiti’ apresenta porte médio a grande, copa expansiva e curvada, folhas novas de cor purpúrea tornando-se na maturidade de cor verde e de forma lanceolada. A floração ocorre várias vezes no ano e o período entre a floração e colheita varia de 105 a 170 dias. Os frutos são ovais, de casca fina, superfície lisa, cor verde a amarelo-pálida na maturação, de massa média entre 70 a 100 g, com aproximadamente 50% de suco, teor de brix em torno de 9,0, acidez titulável em torno de 6,0% e conteúdo médio de ácido ascórbico de 20 a 40 mg mL⁻¹ (DONADIO et al., 1995).

Para o adequado crescimento e desenvolvimento dos órgãos da planta, a temperatura ótima varia de 15 a 36 °C para o crescimento dos ramos, de 15 a 30 °C para o crescimento radicular, de 21 a 35 °C para floração, e de 24 a 35 °C para o crescimento do fruto (CRANE, 2004). A indução floral acontece depois de um período quiescente devido a baixas temperaturas (<18 °C dia / 10 °C noite) e/ou deficiência hídrica. Em São Paulo, a floração principal acontece entre setembro a novembro após um período de estiagem, e o principal período de colheita entre dezembro a maio. Menor produção ocorre durante julho a novembro, provocando elevação dos preços no mercado interno (CHAVARIBERY; ALVES, 2001). Obter maior produção de frutos na entressafra implica, por sua vez, favorecer as florações que ocorrem entre março e maio e desestimular a floração principal. Nesse propósito, pesquisadores têm usado reguladores vegetais como ethephon e ANA para derrubar as flores e frutinhos correspondentes à safra principal ou, de outro modo, ácido giberélico para inibir a floração principal (STUCHI; CYRILLO, 1998).

No Brasil, os dois clones da limeira ácida ‘Tahiti’ mais cultivados são o IAC-5 ou Peruano e o “Quebra-galho” (FIGUEIREDO; STUCHI, 2003). As plantas do clone IAC-5 são vigorosas (até 5,0 m de altura); altamente produtivas; livres de vírus e viróides (ausência de fissuras nos troncos e ramos); tolerantes ao vírus da tristeza dos citros (*Citrus tristeza virus* -

CTV); e com menor incidência de hipertrófia do cálice das flores (FIGUEIREDO et al., 1976; FIGUEIREDO; STUCHI, 2003). As plantas do clone “Quebra-galho” são infectadas com viróides dos citros (CVd) e exocorte (*Citrus exocortis viroid* - CEVd) induzindo à formação de plantas de menor porte (3,0 a 3,5 m de altura) com galhos quebradiços. Quando se usa o “Quebra-galho”, os pomares são de porte e hábito de crescimento desuniformes, medianamente produtivas, com florações constantes ao longo do ano, de produção precoce e curto período de vida útil. Entre os produtores é bastante difundida a ideia de que o “Quebra-galho” produz mais na entressafra, comparado ao clone IAC-5. Contudo, pesquisas recentes parecem refutar esta hipótese (STUCHI et al., 2007).

A limeira ácida ‘Tahiti’ apresenta alta resistência a doenças que afetam laranjas e tangerinas como cancro cítrico, clorose variegada dos citros (CVC), declínio, mancha-preta dos citros, leprose e moscas-das-frutas; levando a muitos produtores a substituir pomares de laranja e limão verdadeiro por lima ácida ‘Tahiti’ (FIGUEIREDO; STUCHI, 2003).

O grande vigor das plantas de limas e limões dificulta e encarece a colheita e a aplicação de defensivos. Nesse sentido, muitas pesquisas no mundo estão dirigidas a entender os mecanismos biológicos e fisiológicos envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, e dessa maneira, desenvolver técnicas para diminuir o vigor. Plantas pouco vigorosas permitiriam adensar o cultivo, aumentar a produtividade, reduzir o período de recuperação dos investimentos e aumentar a eficiência no aproveitamento da radiação solar, água e solo. Contudo, até a atualidade não existe uma técnica disponível para controlar de maneira eficiente e rentável o tamanho das plantas (RABE, 1996). Por outro lado, há técnicas tradicionais de resultados pouco consistentes e nem sempre rentáveis como uso de variedades copa de pequeno porte, aplicação de inibidores de crescimento, podas de ramos e raízes, uso de porta-enxertos pouco vigorosos, uso de interenxertos, uso de agentes biológicos como vírus e viróides, anelamentos, controle da irrigação, entre outros (PASSOS; BOSWELL, 1979; STUCHI, 1994).

2.3 Porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’

Comercialmente, as plantas cítricas constam de duas partes: copa e porta-enxerto. O porta-enxerto constitui parte do tronco e o sistema radicular encarregado da sustentação física, da absorção de água e nutrientes, da síntese de hormônios e da interação química com o solo. Como

órgão, a raiz influencia sobre a toda fisiologia da planta, mas são de importância econômica aqueles efeitos sobre o vigor, a produção, qualidade de frutos e a tolerância a estresses por fatores bióticos e abióticos (CARLOS et al., 1997; MEDINA et al., 2005). Embora existam muitos estudos, atualmente, conhece-se pouco dos mecanismos biológicos pelos quais os porta-enxertos exercem sua influência sobre a planta (WEBSTER, 2004). Pesquisadores sugerem estar envolvidos distúrbios na translocação de minerais, hormônios, carboidratos e água (CASTLE, 1978; WEBSTER, 1995). Os porta-enxertos e/ou interenxertos – em particular os pontos de enxertia – modificariam a quantidade ou proporção de hormônios circulando pelos vasos das raízes e da copa; no movimento de assimilados como açúcares e aminoácidos; na quantidade dos elementos minerais e água absorvida e movimentada entre o porta-enxerto e a copa (WEBSTER, 1995).

No Japão, demonstrou-se que os porta-enxertos influenciam a taxa fotossintética, a densidade de estômatos e a atividade da Ribulose em tangerina ‘Satsuma’. As plantas com maior taxa fotossintética e maior número de folhas desenvolveram mais vigorosamente (MORINAGA; IKEDA, 1990). Esses estudos foram confirmados no Brasil, onde um estudo com laranja ‘Valência’ apontou que o limão ‘Cravo’ e o *Poncirus trifoliata* induziram maior taxa de assimilação de CO₂ do que o citrange ‘Troyer’ e tangerina ‘Cleópatra’ (MEDINA et al., 1998)

Anatomicamente, cada porta-enxerto apresenta características peculiares que os diferenciam. O limão rugoso, por exemplo, é um porta-enxerto com alta resistência à deficiência hídrica por causa de seu extenso sistema radicular (SYVERTSEN, 1981). Outra pesquisa também demonstrou que porta-enxertos vigorosos apresentam maior densidade e diâmetro dos vasos do xilema do que porta-enxertos menos vigorosos (VASCONCELLOS; CASTLE, 1994). Outra característica a levar em conta é a condutividade hidráulica radicular que, foi correlacionada positivamente com a taxa de crescimento dos ramos em vários porta-enxertos. Porta-enxertos vigorosos (limão rugoso, limão ‘Cravo’ e citrange ‘Carrizo’) têm maior condutividade hidráulica, condutância estomática e transpiração do que porta-enxertos menos vigorosos (tangerina ‘Cleópatra’ e laranja azeda) (SYVERTSEN; GRAHAM, 1985; MEDINA et al., 1998). Os porta-enxertos com maior condutividade hidráulica, provavelmente, mantêm as folhas mais hidratadas durante o dia, com maior período de abertura estomática e com maiores taxas de trocas gasosas (MEDINA et al., 1998).

Várias pesquisas em regiões da América tropical e subtropical relataram que os porta-enxertos mais apropriados para lima ácida ‘Tahiti’ foram *C. macrophylla*, laranja azeda e limão ‘Volkameriano’ porque induziram maior produção e boa qualidade de frutos. Os porta-enxertos citranges, citrumelos, pomelos, Kalpi (*C. excelsa*), limão ‘Cravo’, limão ‘Rugoso’ e lima doce (*C. limettioides*) mostraram comportamento variável dependendo das condições ambientais. Os porta-enxertos que se manifestaram inadequados na maioria das condições foram Calamondin (*C. madurensis*), cidra (*C. medica*), tangerina ‘Cleópatra’, lima ácida (*C. aurantifolia*), limões, limequat (*C. aurantifolia* x *Fortunella* sp.), laranja doce, Tabog (*Swinglea glutinosa*), tangelos e trifoliata (CAMPBELL, 1991).

No Brasil existem poucos estudos envolvendo porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’, em contraste com o elevado número de estudos em laranjas ou tangerinas. E, como um porta-enxerto adequado para laranjas não necessariamente será adequado limas ácidas e viceversa, não é possível a recomendação de porta-enxertos a partir de estudos efetuados com outros cultivares copa, em função de diferenças fisiológicas inerentes e, particularmente, porque os critérios para avaliar qualidade dos frutos são distintos (CASTLE et al., 2010).

A limeira ácida ‘Tahiti’, na maior parte dos pomares comerciais, está enxertada sobre o limão ‘Cravo’, devido, entre outras razões, a que este lhe confere alta resistência à deficiência hídrica. Sérios problemas sanitários, entretanto, prejudicam sua sustentabilidade como, por exemplo, a gomose (*Phytophthora* spp.), doença que encurta seu período de vida útil e minora sua rentabilidade. Para superar o problema, os agricultores optaram pela maior utilização do Trifoliata e seus híbridos, não só para contornar os problemas com gomose, mas também porque esses porta-enxertos induzem plantas de menor porte. Num levantamento feito nos viveiros do estado de São Paulo, contabilizou-se que 73% das mudas de lima ácida ‘Tahiti’ estavam sobre limão ‘Cravo’, 10% sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, 6% sobre citrumelo ‘Swingle’, 4% sobre trifoliata e 4% sobre tangerina ‘Cleópatra’ (POMPEU JR; BLUMER, 2005).

Em experimento conduzido em Bebedouro, SP, relatou-se que o tangelo ‘Orlando’ induziu a maior produção de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ em um estudo com 11 porta-enxertos. Entretanto, uma alta porcentagem de plantas, 40%, morreram devido à gomose de *Phytophthora* spp. As plantas menos produtivas foram as enxertadas sobre a laranja ‘Caipira DAC’ e as tangerinas ‘Cleópatra’, ‘Batangas’ e ‘Oneco’. Também encontrou-se que as plantas de maior porte foram aquelas sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citrange ‘Morton’, tangelo ‘Orlando’

e trifoliata 'EEL'. Cabe ressaltar o bom desempenho das plantas sobre citrumelo 'Swingle', as quais foram bastante produtivas, de porte mediano, regularmente resistentes ao déficit hídrico e sem registro de perdas por gomose (FIGUEIREDO et al., 1996; FIGUEIREDO et al., 2002).

Em Maringá, PR, relatou-se que as plantas de lima ácida 'Tahiti' sobre limão 'Cravo' e citrange 'C-13' foram as mais produtivas e as sobre *Poncirus trifoliata*, tangerina 'Cleópatra' e 'Sunki' as menos produtivas. Quanto ao crescimento vegetativo, observou-se que as mais vigorosas foram as plantas sobre citrange 'C-13' e limão 'Rugoso Africano', e as menos vigorosas sobre *Poncirus trifoliata*, tangerina 'Cleópatra' e 'Sunki'. Frutos mais suculentos (expressos em porcentagem de suco) foram registrados em plantas sobre limão 'Cravo' e citrange 'C-13'. O pomar, com onze anos de idade, já apresentava perdas de 70% das plantas sobre limão 'Cravo' por gomose e 90% das plantas sobre tangerina 'Cleópatra', provavelmente, por causa de uma inadequada afinidade entre a copa e o porta-enxerto (STENZEL; NEVES, 2004).

Em Aguaí, SP, o trifoliata 'EEL' e alguns de seus híbridos, particularmente o citrumelo 'Swingle', foram apontados como porta-enxertos que induzem maior produção de frutos na limeira ácida 'Tahiti'. Por outro lado, as tangerinas mostraram desempenho inadequado como porta-enxertos na produção de frutos. As plantas mais vigorosas foram as enxertadas sobre tangelo 'Orlando', citrange 'Morton' e limão 'Volkameriano' Catânia 2. Uma vez mais, verificou-se que uma das maiores limitações para o cultivo dos limões e limas em São Paulo é a incidência da gomose causada por *Phytophthora* spp., especialmente quando o porta-enxerto é o limão 'Cravo' (FIGUEIREDO et al., 2000).

Numa pesquisa com limões, observou-se que os porta-enxertos *C. pennivesiculata* e laranja azeda 'Double Cálice' foram os únicos que não apresentaram sintomas de gomose. Neste experimento, as plantas que começaram a produzir precocemente foram aquelas sobre *C. pennivesiculata*, limão 'Volkameriano' Catânia 2 e limão 'Cravo' (FIGUEIREDO et al., 1998). Do sétimo ao décimo primeiro ano, o *C. pennivesiculata* confirmou seu melhor desempenho frente aos outros, alcançando uma produção média de 250 kg planta⁻¹ (FIGUEIREDO et al., 2005).

Diversos tratos culturais podem ser adotados para prevenir e diminuir a incidência da gomose. Entretanto, a solução mais viável é a utilização de porta-enxertos resistentes. O grau de suscetibilidade ou resistência de um determinado porta-enxerto à gomose pode ser influenciado pela idade da planta, tratos culturais, origem dos porta-enxertos e pressão do inóculo de

Phytophthora spp. Do resultado de pesquisas em vários países, elaborou-se a seguinte classificação de porta-enxertos: a) resistentes à gomose: Trifoliata, *C. macrophylla* e alguns citrumelos, notadamente o ‘Swingle’; b) desde tolerantes a suscetíveis à gomose: laranja azeda e citrange ‘Carrizo’, tangerina ‘Cleópatra’, tangerina ‘Sunki’, tangelo ‘Orlando’, limão ‘Milan’, limão ‘Volkameriano’, limão ‘Cravo’ e lima da Pérsia; e c) suscetíveis à gomose: laranja doce e limão ‘Rugoso’ (CASTLE, et al., 1993; POMPEU JÚNIOR, 2005).

2.4 Interenxertos para limeira ácida ‘Tahiti’

O interenxerto é um segmento de tronco de um cultivar distinto, enxertado entre o porta-enxerto e a copa. Os efeitos mais acentuados dos interenxertos manifestam-se sobre o tamanho da árvore, o período juvenil, a produção e qualidade dos frutos (KREZDORN, 1978). Seu uso, no entanto, é mais corrente para superar problemas de incompatibilidade entre a copa e porta-enxerto.

Em Piracicaba, SP, foi reportado que a presença do interenxerto trifoliata, entre a laranja ‘Valencia’ e o limão ‘Cravo’, diminui o tamanho das plantas quando comparadas àquelas sem interenxerto. Nesse experimento, foram avaliados também vários tamanhos de interenxertos – 5 cm, 10 cm e 20 cm – mas sem manifestar diferenças entre eles (SAMPAIO, 1993). Na Califórnia, relatou-se que o interenxerto ‘Flying Dragon’ diminui o tamanho das plantas de laranja ‘Valência’, porém não é tão eficiente como quando usado como porta-enxerto. Além disso, observou-se que as plantas interenxertadas tiveram maior eficiência produtiva comparadas àquelas sem interenxerto (ROOSE, 1990). Resultados similares foram relatados em Israel, sendo que as plantas de pomelo ‘Star Ruby’ e tangerinas ‘Michal’ e ‘Nova’ apresentaram menor volume de copa e produção de frutos quando estiveram interenxertadas com trifoliata ‘Flying Dragon’. O volume de copa foi reduzido de 30% a 70% por efeito do interenxerto (ASHKENAZI et al., 1992).

Pesquisadores japoneses estudaram a tangerina ‘Shirakawa Satsuma’ sobre *Poncirus trifoliata*, trifoliata ‘Flying Dragon’ e *Poncirus trifoliata* com interenxerto ‘Flying Dragon’. A pesquisa mostrou que o fluxo de seiva (método para medir o estresse hídrico) foi maior nas plantas sobre *Poncirus trifoliata*, intermediário nas plantas sobre *Poncirus trifoliata* com interenxerto ‘Flying Dragon’ e menor nas plantas enxertadas em trifoliata ‘Flying Dragon’. Por

outro lado, o teor de sólidos solúveis do suco foi maior nas plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ e menor naquelas sobre *Poncirus trifoliata*. Esses resultados sugerem que o trifoliata ‘Flying Dragon’ limita a translocação de água quando usado como porta-enxerto ou interenxerto (YONEMOTO et al., 2004).

Em citros, em geral, o efeito dos interenxertos para controlar o tamanho das plantas não é tão pronunciado quando comparadas às frutíferas temperadas, como a macieira (CASTLE, 1992). O efeito do interenxerto parece ser neutralizado pelo efeito do porta-enxerto. Assim, em um experimento com laranja ‘Hamlin’, observou-se que as plantas sobre um porta-enxerto vigoroso – limão ‘Volkameriano’ – foram 30% maiores que sobre um porta-enxerto menos vigoroso – citrange ‘Carrizo’ – mesmo todas as plantas tendo o interenxerto ‘Flying Dragon’ (FERGUSON; CHAPARRO, 2004). Outro experimento com plantas de tangelo ‘Minneola’ apoia a ideia de que o efeito como porta-enxerto é muito superior ao efeito do interenxerto sobre o crescimento vegetativo (CASTLE, 1992).

2.5 Adensamento de pomares de limeira ácida ‘Tahiti’

Desde a década de 1970, observa-se a tendência de diminuir o espaçamento entre plantas nos pomares comerciais. Menores espaçamentos permitem que mais plantas ocupem um espaço determinado, levando, em casos extremos, a plantios ultra-adensados. Este tipo de cultivo é imprescindível em países como o Japão, onde a pouca quantidade de terras promove seu uso com alta eficiência. Em outros países, como o Brasil, plantios adensados respondem mais à necessidade de um menor período de recuperação do capital investido (DE NEGRI et al., 2005). Os plantios adensados de citros certamente apresentam maior rendimento nos primeiros anos (Figura 2) (RABE, 1996; WHEATON et al., 1995). Na Flórida, o rendimento de frutos incrementou-se com o adensamento nos primeiros cinco anos de produção. Entretanto, os autores apontaram que esse intervalo de tempo (no qual o rendimento aumenta com o adensamento) depende do tempo que a planta toma para amadurecer ou em ocupar o espaço no marco de plantação. O rendimento de frutos, nos cinco anos seguintes (plantas adultas) foi similar no pomar adensado e no convencional (WHEATON et al., 1995). Disso resulta que, pomares adensados justificam-se mais em climas temperados ou quando são usados viróides. Na Flórida e

em São Paulo, o rápido desenvolvimento da copa limita as vantagens de plantações adensadas em um período relativamente curto (WHEATON et al., 1995).

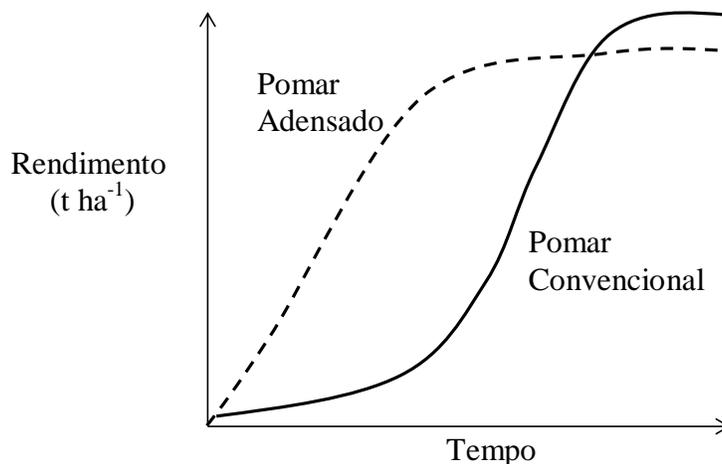


Figura 2 - Comparação do rendimento ($t\ ha^{-1}$) de um pomar adensado e um convencional
 Fonte: Adaptado de Rabe (1996)

Para decidir-se sobre a densidade de plantio, vários fatores devem ser levados em consideração tais como o vigor da planta (a combinação particular copa/porta-enxerto), o clima, a fertilidade e drenagem do solo, a disponibilidade hídrica e o destino da produção (seja para mercado de fruta fresca ou processamento industrial) (DONADIO; STUCHI, 2001). Várias pesquisas demonstraram que o tamanho da planta é grandemente influenciado pelo porta-enxerto; os mais vigorosos, de raízes fortes, abundantes e bem arraigadas no solo promovem maior crescimento da copa e viceversa (CASTLE; KREZDORN, 1973). Um caso especial são os porta-enxertos ananizantes que em combinação com uma cultivar copa (independentemente de causas virais, ambientais ou outras influências) resulta em uma planta de aproximadamente 2,50 m de altura (CASTLE, 1978). O trifoliata 'Flying Dragon' (*Poncirus trifoliata* L. Raf.), uma seleção de Trifoliata, parece ser o único porta-enxerto ananizante dos citros (STUCHI, 1994; ROOSE, 1990). Não obstante essa característica, o 'Flying Dragon' nunca chegou a ser um porta-enxerto importante. Inclusive, alguns pesquisadores o apontam como excessivamente ananizante na maioria das combinações e de desenvolvimento lento na fase de viveiro (CITROLIMA, 2010; RABE, 1996).

Os porta-enxertos ananizantes induzem redução da altura e o volume de copa das plantas e, inclusive, podem afetar o hábito natural de crescimento da variedade copa. Da mesma maneira,

afetam o peso fresco (massa) da parte aérea da planta. A diminuição do vigor das plantas é devido a um ou mais dos fatores listados a seguir: redução do comprimento dos internódios nos ramos novos, alteração da duração e da taxa de crescimento dos ramos novos, mudança na partição dos assimilados e mudança no ângulo e hábito de crescimento dos ramos (WEBSTER, 2004).

No Estado de São Paulo, a densidade de plantio mais comum nos pomares de limeira ácida ‘Tahiti’ é entre 200 a 300 plantas por hectare; 15% das áreas possui mais de 300 plantas hectare e 19% abaixo de 200 plantas hectare (SILVA, 2008).

No Brasil, foi realizado um experimento pioneiro envolvendo esse porta-enxerto em Bebedouro, SP, onde avaliou-se o desempenho da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre ‘Flying Dragon’ cultivada em quatro espaçamentos: 4,0 x 1,0 m (2500 plantas ha⁻¹); 4,0 x 1,5 m (1666 plantas ...ha⁻¹); 4,0 x 2,0 m (1250 plantas ha⁻¹) e 4,0 x 2,5 m (1000 plantas ha⁻¹). Dados do sexto ano de produção revelaram uma correlação positiva entre o volume de copa e o rendimento; em menores espaçamentos observaram-se copas maiores e mais produtivas (STUCHI et al., 2003). Em 2004, quando o pomar tinha dez anos de idade, a vantagem produtiva do pomar mais adensado ainda era evidente: 48,6 t ha⁻¹ (4,0 x 1,0 m); 42,2 t ha⁻¹ (4,0 x 1,5 m); 32,9 t ha⁻¹ (4,0 x 2,0) e 31,0 t ha⁻¹ (4 x 2,5 m) (STUCHI; SILVA, 2005). Em um experimento na Flórida, EUA, apontou-se que as plantas de laranja ‘Hamlin’ (*C. sinensis*) sobre limão ‘Milam’ (*C. jambhiri*) produziram mais no espaçamento 4,5 m x 2,5 m do que no espaçamento 6,0 m x 4,5 m, nos primeiros seis anos da planta; no sétimo e oitavo ano igualaram em produção; e a partir do nono ano, produziram mais no espaçamento de 6,0 m x 4,5 m (WHITNEY et al., 1991).

2.6 Irrigação em pomares de limeira ácida ‘Tahiti’

O adequado crescimento e desenvolvimento das plantas cítricas está intimamente relacionado à disponibilidade hídrica (RODRIGUEZ, 1987). A água participa em processos como: (i) crescimento da planta, influenciando a divisão e expansão celular; (ii) frutificação, influenciando a diferenciação das gemas reprodutivas; (iii) qualidade dos frutos, influenciando a produção de carboidratos, pois, participa da abertura e fechamento estomático e de atividades enzimáticas na fotossíntese e respiração (FAUST, 1989).

Através da irrigação procura-se atender a necessidade hídrica das plantas – nos períodos críticos e na quantidade certa – e garantir maior produção e qualidade de frutos. De maneira geral, as plantas cítricas requerem aproximadamente 600 a 1300 mm de água ao ano para produzir adequadamente (PARSON; WHEATON, 2000).

A região centro-oeste do Estado de São Paulo, tradicional no cultivo de citros, registra precipitações anuais entre 1000 e 1400 mm. Entretanto, a quantidade de chuvas pode ser altamente variável em anos consecutivos. Além disso, as chuvas são concentradas em poucos meses do ano, calculando-se que mais de 60% das chuvas caem num período de quatro meses (de novembro a fevereiro). A floração e fixação dos frutos são períodos críticos para citros e ocorrem na primavera, época do início das chuvas. Contudo, são freqüentes veranicos e chuvas atrasadas e podem prejudicar o desenvolvimento das plantas (VIEIRA, 1991).

Diversos trabalhos no mundo relatam maior produção de frutos quando os pomares são irrigados, indicando os seguintes benefícios: (i) maior fixação de frutos que garantem maior produtividade; (ii) melhor qualidade dos frutos, com maior tamanho, peso e coloração mais acentuada; (iii) maior quantidade de óleo na casca que, além da função de proteção vegetal, também tem valor industrial (KRIEDMANN & BARRS, 1981; KOO & SMAJSTRLA, 1984; VIEIRA, 1991).

Em plantas jovens de citros o regime de irrigação afeta o tamanho final da planta e sua futura capacidade de frutificação (SHALHEVET; LEVY; 1990). Um adequado suprimento de água no solo propicia condições favoráveis à evapotranspiração das plantas favorecendo a obtenção de elevadas produções (PIRES, 1992). Nas plantas cítricas a fase de maior demanda de água e assimilados começa na primavera com a brotação e florescimento (VIEIRA, 1988). Por outro lado, a fase de menor demanda acontece desde a maturação à colheita dos frutos e na fase de repouso das plantas (VIEIRA, 1991). As plantas cítricas precisam de um período de menor crescimento no inverno (DAVIES; ALBRIGO; 1994), que varia entre 45 a 60 dias, e antecede o florescimento. Nos subtropicais, as baixas temperaturas ou a deficiência hídrica induzem o repouso. Na região centro-oeste do estado de São Paulo (Bebedouro, Matão, São José do Rio Preto, etc.), a indução floral é determinada apenas pela déficit hídrica no solo, pois, as temperaturas de inverno não são suficientemente baixas. Na região sudeste do Estado de São Paulo (Itapetininga, Pilar do Sul, São Miguel Arcanjo), tanto as baixas temperaturas de inverno e o déficit hídrico no solo, regem a indução floral (RIBEIRO et al., 2006).

Em estudos sobre o efeito da água na produtividade dos citros mostra-se o incremento da produção com o aumento da evapotranspiração das plantas (SHALHEVET; LEVY; 1990). Num estudo conduzido por Koo e Smajstrala (1984) em laranjeiras ‘Valência’ enxertadas sobre limão rugoso, aplicaram-se diferentes regimes de irrigação durante cinco safras consecutivas. Nesse período, registrou-se um incremento significativo da produção de 39 a 64% nos tratamentos irrigados, em comparação ao controle não irrigado. Os tratamentos irrigados induziram um incremento de 36 a 56% no nível de sólidos solúveis dos frutos.

Na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB) realizou-se um experimento num pomar de laranjeira ‘Pêra’ sobre tangerineira ‘Cleópatra’, em que foram avaliados níveis de aplicação de água de 0, 50 e 100% da evapotranspiração. Nos quatro primeiros anos, as plantas com reposição de água de 50% da evapotranspiração produziram mais do que aquelas com 100% de reposição. A partir do quinto ano, o nível de 100% superou o de 50%. As plantas sem irrigação produziram significativamente menos frutos que as plantas irrigadas. Os valores do *ratio* (relação sólidos solúveis/acidez) e conteúdo de suco foram semelhantes entre os experimento irrigado e não irrigado (EECB, 2005). A irrigação afeta principalmente o tamanho do fruto (SHALHEVET; LEVY, 1990). Contudo, a relação entre essas variáveis nem sempre é linear (LEVY et al., 1979). Observa-se também que a irrigação leva a um decréscimo do teor de sólidos solúveis e da acidez total, pelo efeito de diluição, reduzindo a qualidade dos frutos. Por outro lado, a deficiência hídrica geralmente causa um aumento na concentração de sólidos solúveis e da acidez (BARRY et al., 2004), tendo como consequência, menores valores de *ratio*.

No caso específico da limeira ácida ‘Tahiti’, a irrigação pode também ser uma alternativa para redução da incidência da podridão foliar (*Colletotrichum gloeosporioides*). Essa doença afeta flores e frutos pequenos quando os níveis de umidade do ar são elevados, ocasionando sua queda. Da mesma maneira, com a irrigação suplementar o citricultor pode promover florações adiantadas, quando a umidade do ar é ainda baixa (ZANINI et al., 1998). Na limeira ácida ‘Tahiti’ é possível também forçá-la a produzir fora da época, derrubando a florada da primavera e verão, e induzindo a florada de outono e inverno (VIEIRA, 1991). Naturalmente, a produção de frutos fixados fora de época será viável apenas com irrigação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e condições edáficas e climáticas

O experimento foi implantado na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), no estado de São Paulo, Brasil. A localização exata obedece às coordenadas 20°53'16'' S em latitude, 48°28'11'' W em longitude, e 601 m de altitude. O tipo de solo predominante na EECB é do tipo Latossolo Vermelho, Distrófico típico, textura média, A moderado, hipoférrico (ANDRIOLLI, et al., 1994). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é de tipo Cwa; caracterizada pelo clima subtropical, de inverno moderado e seco e verão quente e chuvoso (Figura 3). Entre 1983 e 2008, em média, registraram-se 1534,7 mm de precipitação anual, e entre 1989 e 2008, a média das temperaturas máximas foi 30,5 °C e das mínimas 16,8 °C (EECB, 2009).

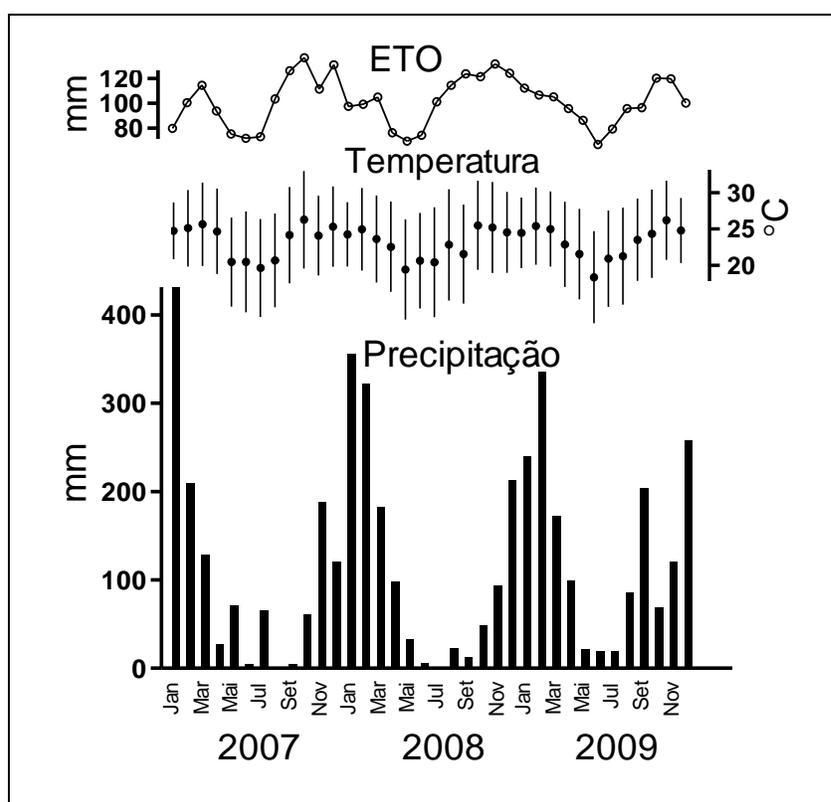


Figura 3 - Precipitação, temperatura e evapotranspiração potencial (ETO), registrados pela estação meteorológica de Bebedouro (2007 a 2009)

Fonte: EECB (2009)

3.2 Descrição do experimento

O experimento avaliou o desempenho da limeira ácida ‘Tahiti’, clone IAC-5, sobre diferentes porta-enxertos, um interenxerto e em duas condições de cultivo: com e sem irrigação; por três anos (2007, 2008 e 2009). A implantação do experimento ocorreu em 23 de dezembro de 2003, com espaçamento de 8,0 m x 5,0 m. Registraram-se medidas do crescimento vegetativo, produção, qualidade de frutos, tolerância à deficiência hídrica, teores de nutrientes nas folhas e frutos, entre outros. As parcelas foram distribuídas no campo de acordo com delineamento aleatorizado em blocos, com 18 tratamentos, quatro repetições e uma planta por parcela (unidade experimental). O mesmo experimento foi conduzido com e sem irrigação, totalizando nos dois experimentos de 144 plantas. Os porta-enxertos avaliados para limeira ácida ‘Tahiti’ foram os seguintes: trifoliata ‘Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* L. Raf.), citrange ‘Troyer’ tetraplóide (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata*), citrange ‘Carrizo’ tetraplóide (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata*), citradia 1646 (*Citrus aurantium* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), citradia 1708 (*Citrus aurantium* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), citrange ‘Morton’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata*), trifoliata ‘Davis A’ (*Poncirus trifoliata*), citrumelo ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*), limão ‘Volkameriano’ Catânia 2 (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.), tangelo ‘Orlando’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus paradisi* Macf.), laranja azeda ‘Smooth Flat Seville’ (SFS) (*Citrus aurantium* L.) e limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck). O interenxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ foi utilizado em plantas sobre citrange ‘Morton’, trifoliata ‘Davis A’, citrumelo ‘Swingle’, limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, tangelo ‘Orlando’ e laranja azeda ‘Smooth Flat Seville’ (SFS). Em 2007, as plantas sobre tangelo ‘Orlando’ e laranja azeda ‘SFS’ (interenxertada) morreram por causa da gomose de *Phytophthora* spp.

No experimento irrigado, utilizou-se o sistema por gotejamento para cobrir a demanda hídrica das plantas. O sistema, acionado pela força de gravidade, possui emissores do tipo tubo gotejador auto-compensante, com vazão de 2,3 litros por hora, espaçados a cada 1,0 metro, em linha simples. A necessidade de irrigação dos pomares experimentais foi calculada a partir do balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955). Esse método monitora a variação do armazenamento de água no solo, contabilizando o suprimento natural (precipitação) e a demanda atmosférica (evapotranspiração potencial) a uma determinada

capacidade de água disponível (CAD). O balanço hídrico estima a evapotranspiração real, a deficiência hídrica, o excedente hídrico e o armazenamento de água no solo. Os dados necessários foram fornecidos pela Estação Meteorológica da EECB.

3.3 Características dos porta-enxertos avaliados

3.3.1 Limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck)

É possivelmente um híbrido natural entre limoeiro verdadeiro [*C. limon* (L.) Burm. f.] e tangerineira (*C. reticulata*), e sua origem é provavelmente na Índia, onde é conhecido como limeira ‘Rangpur’ (HODGSON, 1967). Trata-se do principal porta-enxerto da citricultura paulista, participando em quase 80% das plantas cítricas. A sua importância foi crescente a partir do anos cinquenta pela intolerância da laranja azeda ao vírus da tristeza dos citros. Atualmente, a sua preferência ocorre devido à produtividade alta e precoce de frutos e à resistência à deficiência hídrica que este porta-enxerto induz. Outras características destacáveis são a facilidade de obtenção de sementes, grande vigor no viveiro antes e depois da enxertia, alta porcentagem de sobrevivência das mudas no campo, rápido crescimento das plantas, pouca tolerância ao frio, tolerância a solos salinos, frutos de grande tamanho com qualidade regular e maturação precoce, compatibilidade com todos os cultivares copa, melhor desempenho em solos arenosos e profundos que em solos argilosos onde sua produtividade pode ser inferior aquelas sobre tangerinas ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’ (CASTLE et al., 1993; CITROLIMA, 2010; POMPEU JR., 2005). Do ponto de vista sanitário, o limão ‘Cravo’ é tolerante ao vírus da tristeza dos citros, mas é suscetível a outras doenças importantes como exocorte, xiloporose, gomose, nematóides, declínio e Morte Súbita dos Citros. Em regiões de alta incidência de Morte Súbita dos Citros, a subenxertia com citrumelo ‘Swingle’, tangerina ‘Cleópatra’ ou tangerina ‘Sunki’ tornou-se necessária. Em 2005, a participação deste porta-enxerto nas mudas de lima ácida ‘Tahiti’, em São Paulo, foi de 73% (POMPEU JÚNIOR; BLUMER, 2005).

3.3.2 Limão ‘Volkameriano’ (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.)

Trata-se de um híbrido natural de limão que se caracteriza por induzir plantas muito vigorosas e de produção precoce. Os frutos dessas árvores são de baixa qualidade, mas ligeiramente superiores àqueles provenientes de plantas sobre limão ‘Cravo’, limão ‘Rugoso’ e *Citrus macrophylla* (DAVIES; ALBRIGO, 1994). Pesquisas preliminares apontam ser menos afetadas por *Phytophthora* spp. que as sobre limão ‘Cravo’. É resistente ao vírus da tristeza dos citros e viróides da exocorte e xiloporose, mas suscetível a nematóides, declínio e à Morte Súbita dos Citros. Adapta-se bem a vários tipos de solos e é tolerante à deficiência hídrica. Devido ao vigor e precocidade de produção semelhante ao limão ‘Cravo’, este porta-enxerto é adequado para obtenção de produtividades elevadas em curto período de tempo (CASTLE et al., 1993; POMPEU JÚNIOR; BLUMER, 2005).

3.3.3 Tangelo ‘Orlando’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus paradisi* Macf.)

Trata-se de um híbrido de tangerina ‘Dancy’ com pomelo ‘Duncan’, produzido por Webber e Swingle em 1897. Esse híbrido é mais conhecido em nível mundial como uma cultivar copa. Como porta-enxerto, demonstrou tolerância ao vírus da tristeza dos citros, mas suscetibilidade ao viróide da xiloporose e a *Phytophthora* spp. (CARLOS et al., 1997). Em Bebedouro, a limeira ácida ‘Tahiti’ sobre este porta-enxerto desenvolveu vigorosamente e foi altamente produtiva (FIGUEIREDO et al., 2000; FIGUEIREDO et al., 2002). Entretanto, as limeiras foram muito suscetíveis à gomose de *Phytophthora* spp., causando perdas de plantas (FIGUEIREDO et al., 2002). No mesmo experimento, foi constatada sua suscetibilidade à deficiência hídrica. Por outro lado, em Aguaí, SP, plantas de lima ácida ‘Tahiti’ sobre tangelo ‘Orlando’ mostraram baixa produção de frutos (FIGUEIREDO et al., 2001).

3.3.4 Trifoliata (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.)

As plantas de Trifoliata e seus híbridos são muito requeridos como porta-enxertos na citricultura mundial, como por exemplo o citrange ‘Carrizo’ e o citrumelo ‘Swingle’. Uma característica marcante deste tipo de porta-enxerto é o tamanho reduzido que induzem nas plantas

sobre eles. Neste ponto é de especial interesse o ‘Flying Dragon’, uma seleção de Trifoliata considerada ananicante (DONADIO; STUCHI, 2001; ROOSE, 1990). Para tentar explicar esse fenômeno, pesquisadores têm proposto que o ‘Flying Dragon’ possui seu ciclo vegetativo bem definido pelas condições climáticas, ou seja, as copas sobre ele entram em repouso rapidamente – antes que em outras copas – no final do outono e retornam a crescer mais tardiamente no final do inverno (FERGUSON; CHAPARRO, 2004). Na Califórnia, observou-se que o volume de copa das plantas de laranja ‘Valência’ sobre ‘Flying Dragon’ representou apenas 6,2% daquelas sobre limão rugoso. Quanto ao rendimento, registrou-se que as plantas sobre ‘Flying Dragon’ produziram, em média, 71 frutos e cada fruto com 168 g; e sobre limão rugoso, 541 frutos, com 173 g. Apesar dos resultados por planta serem desfavoráveis ao ‘Flying Dragon’, os autores apontaram que o número de plantas por hectare compensa essa diferença. Assim, quando utilizado o limão rugoso num hectare cabem 222 plantas, já usando o ‘Flying Dragon’ cabem 5296 plantas. No total, estimou-se que as plantas sobre ‘Flying Dragon’ produziram 1,6 vezes mais frutos por hectare (BITTERS et al., 1979). Existem duas seleções de Trifoliata, as de flores grandes como ‘Pomeroy’ e as de flores pequenas como ‘Rubidoux’ que tipicamente são 15 a 20% menores (BITTERS et al., 1979). Pesquisas têm demonstrado que plantas sobre seleções de flores grandes são ligeiramente menos produtivas por unidade de copa que aquelas sobre seleções de flores pequenas. Naturalmente, as respostas são bastante influenciadas pelo clima e tipo de solo (STUCHI, 1994).

Os trifoliatas e seus híbridos induzem frutos de alta qualidade em quase todos os climas. Entretanto, em solos arenosos tem se observado frutos de tamanho pequeno. Da mesma maneira, as plantas desenvolvem-se menos em solos arenosos quando comparadas àquelas em solos argilosos ou siltosos. De maneira geral, os trifoliatas são particularmente adaptados a solos argilosos e com drenagem deficiente. Ressalta-se também sua alta tolerância ao frio, devido à queda de suas folhas quando iniciam as baixas temperaturas do inverno (CASTLE et al., 1993; CITROLIMA, 2005).

Em decorrência de suas excelentes características como resistência a algumas espécies de *Phytophthora* spp., ao nematóide dos citros, à tristeza dos citros e à Morte Súbita dos Citros, esse porta-enxerto é importante nos programas de melhoramento. Por outro lado, é bastante suscetível à exocorte, razão pela qual, deve ser evitada a união com o clone “Quebra-galho” da limeira ácida ‘Tahiti’. Já com clone IAC-5, livre de vírus e viróides, este porta-enxerto tem ótimas

perspectivas em função da sua resistência à gomose e o porte reduzido (CASTLE et al., 1993; CITROLIMA, 2005; POMPEU JR.; BLUMER, 2005). Em vista da alta suscetibilidade à deficiência hídrica das plantas enxertadas em trifoliata, a irrigação dos pomares torna-se uma prática importante para garantir o desenvolvimento e produtividade, especialmente, em solos arenosos (CITROLIMA, 2010).

3.3.5 Citrumelo ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*)

O citrumelo ‘Swingle’ é um híbrido de pomelo ‘Duncan’ e trifoliata obtido em 1907, na Flórida, por W.T. Swingle. Foi introduzido no Brasil em um programa de seleção de porta-enxertos tolerantes à tristeza dos citros. Esse porta-enxerto é superior em várias características ao trifoliata e aos citranges ‘Carrizo’ e ‘Troyer’, notadamente, na resistência a *Phytophthora* spp., ao nematóide dos citros e Morte Súbita dos Citros. É apontado também com tolerante ao Declínio, à tristeza dos citros, à exocorte e à xiloporose (CARLOS et al., 1997). As plantas de laranja e tangerina sobre este porta-enxerto são, geralmente, mais vigorosas que as sobre trifoliata; similares às sobre citranges; e menores às sobre limão ‘Cravo’ e tangerina ‘Cleópatra’. Um ponto desfavorável deste porta-enxerto é a incompatibilidade com algumas das principais cultivares copa do Brasil como a laranja ‘Pêra’, o tangor ‘Murcott’ e alguns limões verdadeiros (CITROLIMA, 2005).

As plantas sobre citrumelo ‘Swingle’ são bastante suscetíveis à deficiência hídrica, mas com uma rápida capacidade de recuperação. Nos municípios do norte do estado de São Paulo, onde a deficiência hídrica é comum, a irrigação suplementar favorece as plantas sobre este tipo de porta-enxertos na fixação e crescimento dos frutos. Esse porta-enxerto adapta-se bem à maioria dos solos, exceto naqueles com conteúdo maior de 25 a 30% de argila ou com alto conteúdo de cálcio, pois restringem e prejudicam o crescimento radicular (CASTLE et al., 1993). Embora com notáveis características, a participação deste porta-enxerto nas mudas em São Paulo, em 2005, foi de apenas 6% (POMPEU JR.; BLUMER, 2005).

3.3.6 Laranja azeda (*Citrus aurantium* L.)

Este foi o principal porta-enxerto da citricultura mundial até o surgimento do vírus da tristeza dos citros. Apresenta boa adaptação a solos arenosos e argilosos e induz alta produção, com frutos de ótima qualidade; de tamanho mediano, casca fina e alto teor de sólidos solúveis e acidez. Os frutos conseguem ser mantidos na árvore por maior tempo em decorrência da alta acidez (CASTLE; GMITTER, 1999; POMPEU JR., 2005). É resistente à gomose, moderadamente tolerante à salinidade e à alcalinidade e altamente resistente a baixas temperaturas, tolerante à exocorte e xiloporose, pouco afetado pelo declínio, porém, suscetível aos nematóides e intolerante ao vírus da tristeza dos citros pelo que sua utilização se restringe para os limões do tipo ‘Siciliano’ (*Citrus limon*).

A laranja ‘Smooth Flat Seville’ (SFS) é de origem taxonômica desconhecida, mas provavelmente, híbrido natural entre laranja azeda e o tangelo ‘Poorman’ (CASTLE, et al., 1992; POMPEU JÚNIOR, 2005). Suas sementes são poliembriônicas, mas com muitas plântulas zigóticas e fora de tipo. Talvez, essa variabilidade entre as plântulas poderia explicar os relatos contraditórios do comportamento da laranja SFS tanto no viveiro quanto no campo. Como a laranja azeda, a laranja SFS é tolerante a climas frios e adaptada a vários tipos de solos, incluindo os calcáreos. É tolerante ao declínio e, principalmente, não é afetada por severas estirpes do vírus da tristeza dos citros (CASTLE et al., 1992). A laranja SFS mostra-se regular em rendimento e vigor quando a copa é laranja doce, no entanto, induz alto rendimento em plantas de pomelo. A qualidade da fruta é ligeiramente inferior à das plantas sobre laranja azeda, mas superior à das sobre limões (DAVIES; ALBRIGO, 1994).

3.3.7 Citranges (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata*)

São híbridos intergenéricos de laranja doce e Trifoliata obtidos por W.T. Swingle em 1897. O único valor comercial dos citranges é como porta-enxerto, encontrando-se vários cultivares em avaliação no mundo: ‘Rusk’, ‘Morton’, ‘Savage’, ‘Benton’, ‘C-35’, ‘Carrizo’ e ‘Troyer’ (DAVIES; ALBRIGO, 1994).

Os citranges induzem plantas de porte moderadamente vigoroso a vigoroso e, geralmente, menores às sobre limão ‘Cravo’. Seu desenvolvimento vegetativo é prejudicado quando

cultivados em solos calcáreos, pois, são sensíveis à deficiência de zinco e manganês. No mundo, são largamente utilizados e preferidos pela ótima qualidade dos frutos que induzem; com alto conteúdo de sólidos solúveis e acidez, e de tamanho mediano a grande. Esses porta-enxertos não são compatíveis com o limão ‘Eureka’, a exceção do citrange ‘Benton’ (CASTLE; GMITTER, 1999).

Os citranges ‘Carrizo’ e ‘Troyer’ são similares em crescimento, produção e qualidade de frutos. Normalmente, seus frutos têm muitas sementes, alta incidência de embrionia nucelar e de excelente desempenho no viveiro, desenvolvendo-se vigorosamente (POMPEU JR., 2005). Ambos são tolerantes ao vírus da tristeza dos citros e à xiloporose. Entretanto, são suscetíveis à exocorte e ao declínio. Comparados aos trifoliatas são menos resistentes à gomose, ao nematóide dos citros e a *Radopholus similis*. O citrange ‘Morton’ como porta-enxerto tem desempenho destacado. No entanto, sua propagação é dificultosa devido à pouca quantidade de sementes encontradas nos frutos (DAVIES; ALBRIGO, 1994). As sementes, por sua vez, têm grande porcentagem de embriões nucleares. Esse porta-enxerto tem se mostrado excelente em experimentos na Califórnia e Texas (CASTLE; GMITTER, 1999). Em experimentos realizados em Bebedouro e em Aguai, SP com lima ácida ‘Tahiti’, também foi reportado como um dos melhores porta-enxertos. De maneira geral, esse porta-enxerto induz plantas muito vigorosas e com média a baixa resistência à deficiência hídrica (FIGUEIREDO et al., 2001). Por outro lado, foi apontado como intolerante ao declínio dos citros (POMPEU JR. et al., 2002).

3.3.8 Citradias (*Citrus aurantium* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.)

São híbridos de laranja azeda e Trifoliata produzidos pelo United States Horticulture Research Laboratory (USHRL) e introduzidos no Brasil em 1982. Esses porta-enxertos são indicados como potencialmente ananicantes. Em experimento com laranja ‘Valência’ foi reportado que este tipo de porta-enxerto induz baixos rendimentos e plantas de porte pequeno. Nessa pesquisa, calculou-se que o número de plantas de laranja sobre citradia poderia ser 912 plantas ha⁻¹ e sobre trifoliata 615 plantas ha⁻¹ (POMPEU JR. et al., 2002). As citradias induziram alto conteúdo de sólidos solúveis por planta e por hectare superando até os trifoliatas em 63% (POMPEU JR., 2001). Quanto à sanidade, as plantas de laranja ‘Valência’ sobre citradia foram

tolerantes à gomose de *Phytophthora* spp. e suscetíveis ao declínio dos citros (POMPEU JR., 2001).

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Crescimento vegetativo

3.4.1.1 Altura da planta, diâmetro e volume da copa

Realizou-se a medição direta do crescimento vegetativo da copa de todas as plantas do experimento, através de duas variáveis: altura de planta e diâmetro de copa. A partir deles, mediante uma fórmula, calculou-se o volume de copa. As medições foram realizadas em três anos consecutivos (correspondentes ao quarto, quinto e sexto ano de idade das plantas após o plantio) nos seguintes períodos: abril de 2007, maio de 2008 e junho de 2009.

Para estas medições, utilizou-se uma régua graduada com precisão de cinco centímetros, registrando-se o valor, no caso da altura da planta, desde o nível do solo até o topo da planta. O diâmetro da copa foi medido a uma altura aproximada de 1,5 m sobre o nível do solo, e entre os limites da copa em dois sentidos; paralelo e perpendicular à linha de plantio. O volume de copa foi resultado da aplicação da fórmula proposta por Zekri (1996):

$$V = \left(\frac{\pi}{6}\right) \times H \times D_1 \times D_r$$

Em que: V = volume de copa (m³); H = altura de planta (m); D₁ = diâmetro de copa medido paralelo à linha de plantio (m); D_r = diâmetro de copa medido perpendicular à linha de plantio (m).

3.4.1.2 Circunferência do tronco

Esta variável complementa a anterior (item 3.4.1.1) para avaliar o crescimento vegetativo das plantas. Refere-se à medição da circunferência (ou perímetro) do tronco das duas ou três

espécies que conformam uma determinada planta – porta-enxerto, interenxerto e copa. A medição foi realizada em três anos consecutivos nas seguintes datas: abril de 2007, julho de 2008 e julho de 2009.

Para realizar esta medição, utilizou-se uma fita graduada, com precisão de 0,5 cm, com a qual registrou-se o valor nos seguintes níveis do tronco: a) medição no porta-enxerto, 5 cm abaixo do primeiro ponto de enxertia (união do porta-enxerto e interenxerto), b) medição no interenxerto, 5 cm acima do primeiro ponto de enxertia (união do porta-enxerto e interenxerto), e c) medição na copa, 5 cm acima do segundo ponto de enxertia (união do interenxerto e a copa). A partir dessas variáveis, calcularam-se as seguintes razões: interenxerto/porta-enxerto, copa/porta-enxerto e copa/interenxerto, cujos valores dão uma idéia da conformação do tronco no ponto de enxertia.

3.4.2 Tolerância à deficiência hídrica

3.4.2.1 Avaliação visual das plantas

A avaliação visual do grau de estresse causado por deficiência hídrica das plantas é uma medida que, de maneira subjetiva, classifica as plantas em relação à sua tolerância ou suscetibilidade à falta de umidade no solo. Esta avaliação foi realizada apenas no experimento sem irrigação e no período de maior deficiência hídrica no solo, ou seja, dependendo das condições climáticas, em agosto ou setembro. As medidas foram tomadas no quarto, quinto e sexto ano de idade das plantas nas seguintes épocas: setembro de 2007, agosto de 2008 e agosto de 2009.

Para realizar essa avaliação foram treinadas duas pessoas, as quais, de maneira independente e simultânea, atribuíram uma nota a cada planta do experimento. Essas notas foram baseadas na escala proposta por Figueiredo et al. (2002), de acordo com os seguintes critérios:

- Nota 1 (baixa tolerância à deficiência hídrica), quando são observados sintomas evidentes de deficiência hídrica como amarelecimento, murcha, encarquilhamento e queda excessiva de folhas.

- Nota 2 (moderada tolerância à deficiência hídrica), quando observam-se sintomas iniciais de deficiência hídrica como ligeiro amarelecimento, pouca murcha e sem perda evidente de folhas.
- Nota 3 (alta tolerância à deficiência hídrica), quando não são observados sintomas de deficiência hídrica e, encontram-se folhas verdes, túrgidas e, em alguns casos, novas brotações .

3.4.2.2 Potencial hídrico foliar

Avaliou-se o potencial hídrico foliar para conhecer o estado hídrico das plantas, em duas épocas e nos dois experimentos (irrigado e não irrigado). Para esta avaliação, selecionaram-se quatro porta-enxertos de diferente tolerância à deficiência hídrica: limão ‘Cravo’, trifoliata ‘Flying Dragon’, limão ‘Volkameriano’ Catânia 2 e citrumelo ‘Swingle’. As épocas de avaliação foram em julho e em agosto de 2009. As amostras foram compostas por duas folhas por parcela, totalizando 8 folhas por tratamento, maduras, inteiras e sadias, e foram amostradas no terço médio da copa, da parte externa e a 1,5 m de altura. A amostragem foi realizada entre as 5:00 e 6:00 horas da manhã, antes da saída do sol. Após a coleta, foram imediatamente colocadas dentro de sacos plásticos herméticos e armazenadas a baixa temperatura numa caixa térmica com gelo. Logo após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório da EECB para avaliação do potencial hídrico mediante a câmara de pressão de Scholander.

3.4.2.3 Coloração das folhas

A avaliação da coloração das folhas por colorímetro é uma medida complementar à avaliação visual (item 3.4.2.1), pois, permite quantificar o nível de deficiência hídrica das plantas. Essa metodologia é apoiada em pesquisas indicando que os fatores causadores de estresses bióticos e abióticos (como a deficiência hídrica) afetam o conteúdo e/ou eficiência dos pigmentos da folha, responsáveis pela coloração (BACCI et al., 1998).

Para realizar a medição da coloração das folhas utilizou-se o colorímetro marca Minolta modelo CR-300. Esse instrumento mede as propriedades colorimétricas das folhas, utilizando para isso uma fonte interna de luz que ilumina a amostra a ser medida e evitando, dessa maneira,

distorções pela iluminação ambiental. A escala de coloração usada na presente pesquisa foi a seguinte:

- Escala C, h° , é a mais moderna e desenvolvida para superar as controvérsias geradas por escalas anteriores, visando que as medições sejam intuitivamente entendíveis (McGUIRE, 1992). A cromaticidade ou croma (C) é um índice semelhante à intensidade ou saturação da cor, cujos valores próximos de zero representam cores neutras (cinzas) e valores próximos a 60 cores vívidas. O ângulo de tonalidade ou ângulo hue (h°), define a cor vermelha ou roxa (0° ou 360°), amarela (90°), verde (180°) ou azul (270°).

As folhas utilizadas na avaliação foram selecionadas das plantas dos experimentos com e sem irrigação. Elas foram coletadas em número de 4 unidades por planta (maduras, inteiras, sadias e da mesma idade) dos 4 pontos cardeais, a uma altura média de 1,5 metro, da parte externa da copa. Essa avaliação foi realizada no quinto ano de idade das plantas (agosto de 2008). Registraram-se as variáveis C, h° , através do software OnColor QC (Cyberchrome, Inc.). Foram avaliados todos os tratamentos nos experimentos com e sem irrigação.

3.4.3 Teor foliar de nutrientes

Determinou-se o teor foliar de macro e micronutrientes nos dois experimentos. A avaliação foi realizada em fevereiro de 2008, coletando-se a terceira ou quarta folha a partir de um fruto terminal. As folhas amostradas tinham aproximadamente seis meses de idade e foram colhidas dos quatro quadrantes da copa e a uma altura aproximada de 1,50 m. As amostras foram compostas por 15 folhas por parcela, totalizando 60 por tratamento. No laboratório de análises químicas da EECB, as amostras foram secas e moídas e as determinações realizadas de acordo com Bataglia et al. (1983).

3.4.4 Qualidade dos frutos

Realizou-se a avaliação da qualidade dos frutos através dos atributos externos como cor de casca, calibre, massa e conteúdo de suco, e atributos internos como sólidos solúveis, acidez e *ratio*. Foram avaliados os frutos dos dois experimentos (com e sem irrigação) no laboratório de análise de qualidade da EECB. A medição do calibre e cor da casca dos frutos foi realizada em

fevereiro e novembro de 2009, respectivamente. Os outros atributos do fruto tais como massa, conteúdo de suco, brix, acidez e *ratio* foram determinados nos três anos de avaliação, nas seguintes épocas: março de 2007, abril de 2008 e abril de 2009.

Para avaliação do calibre (ou diâmetro equatorial dos frutos) foram separados, ao acaso, 50 frutos por amostra (150 frutos por tratamento). Em seguida, registrou-se o diâmetro de cada fruto utilizando-se um paquímetro digital.

Para avaliar a coloração da casca, foram considerados 15 frutos por amostra, totalizando 45 por tratamento. Em cada fruto realizaram-se duas leituras na região equatorial utilizando o colorímetro Minolta modelo CR-300. As escalas foram as mesmas utilizadas na determinação da coloração das folhas (item 3.4.2.3). Além disso, em função da cor da casca, cada fruto foi classificado visualmente de acordo com as normas do Centro de Qualidade em Horticultura, CEAGESP (2010). A coloração dos frutos varia desde o verde intenso ao verde-amarelado, em 5 tipos: C1, C2, C3, C4 e C5, respectivamente (GAYET; SALVO FILHO, 2003).

Durante a colheita foram tomadas amostras de 10 frutos por parcela, totalizando 40 por tratamento, para realização da análise de qualidade interna. Selecionaram-se frutos de tamanho uniforme, sadios e com o mesmo grau de maturação. A massa foi determinada numa balança de marca Filizola de 5,0 g de precisão. O suco foi retirado utilizando uma extratora OIC modelo OTTO 1800 e seu conteúdo determinado pela seguinte relação:

$$\text{Conteúdo de suco} = \left(\frac{\text{massa de suco}}{\text{massa de fruto}} \right) \times 100$$

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por leitura direta num refratômetro a 20 °C. A acidez total (AT) foi determinada por titulação com hidróxido de sódio 0,3125 N e expressa em porcentagem. O *ratio* foi calculado pela seguinte relação:

$$\text{Ratio} = \left(\frac{\text{SST}}{\text{AT}} \right)$$

3.4.5 Concentração de nutrientes nos frutos

Determinou-se a concentração de macro e micronutrientes em frutos provenientes apenas do experimento irrigado, pois, as plantas do experimento não irrigado não apresentaram frutos em número suficiente. A amostra foi constituída por 10 frutos por parcela, totalizando 40 por tratamento, colhidas em outubro de 2009. Os frutos foram retirados dos quatro quadrantes da copa e a uma altura de 1,0 a 2,0 m. Quando colhidos, estes apresentaram qualidade para exportação, ou seja, diâmetro acima de 50 mm, coloração verde escura e casca rugosa. Cada fruto foi dividido longitudinalmente em quatro segmentos iguais. A partir de dois segmentos, retirou-se a casca e os restantes, analisados por inteiro (casca mais polpa). As amostras foram secas a 60 °C por 72 horas e em seguida determinadas as concentrações de nutrientes, no Laboratório de análises químicas da EECB, de acordo com Bataglia et al. (1983). Essas análises se sustentam em pesquisas que indicam haver relação entre a concentração de nutrientes nos frutos e os atributos de qualidade como coloração da casca, tamanho e vida pós-colheita (MATTOS JR et al., 2010).

A partir da concentração de nutrientes, calculou-se o total de nutrientes contidos numa tonelada de fruta fresca. Para tanto, considerou-se 11,81% de matéria seca nos frutos, conforme relatado em pesquisas anteriores (BATAGLIA et al., 1977).

3.4.6 Produção de frutos

Registrou-se a produção de frutos, em quilogramas por planta, de todas as parcelas dos experimentos com e sem irrigação. As plantas foram colhidas individualmente, selecionado-se frutos com, no mínimo, 50 mm de diâmetro.

Esta avaliação foi realizada no quarto, quinto e sexto ano de idade das plantas, entre 2007 e 2009. Em 2007, foram registradas quatro colheitas no experimento sem irrigação (março, abril, julho e dezembro) e cinco no irrigado (março, abril, julho, setembro e dezembro); em 2008, três colheitas no experimento sem irrigação (abril, julho e setembro) e quatro no irrigado (abril, julho, setembro e dezembro); em 2009, três colheitas no experimento sem irrigação (abril, junho e outubro) e quatro colheitas no irrigado (abril, junho, outubro e dezembro).

A massa dos frutos foi registrada imediatamente após a colheita. Com os dados de produção de frutos e volume de copa no sexto ano de idade (item 3.4.1.1), calculou-se a eficiência produtiva da seguinte maneira:

$$\text{Eficiência produtiva (kg m}^{-3}\text{)} = \left(\frac{\text{Produção de frutos (kg planta}^{-1}\text{)}}{\text{Volume de copa (m}^3\text{ planta}^{-1}\text{)}} \right)$$

3.4.7 Produção acumulada

Calculou-se a produção acumulada do segundo ao quarto ano de idade após o plantio (2005-2007). Os dados de produção de 2005 e 2006 foram obtidos dos registros da EECB. A produção acumulada dos primeiros anos ou precocidade de produção é um atributo cada vez mais importante na seleção de porta-enxertos, em função da menor vida útil dos pomares (CASTLE, 2010). Da mesma maneira, calculou-se a produção acumulada do segundo ao sexto ano de idade (2005-2009).

A produção no primeiro semestre do ano compreende as safras de fevereiro, março, abril, junho e julho; e no segundo semestre, as de setembro, outubro e dezembro, do segundo ao sexto ano de idade após o plantio (2005-2009). Ao dividir a produção em dois semestres, procurou-se identificar os porta-enxertos que induzem maior produção no segundo semestre, quando os preços de venda dos frutos são mais elevados (Figura 1).

3.4.8 Densidade de plantio e produtividade por hectare

Para calcular o número de plantas por hectare, utilizou-se o diâmetro médio das copas com seis anos de idade das plantas (2009). Segundo De Negri et al. (2005), o espaçamento da entrelinha é resultado da adição de 2,50 m ao diâmetro médio, necessário para a movimentação de máquinas e implementos. Os mesmos autores indicaram que o espaçamento na linha é resultado da multiplicação do diâmetro médio da copa por 0,85, admitindo 15% de superposição entre copas adjacentes. A produtividade por hectare foi resultado da multiplicação da produção acumulada pelo número de plantas por hectare, ou seja, produtividade acumulada.

3.4.9 Receita acumulada por planta e por hectare

Para calcular a receita por planta, multiplicou-se a produção acumulada de cada mês (do segundo ao sexto ano de idade, 2005-2009) pelo seu correspondente preço médio de venda. A moeda adotada foi o dólar americano a uma taxa de câmbio de 1,75 para a compra e venda (BCB, 27 de agosto de 2010). Os preços médios foram obtidos junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ) e foram os seguintes: em fevereiro o preço médio da caixa de 27,0 kg, entre 2005 e 2009, foi \$ 1,99; em março foi \$ 2,43; em abril foi \$ 2,87; em junho foi \$ 5,09; em julho foi \$ 7,22; em setembro foi \$ 16,23; em outubro foi \$ 17,31; e em dezembro foi \$ 5,54. As receitas por hectare foram resultantes da multiplicação da receita por planta pelo número de plantas por hectare.

3.4.10 Análises estatísticas

As parcelas foram distribuídas seguindo o delineamento aleatorizado em blocos, com 18 tratamentos, quatro repetições e uma planta por parcela. Os experimentos foram cultivados sob duas condições: irrigado e não irrigado. Inicialmente, realizou-se a análise exploratória dos dados para verificar as pressuposições do modelo, como homogeneidade de variância, normalidade e presença de dados discrepantes, para cada variável. Caso os dados não atendessem a alguma das pressuposições, buscou-se corrigir a variável através de procedimentos do SAS LAB, como a transformação de dados (BANZATTO; KRONKA, 2006). Em seguida, realizou-se a análise de variância individual e conjunta para cada variável, cujo modelo estatístico é o seguinte:

$$Y_{ijr} = \mu + P_i + E_j + b_{r(j)} + PE_{ij} + e_{ijr}$$

Onde:

Y_{ijr} é o valor observado referente ao i -ésimo porta-enxerto no bloco j do r -ésimo experimento;

μ é uma constante;

P_i é o efeito do i -ésimo porta-enxerto;

$b_{r(j)}$ é o efeito do r -ésimo bloco no j -ésimo experimento;

E_j é o efeito do j -ésimo experimento;

PE_{ij} é o efeito da interação do i -ésimo porta-enxerto com o j -ésimo experimento;

e_{ijr} é o erro experimental.

As médias individuais foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$) e o efeito do interenxerto testado mediante contrastes.

Na avaliação visual da deficiência hídrica utilizou-se uma classificação por notas. Esta variável é do tipo ordinal e não permite ser analisada parametricamente. Para tanto, procedeu-se a transformação dos dados em postos, os quais foram analisados no campo paramétrico. Em algumas variáveis tais como cor de casca, teor foliar de nutrientes, concentração de nutrientes nos frutos e qualidade dos frutos foram efetuadas análises de correlação para verificar possíveis associações entre variáveis (BANZATTO; KRONKA, 2006). As análises foram realizadas através do sistema SAS e o programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS

4.1 Crescimento vegetativo

4.1.1 Altura de planta, diâmetro e volume de copa

As determinações da altura da planta e volume da copa indicaram que os porta-enxertos influenciaram o crescimento vegetativo das plantas (Tabelas 2 e 3). No experimento sem irrigação, as plantas mais vigorosas alcançaram aproximadamente 3,6 m de altura e 33 m³ de volume de copa, enquanto no experimento irrigado, 4,0 m de altura e 45 m³ de volume de copa. Os porta-enxertos que induziram maior vigor às copas da limeira ácida ‘Tahiti’ foram limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, tangelo ‘Orlando’, citrange ‘Morton’ e citrumelo ‘Swingle’, em ambos os experimentos (Tabela 3). As plantas com vigor intermediário apresentaram, no experimento sem irrigação, aproximadamente 3,2 m de altura e 26 m³ de volume de copa, e no irrigado, 3,7 m de altura e 36 m³ de volume de copa. Os porta-enxertos que induziram vigor intermediário foram limão ‘Cravo’, citradia 1646, citradia 1708, citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide e trifoliata ‘Davis A’, em ambos os experimentos. Os porta-enxertos trifoliata ‘Flying Dragon’ e laranja azeda ‘SFS’ foram os que induziram plantas nanicas, em ambos os experimentos (Tabela 3). As plantas de baixo vigor (ou nanicas) apresentaram seu volume de copa reduzido de 1/3 a 1/2 da copa do limão ‘Cravo’.

Do quarto ao sexto ano de idade, as plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ aumentaram seu volume de copa em 3,6 m³ no experimento sem irrigação e 8,0 m³ no irrigado. Comparativamente, o volume de copa das plantas sobre limão ‘Cravo’, nesse mesmo período, cresceu 17,4 m³ no experimento sem irrigação e 26,0 m³ no irrigado.

A irrigação promoveu o crescimento vegetativo das plantas sobre todos os porta-enxertos. Entretanto, o incremento do volume de copa (do experimento irrigado em relação ao não irrigado) entre os porta-enxertos foi diferente: as plantas sobre citradia 1646 aumentaram 13%, sobre tangelo ‘Orlando’ 14%, sobre citrumelo ‘Swingle’ 26%, sobre citrange ‘Morton’ 38%, sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2 59%, sobre limão ‘Cravo’ 59%, sobre laranja azeda ‘SFS’ 71% e sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ 85%.

De maneira geral, em ambos os experimentos, o interenxerto não teve efeito sobre a altura da planta e volume da copa. Pontualmente, entretanto, registraram-se efeitos contraditórios do interenxerto ao aumentar o vigor das plantas sobre trifoliata ‘Davis A’ e diminuir o vigor daquelas sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2 (Tabela 3).

Tabela 2 - Análise de variância conjunta da altura da planta e volume da copa com quatro, cinco e seis anos de idade da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, com ou sem interenxertos e cultivada com e sem irrigação

Fatores	Quatro anos		Cinco anos		Seis anos	
	Altura da planta	Volume da copa	Altura da planta	Volume da copa	Altura da planta	Volume da copa
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	0,0132	0,9463	<0,0001	<0,0001
P x I	0,2298	0,6032	0,6805	0,4134	0,4142	0,2819

Tabela 3 - Altura da planta e volume da copa da limeira ácida ‘Tahiti’ em diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, junho de 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Experimento não irrigado		Experimento irrigado	
		Altura da planta m	Volume da copa m ³	Altura da planta m	Volume da copa m ³
Limão ‘Cravo’	-	3,33±0,10 b	24,58±1,1 b	3,65±0,02 b *	38,57±1,4 b *
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	3,65±0,08 a	31,45±0,9 a	4,10±0,05 a *	49,94±1,0 a *
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	3,23±0,09 b	29,01±1,3 b	3,97±0,10 a *	45,00±1,3 a *
Citradia 1646	-	3,35±0,21 b	31,06±2,8 a	3,70±0,23 b *	34,85±4,3 b
Citradia 1708	-	3,18±0,08 b	28,22±1,5 b	3,77±0,06 b *	34,91±1,3 b
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	3,75±0,06 a	40,62±0,5 a	4,02±0,15 a	46,24±2,2 a
Citrange ‘Morton’	-	3,61±0,18 a	35,89±5,0 a	4,17±0,03 a *	46,78±1,0 a *
Citrange ‘Morton’	‘Flying Dragon’	3,73±0,12 a	36,52±1,9 a	4,23±0,13 a *	52,20±2,1 a *
Citrange ‘Carrizo’ tetraplóide	-	3,46±0,06 a	25,95±2,1 b	3,78±0,09 b *	37,59±2,6 b *
Citrange ‘Troyer’ tetraplóide	-	3,45±0,02 a	26,86±2,6 b	3,89±0,21 a *	36,40±3,5 b *
Citrumelo ‘Swingle’	-	3,54±0,15 a	33,68±3,2 a	3,93±0,03 a *	40,89±3,2 b
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	3,62±0,12 a	29,36±1,3 b	3,90±0,00 a	38,14±2,4 b *
Trifoliata ‘Davis A’	-	3,08±0,20 b	24,21±3,4 b	3,39±0,11 c *	33,90±4,3 b *
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	3,44±0,09 a	27,51±1,5 b	3,64±0,09 b	33,92±3,4 b
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	2,33±0,12 c	8,06±1,2 d	2,44±0,07 d	13,76±0,8 d *
Laranja azeda ‘SFS’	-	2,59±0,10 c	13,47±1,1 c	3,20±0,18 c *	22,03±3,1 c *
Média		3,33	27,90	3,73	37,82
CV (%)		7,21	3,43	5,78	2,90
Contrastes					
	Plantas sem interenxerto	3,47 a	31,30 a	3,90 a	42,88 a
	Plantas com interenxerto	3,50 a	31,60 a	3,93 a	42,33 a

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P<0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P<0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. Os valores representam a média ± erro padrão da média.

4.1.2 Circunferência do tronco

Os porta-enxertos influenciaram o crescimento do tronco no experimento com e sem irrigação (Tabelas 4, 5, 6). Os valores da circunferência do tronco (medidas no porta-enxerto, interenxerto e copa) indicaram que os que induziram maior vigor foram o limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, tangelo ‘Orlando’ e citrange ‘Morton’. Porta-enxertos que induziram vigor intermediário foram limão ‘Cravo’, citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide e trifoliata ‘Davis A’, enquanto os de menor vigor foram a laranja azeda ‘SFS’ e o trifoliata ‘Flying Dragon’ (Tabelas 5 e 6).

Do quarto ao sexto ano de idade, a circunferência do porta-enxerto tangelo ‘Orlando’ aumentou 26 cm no experimento sem irrigação e 21 cm no irrigado; o limão ‘Cravo’ aumentou 19 cm no sem irrigação e 16 cm no irrigado; e o trifoliata ‘Flying Dragon’ aumentou 11 cm no sem irrigação e 12 cm no irrigado.

As plantas do experimento irrigado apresentaram maior circunferência do tronco do que as sem irrigação. Especificamente, observou-se que os valores de circunferência de plantas de trifoliata ‘Flying Dragon’ foram 26% maiores, da laranja azeda ‘SFS’ 19% maiores, do citrange ‘Morton’ 8% maiores e do limão ‘Cravo’ 7% maiores. Em contraste, registrou-se menor crescimento do tronco (7%) de plantas de tangelo ‘Orlando’ no experimento irrigado.

As relações entre as circunferências do tronco (copa/porta-enxerto, interenxerto/porta-enxerto, copa/interenxerto) mostraram, na maioria dos casos, que o interenxerto apresenta maior crescimento do que o porta-enxerto e a copa (Tabelas 5 e 6). Observou-se também, maior crescimento dos troncos do trifoliata ‘Flying Dragon’ e do citradia 1646, manifestados na baixa relação copa/porta-enxerto (Tabelas 5 e 6). Apesar desse supercrescimento, as plantas não manifestaram sinais de incompatibilidade, como apontado em outras pesquisas (ROOSE, 1990).

Tabela 4 - Análise de variância conjunta da circunferência do tronco (no porta-enxerto, copa e interenxerto) com quatro, cinco e seis anos de idade da limeira ácida 'Tahiti' sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009

Fatores	Quatro anos de idade		
	Porta-enxerto	Copa	Interenxerto
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	0,0026
P x I	0,2316	0,2143	0,4129
Fatores	Cinco anos de idade		
	Porta-enxerto	Copa	Interenxerto
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	0,0002
P x I	0,0407	0,8272	0,0622
Fatores	Seis anos de idade		
	Porta-enxerto	Copa	Interenxerto
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	0,0002
P x I	0,0418	0,6329	0,0127

Tabela 5 - Circunferência do tronco (no porta-enxerto, interenxerto e copa) da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada sem irrigação. Bebedouro, julho 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Circunferência do tronco			Relação	Relação	Relação
		Porta-enxerto	Copa	Interenxerto	copa/ porta-enxerto	interenxerto/ porta-enxerto	copa/ interenxerto
		----- cm -----			----- cm/cm -----		
Limão ‘Cravo’	-	47,5 ± 1,2 d	41,8 ± 1,3 b		0,88 a		
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	59,0 ± 1,1 b	53,8 ± 1,9 a		0,91 a		
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	61,3 ± 2,1 b	52,9 ± 3,6 a	62,9 ± 2,2 b	0,87 a	1,03 a	0,85 a
Citradia 1646	-	60,9 ± 1,7 b	46,7 ± 1,4 b		0,76 b		
Citradia 1708	-	50,3 ± 0,9 d	45,3 ± 2,7 b		0,90 a		
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	71,5 ± 1,0 a	54,0 ± 0,4 a	74,0 ± 0,4 a	0,76 b	1,04 a	0,73 a
Citrango ‘Morton’	-	60,3 ± 1,1 b	52,3 ± 0,8 a		0,87 a		
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	63,3 ± 1,5 b	53,5 ± 2,8 a	65,0 ± 1,6 b	0,84 a	1,03 a	0,82 a
Citrango ‘Carrizo’ tetraplóide	-	51,1 ± 1,4 d	44,3 ± 2,2 b		0,86 a		
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	50,5 ± 1,6 d	42,6 ± 1,4 b		0,85 a		
Citrumelo ‘Swingle’	-	55,3 ± 2,4 c	44,4 ± 1,8 b		0,81 b		
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	60,2 ± 1,5 b	45,8 ± 0,8 b	58,0 ± 1,2 c	0,76 b	0,96 b	0,79 a
Trifoliata ‘Davis A’	-	51,1 ± 3,0 d	40,6 ± 2,5 b		0,80 b		
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	53,8 ± 1,4 c	43,6 ± 1,1 b	56,0 ± 1,5 b	0,81 b	1,04 a	0,78 a
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	35,6 ± 1,3 e	24,8 ± 1,2 d		0,70 b		
Laranja azeda ‘SFS’	-	33,8 ± 1,0 e	28,9 ± 0,5 c		0,86 a		
Média		54,08	44,71	63,18			
CV (%)		7,27	2,33	3,54	7,91	2,67	11,21
Contrastes							
Plantas sem interenxerto		56,41 a	47,44 a				
Plantas com interenxerto		59,63 b	48,96 a				

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott. Os valores representam a média ± erro padrão da média.

Tabela 6 - Circunferência do tronco (no porta-enxerto, interenxerto e copa) da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, julho 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Circunferência do tronco			Relação copa/ porta-enxerto	Relação interenxerto/ porta-enxerto	Relação copa/ interenxerto
		Porta-enxerto	Copa	Interenxerto			
		----- cm -----			----- cm/cm -----		
Limão ‘Cravo’	-	51,0 ± 0,8 c	49,0 ± 0,4 b*		0,96 a		
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	62,0 ± 2,2 b	57,3 ± 0,6 a		0,93 a		
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	65,3 ± 3,5 a	54,3 ± 2,9 a	69,7 ± 3,1 a	0,83 c	1,07 a	0,78 a
Citradia 1646	-	64,0 ± 0,9 a	46,8 ± 1,9 b		0,73 d		
Citradia 1708	-	58,0 ± 0,8 b*	47,7 ± 0,6 b		0,82 c		
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	66,3 ± 1,6 a*	59,3 ± 1,6 a	73,1 ± 1,3 a	0,90 b	1,11 a	0,81 a
Citrange ‘Morton’	-	65,0 ± 1,2 a*	57,3 ± 2,8 a		0,88 b		
Citrange ‘Morton’	‘Flying Dragon’	67,5 ± 0,6 a	57,8 ± 0,5 a	71,3 ± 1,4 a	0,86 c	1,06 a	0,82 a
Citrange ‘Carrizo’ tetraplóide	-	53,0 ± 1,2 c	45,5 ± 1,4 b		0,86 c		
Citrange ‘Troyer’ tetraplóide	-	55,5 ± 2,6 c*	49,3 ± 3,7 b*		0,88 b		
Citrumelo ‘Swingle’	-	61,7 ± 1,6 b*	52,0 ± 2,4 a*		0,84 c		
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	68,7 ± 1,9 a*	53,8 ± 3,6 a*	66,3 ± 1,6 a	0,78 c	0,97 a	0,81 a
Trifoliata ‘Davis A’	-	56,0 ± 3,9 c*	44,8 ± 3,0 b		0,80 c		
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	54,0 ± 1,6 c	44,0 ± 1,7 b	55,5 ± 2,4 b	0,82 c	1,03 a	0,79 a
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	44,5 ± 0,6 d*	27,0 ± 0,7 d		0,61 e		
Laranja azeda ‘SFS’	-	40,0 ± 2,5 d*	33,7 ± 2,0 c*		0,84 c		
Média		58,28	48,72	67,28			
CV (%)		6,71	2,32	5,29	5,0	4,56	8,35
Contrastes							
	Plantas sem interenxerto	61,17 a	52,85 a				
	Plantas com interenxerto	63,88 a	52,48 a				

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P < 0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. Os valores representam a média ± erro padrão da média.

4.2 Tolerância à deficiência hídrica

4.2.1 Avaliação visual das plantas

Os porta-enxertos influenciaram na tolerância à deficiência hídrica da limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 7). Os limões ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’ Catânia 2 induziram alta tolerância; enquanto laranja azeda ‘SFS’, citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, tangelo ‘Orlando’, trifoliata ‘Davis A’ e trifoliata ‘Flying Dragon’ induziram baixa tolerância à deficiência hídrica. De forma geral, as plantas sobre porta-enxertos mais vigorosos manifestaram maior tolerância à deficiência hídrica. A avaliação visual da deficiência hídrica das plantas apresenta a vantagem de ser um método rápido e de baixo custo, porém, limitado à percepção do avaliador.

4.2.2 Potencial hídrico foliar

O potencial hídrico é a medida mais confiável para determinar o estado hídrico das plantas, desde que as condições experimentais sejam bem controladas. Os valores do potencial hídrico foliar indicaram poucas diferenças entre os porta-enxertos (Tabela 7). Em agosto, mês de maior deficiência hídrica, as plantas estavam, evidentemente, mais estressadas que em julho, especialmente, aquelas sobre o trifoliata ‘Flying Dragon’. Cabe ressaltar que todos os valores do potencial hídrico foram baixos, indicando que as plantas não sofreram deficiência hídrica significativa no ano de 2009, pois se registraram chuvas inclusive no mês de julho e agosto (Figura 3). Pesquisadores apontaram que, para reduzir o crescimento vegetativo são necessários valores de potencial hídrico foliar abaixo de -0,6 MPa (HUTTON et al., 2007). Problemas na manipulação da câmara de Scholander e no tempo de conservação das folhas aumentaram a variabilidade dos dados e o erro, como pode ser verificado no alto coeficiente de variação (CV) do experimento (Tabela 7).

Tabela 7 - Classificação visual das plantas em relação a sua tolerância à deficiência hídrica, e potencial hídrico foliar da limeira acida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Classificação visual (notas [†])	Potencial hídrico foliar (Mpa)			
			Exp. não irrigado		Exp. irrigado	
			Julho	Agosto	Julho	Agosto
Limão ‘Cravo’	-	3,00 a	-0,43	-0,77 b	-0,38	-0,89
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	3,00 a	-0,43	-0,77 b	-0,42	-0,93
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	2,83 a	-0,46	-0,82 b	-0,36	-0,86
Citradia 1646	-	2,42 b				
Citradia 1708	-	2,67 b				
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	2,08 c				
Citrango ‘Morton’	-	2,75 a				
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	2,58 b				
Citrango ‘Carrizo tetraplóide	-	2,00 c				
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	1,58 c				
Citrumelo ‘Swingle’	-	2,58 b	-0,59	-0,93 b	-0,40	-1,17
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	2,50 b	-0,51	-0,98 b	-0,46	-1,10
Trifoliata ‘Davis A’	-	1,75 c				
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	1,83 c				
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	1,00 d	-0,49	-2,59 a	-0,43	-0,83
Laranja azeda ‘SFS’	-	2,00 c				
Média		2,14	-0,48	-1,14	-0,41	-0,96
CV (%)		24,32	16,34	22,62	11,12	57,07
Contrastes						
Plantas sem interenxerto		2,36	-0,54	-0,88	-0,43	-1,08
Plantas com interenxerto		2,26	-0,50	-0,92	-0,43	-1,00

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott.

[†]Avaliação realizada em agosto e baseada na seguinte escala: 1- baixa tolerância; 2- moderada tolerância; 3- alta tolerância ao déficit hídrico.

4.2.3 Coloração das folhas

Pesquisas anteriores apontaram que a avaliação da coloração das folhas é uma maneira indireta de quantificar a deficiência hídrica (BACCI et al., 1998). A falta de umidade no solo provocaria nas folhas diminuição do conteúdo de pigmentos de clorofila, ficando mais amareladas e claras (DEIDDA et al., 1996). Registrou-se influência dos porta-enxertos nas variáveis colorimétricas (Tabelas 8 e 9). As folhas das plantas sobre os trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘Davis A’, laranja azeda ‘SFS’ e citrangeres ‘Carrizo’ tetraplóide e ‘Troyer’ tetraplóide apresentaram menores valores de ângulo de cor (h°) e maiores de croma (C), ou seja, são mais amareladas e claras. Em contraste, folhas verdes (maiores valores de ângulo de cor, h°) e escuras

(menores valores de croma, C) foram encontradas em plantas sobre citrange ‘Morton’, citradias 1646, 1708, limão ‘Volkameriano’ Catânia 2 e tangelo ‘Orlando’ (Tabela 9).

O interenxerto induziu folhas com coloração mais amarelada e clara no experimento sem irrigação, o que pode indicar maior deficiência hídrica (Tabela 9). Talvez, como alguns pesquisadores sugeriram, o interenxerto pode atuar como um impedimento ao fluxo de água das raízes até as folhas da planta (WEBSTER, 2004).

As duas metodologias para avaliar a tolerância ao déficit hídrico – avaliação visual e coloração das folhas – coincidiram em indicar que os porta-enxertos de menor vigor induzem maior suscetibilidade à deficiência hídrica.

Tabela 8 - Análise de variância conjunta das variáveis colorimétricas (C , h°) de folhas limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação

Fatores	C	h°
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	0,9223	<0,0001
P x I	<0,0001	0,0021

Tabela 9 - Variáveis colorimétricas (C , h°) de folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivadas com e sem irrigação. Bebedouro, agosto de 2008

Porta-enxertos	Interenxerto	Exp. não irrigado		Exp. irrigado	
		C	h°	C	h°
Limão ‘Cravo’	-	17,38 b	126,22 a	21,5 a*	125,73 b
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	17,39 b	126,61 a	18,81 b	127,57 a
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	18,13 b	125,94 a	20,63 a	125,64 b
Citradia 1646	-	16,55 b	125,23 a	18,45 b	127,28 a*
Citradia 1708	-	17,05 b	126,1 a	19,16 b	127,4 a
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	18,01 b	125,52 a	19,92 a	126,6 a
Citrango ‘Morton’	-	16,67 b	126,71 a	15,13 b	128,6 a
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	21,7 a	124,92 a	18,4 b*	128,2 a*
Citrango ‘Carrizo tetraplóide	-	21,58 a	123,83 b	20,18 a	125,25 b
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	21,72 a	123,92 b	21,89 a	124,28 b
Citrumelo ‘Swingle’	-	16,47 b	127,13 a	20,19 a*	125,69 b
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	20,94 a	123,9 b	18,61 b	126,85 a*
Trifoliata ‘Davis A’	-	20,93 a	123,61 b	20,23 a	125,91 b*
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	21,89 a	121,93 b	17,51 b*	126,62 a*
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	22,98 a	122,72 b	17,47 b*	124,92 b*
Laranja azeda ‘SFS’	-	22,58 a	123,61 b	23,27 a	124,92 b
Média		19,52	124,84	19,46	126,34
CV (%)		22,41	2,22	25,01	2,34
Contrastes					
Plantas sem interenxerto		17,87 b	126,00 a	18,59	126,94
Plantas com interenxerto		20,66 a	124,14 b	18,78	126,83

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott.

* ($P < 0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado

4.3 Teor foliar de nutrientes

Os teores foliares de nutrientes foram influenciados pelos porta-enxertos (Tabelas 10, 11 e 12). Em ambos experimentos (irrigado e não irrigado), verificou-se que os teores de N e Mg estão acima dos níveis recomendados (MATTOS JR. et al. 2003). A adubação nitrogenada para manutenção do experimento parece ter sido excessiva, o que poderia causar crescimento vegetativo abundante, maior fixação de frutos, diminuição do tamanho dos frutos, maior suscetibilidade a pragas e doenças e desequilíbrios nutricionais (OBREZA; MORGAN, 2008). Altas concentrações de N são usualmente associadas com baixas concentrações de P, S, B e K (SMITH, 1966). Por outro lado, o elevado teor de Mg pode ter prejudicado a absorção e o acúmulo de K, conforme verificado na correlação negativa entre eles, no experimento irrigado ($r = -0,63$; $p < 0,0001$). O teor de K na folha encontrou-se abaixo do nível adequado, possivelmente

por consequência do elevado teor de N (SMITH, 1966; MATTOS JR. et al., 2003). As plantas sobre limão ‘Cravo’ apresentaram menor teor de Ca nas folhas, o que poderia estar relacionado com uma menor vida pós-colheita dos frutos (Tabelas 11 e 12) (MATTOS JR. et al., 2010). Foi constatada, também, a correlação antagônica entre o K e o Ca, no experimento irrigado ($r=-0,31$; $p<0,0133$).

A irrigação alterou a concentração foliar do N, Mg e B, devido, provavelmente, a que esses elementos são absorvidos preferencialmente por fluxo de massas (Tabela 10) (MALAVOLTA et al., 1989). Observou-se que o teor foliar de N foi menor no experimento irrigado (Tabela 12). As plantas irrigadas apresentaram maior crescimento vegetativo (Tabela 3) e alta produção de frutos (Tabela 23), o que poderia estar relacionado com uma menor concentração do N nas folhas, fato apontado por outros pesquisadores (SMITH, 1966). Os elementos que são absorvidos principalmente por difusão, como P, K e Zn, não foram afetados pela irrigação (Tabela 10) (MALAVOLTA et al., 1989).

Tabela 10 - Análise de variância conjunta dos teores foliares de nutrientes da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação

Fatores	N	P	K	Ca	Mg
Porta-enxertos (P)	0,0534	0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	0,2324	0,0782	0,0606	0,0034
P x I	0,015	0,0798	0,1774	0,4411	0,0246
Fatores	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Porta-enxertos (P)	<0,0001	0,0337	<0,0001	<0,0001	0,4636
Irrigação (I)	<0,0001	0,0226	0,0049	<0,0001	0,0991
P x I	0,0178	0,5704	0,2134	0,0055	0,9024

Tabela 11 - Teores foliares da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada sem irrigação. Bebedouro, fevereiro de 2008

		N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Faixa de teores foliares adequada[†]:</i>		18 - 22	1,2 - 1,6	10 - 15	35 - 45	3,0 - 4,0	50 - 100	4,1 - 10	50 - 120	35 - 50	35 - 50
Portaenxertos	Interenxerto	----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----				
Limão ‘Cravo’	-	28,0 b	1,41 b	12,0 a	30,4 c	3,99 b	38,8 b	33,5	141,8 c	49,7 b	33,5
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	29,9 a	1,22 b	9,0 c	36,2 b	4,73 b	49,0 b	33,7	152,0 b	58,7 a	54,7
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	26,6 b	1,26 b	9,6 b	34,9 b	4,28 b	47,8 b	30,5	153,8 b	51,5 b	43,8
Citradia 1646	-	30,5 a	1,31 b	8,6 c	38,0 a	4,82 b	43,8 b	28,3	165,8 b	33,5 c	53,5
Citradia 1708	-	33,0 a	1,37 b	8,1 c	41,8 a	4,50 b	45,8 b	33,7	184,8 a	56,8 a	34,8
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	27,0 b	1,38 b	10,5 b	36,8 b	4,65 b	41,5 b	25,5	117,8 c	33,5 c	36,3
Citrango ‘Morton’	-	29,2 a	1,32 b	7,9 c	37,0 b	5,38 a	38,0 b	24,3	182,0 a	24,3 d	43,3
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	27,8 b	1,28 b	7,6 c	36,5 b	5,37 a	34,7 b	32,7	212,7 a	24,0 d	38,0
Citrango ‘Carrizo tetraplóide	-	26,1 b	1,70 a	10,2 b	32,7 c	5,00 a	40,8 b	34,5	194,0 a	24,0 d	49,5
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	29,8 a	1,53 a	9,5 b	34,5 b	5,45 a	39,3 b	32,3	170,8 b	23,8 d	46,3
Citrumelo ‘Swingle’	-	28,5 b	1,38 b	8,7 c	35,3 b	5,10 a	39,5 b	34,5	180,5 a	29,5 c	49,8
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	31,3 a	1,44 b	10,3 b	35,0 b	4,57 b	42,3 b	36,0	214,7 a	31,3 c	33,0
Trifoliata ‘Davis A’	-	31,5 a	1,30 b	8,7 c	40,3 a	5,90 a	64,3 a	26,3	150,8 b	37,8 c	41,8
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	30,3 a	1,33 b	9,7 b	36,3 b	5,45 a	66,3 a	27,5	157,0 b	33,0 c	37,0
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	31,0 a	1,37 b	8,4 c	39,6 a	5,28 a	62,5 a	34,3	166,3 b	36,8 c	45,8
Laranja azeda ‘SFS’	-	26,4 b	1,38 b	8,5 c	40,2 a	5,45 a	47,3 b	41,3	130,5 c	48,3 b	45,0
Média		29,16	1,37	9,19	36,59	4,99	46,33	31,78	167,18	37,26	42,85
CV (%)		10,84	9,63	11,34	7,78	10,38	16,9	26,7	6,02	5,51	31,2
Contrastes											
Plantas sem interenxerto		29,78	1,30	8,57 b	37,21 a	5,28 a	47,69	29,67	166,31	37,54 a	47,35
Plantas com interenxerto		28,98	1,33	9,28 a	35,65 b	4,91 b	47,65	31,67	184,62	34,96 b	37,94

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott. [†] De acordo com Quaggio et al. (2005).

Tabela 12 - Teores foliares da limeira da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, fevereiro de 2008

		N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Faixa de teores foliares adequada</i> [†] :		18 - 22	1,2 - 1,6	10 - 15	35 - 45	3,0 - 4,0	50 - 100	4,1 - 10	50 - 120	35 - 50	35 - 50
Portaenxertos	Interenxerto	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
Limão ‘Cravo’	-	29,6 a	1,57 a	11,7 a	33,3 b	4,65 b*	40,8 a	25,8	118,8 b	37,8 a*	51,0
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	22,4 a*	1,44 a*	11,5 a*	34,0 b	4,33 b	40,5 a	30,5	140,0 b	41,5 a*	51,8
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	24,3 a	1,30 b	9,3 b	36,9 a	4,73 b	32,0 b*	28,0	142,7 b	35,0 a*	50,7
Citradia 1646	-	23,8 a*	1,34 b	8,9 b	38,1 a	4,95 b	38,5 a	26,3	158,5 b	34,3 a	48,3
Citradia 1708	-	23,6 a*	1,45 a	7,6 b	38,1 a	5,55 a*	33,5 b*	24,0	156,5 b	36,8 a*	46,5
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	25,4 a	1,30 b	10,4 a	35,4 b	4,37 b	37,3 a	32,3	136,0 b	29,7 a	37,3
Citrango ‘Morton’	-	25,7 a	1,35 b	8,3 b	35,5 b	5,73 a	28,5 b	26,3	193,8 a	23,3 b	41,5
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	25,7 a	1,31 b	8,3 b	35,4 b	5,98 a*	32,3 b	23,8	196,8 a	21,5 b	43,3
Citrango ‘Carrizo tetraplóide	-	23,1 a	1,40 b*	10,5 a	30,8 b	4,87 b	30,3 b*	36,7	178,3 a	21,3 b	44,7
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	24,3 a*	1,48 a	10,4 a	32,7 b	5,00 b	39,3 a	36,8	178,8 a	21,5 b	50,8
Citrumelo ‘Swingle’	-	25,4 a	1,56 a	9,6 b	35,4 b	5,37 a	37,3 a	25,0	141,3 b*	30,0 a	55,0
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	26,1 a*	1,50 a	9,6 b	37,4 a	5,27 a*	25,3 b*	27,3	166,0 a*	30,5 a	54,0*
Trifoliata ‘Davis A’	-	21,7 a*	1,34 b	9,0 b	37,6 a	6,13 a	47,3 a*	27,8	153,5 b	26,8 b*	39,5
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	26,8 a	1,35 b	9,0 b	34,8 b	5,70 a	42,8 a*	15,0*	123,8 b*	31,0 a	39,0
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	24,2 a*	1,51 a	9,6 b	38,4 a	5,18 b	48,8 a*	31,0	166,5 a	31,3 a	48,3
Laranja azeda ‘SFS’	-	22,2 a*	1,25 b	8,5 b	37,3 a	5,73 a	37,2 a*	35,9	132,2 b	38,8 a*	51,7
Média		24,64	1,40	9,50	35,69	5,22	36,97	28,26	155,21	30,68	47,07
CV (%)		12,32	11,08	10,8	8,06	9,44	7,57	30,69	3,24	16,22	15,02
Contrastes											
Plantas sem interenxerto		23,81 b	1,42	9,60 a	35,64	5,39	38,40 a	27,38	157,15	30,39	46,94
Plantas com interenxerto		25,73 a	1,36	9,03 b	36,11	5,42	33,08 b	23,52	157,29	29,50	46,73

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P < 0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. [†] De acordo com Quaggio et al. (2005).

Os citranges ‘Morton’, ‘Carrizo’ tetraplóide e ‘Troyer’ tetraplóide induziram teores foliares de Mn abaixo dos níveis adequados (Tabelas 11 e 12). No campo, entretanto, não foram observados sintomas evidentes da deficiência de Mn. Essa deficiência já tinha sido observada em tangerinas sobre citrange ‘Carrizo’ (FALLAHI; RODNEY, 1992) e citrumelo ‘Swingle’ (WUTSCHER, 1989). As plantas sobre os trifoliatas ‘Davis A’ e ‘Flying Dragon’ apresentaram os maiores teores foliares de B (Tabelas 11 e 12).

4.4 Qualidade dos frutos

Os porta-enxertos influenciaram as variáveis colorimétricas determinadas na casca dos frutos de lima ácida ‘Tahiti’ (Tabela 13). Valores mais elevados do ângulo de cor (h°) correspondem a frutos mais verdes. Observou-se, no experimento irrigado, frutos de coloração mais escura e verde em plantas sobre os trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘Davis A’. Em contraste, frutos mais claros e amarelos foram encontrados em plantas sobre citrange ‘Morton’. Complementando a informação do ângulo de cor (h°), os valores baixos da croma (C) indicaram que os frutos mais verdes apresentam também menor intensidade da cor (Tabela 13).

O ângulo de cor (h°) foi correlacionado positivamente com o teor foliar de N ($r=0,36$; $p=0,0069$) e com a concentração de Ca ($r=0,39$; $p=0,0031$) e Mg ($r=0,34$; $p=0,0114$) dos frutos. Pesquisas recentes destacam a importância da nutrição nitrogenada sobre a intensidade de cor verde dos frutos, e do Ca sobre a vida pós-colheita (MATTOS JR. et al., 2010).

Para a fruta comercializada no mercado interno, a CEAGESP estabeleceu normas de qualidade. Assim, à coloração da casca foi classificada em cinco categorias dependendo da intensidade de cor verde (C1, C2, C3, C4 e C5) (GAYET; SALVO FILHO, 2003). Essa classificação, entretanto, é de caráter subjetivo e, por isso, sujeita a erros de percepção. As categorias C1, C2 e C3 foram quantificadas em relação ao ângulo de cor (h°) e croma (C) nas amostras (Tabela 13).

Tabela 13 - Variáveis colorimétricas (C , h°) da casca dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro de 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Variáveis colorimétricas	
		C	h°
Limão ‘Cravo’	-	28,92 c	121,72 c
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	31,11 a	121,50 c
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	30,54 a	121,91 b
Citradia 1646	-	29,52 b	121,94 b
Citradia 1708	-	30,19 b	121,47 c
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	29,96 b	121,60 c
Citrango ‘Morton’	-	31,09 a	120,86 d
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	31,10 a	121,12 d
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	29,89 b	122,10 b
Citrumelo ‘Swingle’	-	30,04 b	122,25 a
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	29,74 b	121,63 c
Trifoliata ‘Davis A’	-	28,34 c	122,48 a
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	28,49 c	122,36 a
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	27,43 d	122,32 a
Média		29,74	121,80
CV (%)		14,46	1,48
Contrastes			
Plantas sem interenxerto		30,14	121,77
Plantas com interenxerto		29,97	121,76
Classificação CEAGESP			
Categoria C1		25,99 c	123,03 a
Categoria C2		29,76 b	121,85 b
Categoria C3		35,91 a	118,77 c

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott.

Os porta-enxertos influenciaram o diâmetro dos frutos (Tabelas 14 e 15). Foram observados frutos de maior diâmetro em plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ e de menor diâmetro sobre citrumelo ‘Swingle’, citrango ‘Carrizo’ tetraplóide e citrango ‘Troyer’ tetraplóide. Também constatou-se que o interenxerto diminuiu o diâmetro dos frutos nas plantas sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citrumelo ‘Swingle’ e trifoliata ‘Davis A’, porém, aumentou o diâmetro sobre citrango ‘Morton’ no experimento sem irrigação (Tabela 15).

Na discussão sobre como os porta-enxertos afetam a copa, um dos pontos levantados propõe que os porta-enxertos influenciariam na quantidade de água absorvida e transportada desde as raízes à copa (SYVERTSEN; GRAHAM, 1985; MEDINA et al., 1998). Nesse sentido, porta-enxertos ananizantes – como o trifoliata ‘Flying Dragon’ – teriam menor capacidade de

absorver e transportar água à copa, provocando menor crescimento vegetativo e frutos de menor tamanho. Nossos dados, entretanto, parecem apoiar a ideia de que o efeito dos porta-enxertos está pouco relacionado com a absorção e transporte de água, pois, os frutos sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ foram os maiores. Ressalta-se ainda que plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentaram alta eficiência produtiva (Tabela 23). A ideia de que os porta-enxertos têm pouca influência na absorção e transporte de água é defendida por pesquisadores de frutíferas temperadas (WEBSTER, 2004).

Frutos de maior massa, no experimento sem irrigação, foram colhidos de plantas sobre limão ‘Cravo’, laranja azeda ‘SFS’ e trifoliata ‘Flying Dragon’. Os atributos de qualidade interna como porcentagem de suco, sólidos solúveis e acidez não sofreram influência relevante dos porta-enxertos (Tabela 16).

Tabela 14 - Análise de variância conjunta dos atributos de qualidade de frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação

Fatores	Diâmetro de fruto	Massa de fruto	Porcentagem de suco	Sólidos Solúveis	Acidez Total	Ratio SST/AT
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	0,2199	0,2435	<0,0001	0,3438
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	0,1074	<0,0001	<0,0001	0,0287
P x I	<0,0001	0,2217	0,4146	0,0881	0,1915	0,1326

Tabela 15 - Qualidade externa de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, abril de 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Experimento não irrigado			Experimento irrigado		
		Diâmetro de fruto	Massa do fruto	Conteúdo de suco	Diâmetro de fruto	Massa do fruto	Conteúdo de suco
		mm	g	%	mm	g	%
Limão ‘Cravo’	-	51,7±0,28 a	95,8±5,0 a	44,6±0,6	51,7±0,20 b	79,6±3,5 *	47,1±1,0
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	50,8±0,28 b	89,3±1,8 a	47,5±0,7	51,1±0,21 b	81,6±4,9	47,9±2,0
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	50,2±0,23 c	85,1±0,7 b	46,1±1,5	51,2±0,21 b *	81,2±3,8	46,1±0,7
Citradia 1646	-	49,9±0,26 c	82,6±2,6 b	43,8±2,6	50,4±0,23 c	77,0±1,4	43,5±1,1
Citradia 1708	-	50,2±0,20 c	83,7±4,3 b	40,3±4,4	51,0±0,24 b *	82,0±2,8	45,5±3,1 *
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	49,7±0,23 c	82,2±1,7 b	46,2±1,3	51,2±0,23 b *	78,3±0,9	44,9±0,6
Citrange ‘Morton’	-	50,3±0,26 c	82,5±2,2 b	43,0±2,0	50,5±0,19 c	78,2±0,3	44,3±1,1
Citrange ‘Morton’	‘Flying Dragon’	50,8±0,28 b	83,7±2,8 b	43,9±1,6	50,8±0,22 c	75,6±5,3	47,0±2,4
Citrange ‘Carrizo tetraplóide	-	50,6±0,20 c	87,8±4,5 a	43,3±2,8	50,4±0,18 c	74,4±4,1 *	45,6±2,9
Citrange ‘Troyer’ tetraplóide	-	50,0±0,25 c	85,0±2,2 b	45,3±0,4	50,2±0,18 c	76,9±2,0	45,9±0,4
Citrumelo ‘Swingle’	-	49,5±0,24 c	78,3±1,1 b	46,3±0,8	50,0±0,18 d	75,8±3,0	45,0±1,3
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	48,5±0,21 d	81,8±1,3 b	47,8±0,8	50,3±0,20 c *	77,8±1,6	45,5±0,4
Trifoliata ‘Davis A’	-	51,2±0,30 b	90,4±2,6 a	48,0±1,2	51,4±0,20 b	79,4±4,2 *	46,2±0,7
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	50,0±0,24 c	76,7±1,6 b	46,3±0,9	49,6±0,19 d	73,6±1,3	44,8±2,4
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	51,7±0,28 a	96,5±0,6 a	44,4±2,4	53,2±0,26 a *	91,2±4,5	49,0±1,5 *
Laranja azeda ‘SFS’	-	52,2±0,32 a	90,2±3,1 a	43,4±1,7	51,2±0,24 b *	84,6±2,7	46,9±1,3
Média		50,5	85,7	45,0	50,9	79,2	46,0
CV (%)		6,18	5,69	8,22	5,03	6,57	5,99
Contrastes							
Plantas sem interenxerto		50,4 a	85,1	46,2	50,7	78,7	45,8
Plantas com interenxerto		49,9 b	81,8	46,0	50,5	77,0	45,9

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P<0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P<0,05$) O porta-enxerto difere entre experimentos irrigado e não irrigado. Os valores representam a média ± erro padrão da média.

Tabela 16 - Qualidade interna de frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, abril de 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Experimento não irrigado			Experimento irrigado		
		Sólidos solúveis totais	Acidez total	Ratio SST/AT	Sólidos solúveis totais	Acidez total	Ratio SST/AT
		%	%		%	%	
Limão ‘Cravo’	-	7,5±0,1	5,8±0,3	1,3±0,1	9,7±0,7 a *	6,7±0,1 *	1,5±0,1 a *
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	7,5±0,2	5,6±0,2	1,4±0,0	9,1±0,4 b *	6,7±0,1 *	1,4±0,0 a
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	7,6±0,4	5,6±0,2	1,4±0,0	8,7±0,2 b *	6,3±0,2 *	1,4±0,1 a
Citradia 1646	-	7,9±0,2	5,8±0,3	1,4±0,0	8,7±0,1 b *	7,0±0,1 *	1,2±0,0 b
Citradia 1708	-	8,1±0,0	5,7±0,3	1,4±0,1	9,2±0,3 b *	6,9±0,1 *	1,3±0,0 b
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	7,2±0,1	5,6±0,2	1,3±0,0	8,8±0,1 b *	6,7±0,0 *	1,3±0,0 b
Citrange ‘Morton’	-	7,9±0,2	5,7±0,2	1,4±0,1	8,8±0,1 b *	6,7±0,2 *	1,3±0,0 b
Citrange ‘Morton’	‘Flying Dragon’	8,0±0,1	5,6±0,1	1,4±0,0	8,5±0,2 b	7,0±0,1 *	1,2±0,0 b *
Citrange ‘Carrizo tetraplóide	-	7,7±0,2	6,0±0,2	1,3±0,0	8,7±0,4 b *	6,9±0,1 *	1,3±0,1 b
Citrange ‘Troyer’ tetraplóide	-	7,6±0,2	5,7±0,3	1,3±0,1	8,6±0,2 b *	6,8±0,0 *	1,3±0,0 b
Citrumelo ‘Swingle’	-	7,8±0,1	5,8±0,3	1,4±0,1	10,1±1,1 a *	6,8±0,1 *	1,5±0,1 a *
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	7,7±0,2	5,9±0,3	1,3±0,1	8,9±0,0 b *	7,1±0,0 *	1,3±0,0 b
Trifoliata ‘Davis A’	-	7,6±0,1	5,6±0,2	1,4±0,1	8,5±0,1 b *	6,4±0,3 *	1,3±0,1 b
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	8,0±0,2	5,8±0,2	1,4±0,0	8,7±0,1 b *	7,0±0,1 *	1,3±0,0 b
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	8,1±0,2	5,6±0,2	1,5±0,1	8,4±0,2 b	6,4±0,1 *	1,3±0,0 b *
Laranja azeda ‘SFS’	-	7,8±0,1	5,7±0,2	1,4±0,1	9,0±0,2 b *	6,7±0,1 *	1,3±0,0 b
Média		7,7	5,7	1,36	8,9	6,8	1,32
CV (%)		4,43	3,69	6,05	8,72	3,38	9,84
Contrastes							
	Plantas sem interenxerto	7,7	5,7	1,36	9,1	6,6 b	1,37 a
	Plantas com interenxerto	7,8	5,7	1,36	8,7	6,9 a	1,27 b

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P<0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P<0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. Os valores representam a média ± erro padrão da média.

4.5 Concentração de nutrientes nos frutos

A concentração de nutrientes nos frutos representa a quantidade de nutrientes removidos durante a colheita, variável que foi influenciada pelos porta-enxertos (Tabelas 17, 18, 19). Os frutos de plantas sobre os trifoliatas 'Flying Dragon' e 'Davis A' e citradias 1646 e 1708 extraíram maior quantidade de N do que sobre os outros porta-enxertos (Tabelas 18 e 19). De maneira semelhante, observou-se que o trifoliata 'Davis A' induziu a produção de frutos com maior concentração de K. Os frutos de plantas sobre limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' extraíram menor quantidade de B e sobre citranges 'Morton' e 'Troyer' tetraplóide menor quantidade de Mn (Tabelas 18 e 19). Essas quantidades são bastante similares às encontradas em outros frutos cítricos como laranjas (MATTOS JR. et al., 2003; OBREZA; MORGAN, 2008)

Na casca, encontrou-se 73% mais Ca do que no fruto inteiro (Tabelas 17 e 18). Nos frutos cítricos, de maneira geral, o Ca está mais concentrado na casca do que na polpa, provavelmente devido à sua baixa mobilidade no floema (BATAGLIA et al., 1977; STOREY; TREEBY; 2000). Outros nutrientes com maior concentração na casca foram N, Mg, B, Cu, Mn e Zn (Tabelas 17 e 18). Por outro lado, a concentração de K no fruto inteiro foi 24% maior que na casca. A relação N/K no fruto inteiro é em média 0,96, ou seja, esses elementos são extraídos em quantidade similar pelos frutos (MATTOS JR. et al., 2010). A relação K/Ca no fruto varia em torno de 2,30. Entretanto, são observados valores elevados como 2,96 no trifoliata 'Davis A'. A relação Mg/Ca está em torno de 0,29 e a K/P em 9,34. O Fe é o micronutriente mais abundante no fruto e apresenta uma concentração de, aproximadamente, cinco vezes maior que o Mn (Tabela 18).

As concentrações de K e P no fruto foram correlacionadas positivamente ($r=0,71$; $p<0,0001$). Essa mesma correlação foi indicada em laranja de umbigo (STOREY; TREEBY; 2000). No mesmo sentido, observou-se que a concentração do Ca foi correlacionada com Mg ($r=0,68$; $p<0,0001$), Mn ($r=0,65$; $p<0,0001$) e Zn ($r=0,72$; $p<0,0001$).

Tabela 17 - Concentração de nutrientes na casca dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
Limão ‘Cravo’	-	14,0 b	0,88	10,7 a	8,4 b	1,85 b	0,74	13,0	31,0 a	27,5	21,5 a	22,0 a	
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	12,8 b	0,89	8,5 b	9,8 a	1,77 b	0,82	13,7	29,7 a	25,7	20,3 a	21,3 a	
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	11,5 b	0,91	8,6 b	9,0 b	1,63 b	0,74	12,7	27,0 b	33,7	18,7 b	15,0 b	
Citradia 1646	-	16,6 a	1,02	10,1 a	8,4 b	1,95 a	0,72	11,3	33,8 a	30,3	14,3 c	17,5 b	
Citradia 1708	-	18,2 a	1,17	10,2 a	10,0 a	2,30 a	0,85	12,5	26,3 b	36,0	18,0 b	17,5 b	
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	14,7 a	1,07	9,5 b	10,6 a	1,77 b	0,82	10,7	25,7 b	30,3	15,0 c	19,3 b	
Citrange ‘Morton’	-	15,6 a	0,81	11,5 a	8,7 b	1,65 b	0,74	12,0	21,0 b	25,0	18,5 b	16,5 b	
Citrange ‘Morton’	‘Flying Dragon’	12,5 b	0,93	8,8 b	9,3 b	2,10 a	0,8	12,7	31,0 a	32,0	14,3 c	16,3 b	
Citrange ‘Troyer’ tetraplóide	-	15,4 a	1,07	10,6 a	9,3 b	2,08 a	0,8	11,5	26,5 b	29,0	11,8 c	14,3 b	
Citrumelo ‘Swingle’	-	16,0 a	1,00	9,2 b	9,6 a	1,80 b	0,81	12,7	28,7 a	31,0	18,0 b	23,3 a	
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	12,8 b	1,00	9,8 a	8,8 b	1,80 b	0,78	12,3	22,7 b	29,0	15,7 c	19,0 b	
Trifoliata ‘Davis A’	-	15,8 a	1,02	10,2 a	9,1 b	2,00 a	0,78	13,5	27,8 b	35,0	17,5 b	19,5 b	
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	12,3 b	0,96	11,1 a	9,6 a	1,93 a	0,84	12,7	23,7 b	32,0	18,0 b	24,0 a	
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	15,0 a	1,09	10,4 a	11,1 a	1,98 a	0,8	12,3	26,3 b	26,5	22,3 a	23,8 a	
Média		14,51	0,99	9,94	9,31	1,90	0,79	12,38	27,20	30,21	17,41	19,24	
CV (%)		11,81	13,67	13,90	12,32	16,23	11,15	13,03	19,52	16,02	15,46	19,62	
Contrastes													
Plantas sem interenxerto		15,05 a	0,93	9,84	9,31	1,80	0,79	12,96	26,77	29,17	18,58	20,17	
Plantas com interenxerto		12,27 b	0,95	9,58	9,17	1,87	0,79	12,58	26,08	31,67	16,67	18,58	

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott.

Tabela 18 - Concentração de nutrientes nos frutos da lima ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
Limão ‘Cravo’	-	10,0 b	1,19 b	11,6 c	5,4	1,55	0,57	18,5 b	19,5	50,5 b	15,0 a	14,5	
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	11,2 b	1,03 b	9,9 c	5,0	1,50	0,58	23,3 a	13,0	28,3 b	13,0 a	11,7	
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	10,1 b	1,28 b	11,5 c	5,0	1,47	0,57	24,3 a	15,0	67,3 a	11,3 a	11,0	
Citradia 1646	-	12,2 a	1,26 b	12,7 b	5,0	1,50	0,56	20,5 b	16,8	50,8 b	8,8 b	12,8	
Citradia 1708	-	14,0 a	1,40 a	12,1 c	5,8	1,73	0,62	23,0 a	14,3	77,3 a	12,0 a	12,0	
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	11,5 b	1,45 a	13,0 b	6,2	1,53	0,66	22,0 a	15,0	91,7 a	8,7 b	11,7	
Citrange ‘Morton’	-	11,6 b	1,19 b	12,4 c	4,8	1,55	0,59	21,5 b	15,5	47,0 b	8,5 b	12,0	
Citrange ‘Morton’	‘Flying Dragon’	13,6 a	1,28 b	10,7 c	4,7	1,53	0,54	25,7 a	13,0	51,0 b	9,0 b	12,7	
Citrange ‘Troyer’ tetraplóide	-	10,4 b	1,35 a	13,1 b	5,4	1,75	0,61	19,8 b	13,5	41,0 b	7,0 b	10,5	
Citrumelo ‘Swingle’	-	9,1 b	1,35 a	12,3 c	5,6	1,60	0,59	21,0 b	15,7	50,7 b	9,3 b	11,7	
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	11,7 b	1,35 a	11,1 c	6,0	1,60	0,57	20,7 b	13,7	33,7 b	12,3 a	13,7	
Trifoliata ‘Davis A’	-	14,2 a	1,47 a	15,1 a	5,1	1,63	0,63	23,3 a	13,5	28,0 b	8,8 b	10,0	
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	13,1 a	1,52 a	14,2 a	4,9	1,57	0,6	22,7 a	15,7	38,7 b	11,3 a	12,3	
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	13,2 a	1,35 a	13,3 b	6,3	1,58	0,62	23,0 a	15,5	40,0 b	11,0 a	12,5	
Média		11,85	1,32	12,34	5,37	1,58	0,59	22,08	14,96	50,35	10,43	12,07	
CV (%)		17,3	10,51	8,8	13,7	8,16	10,55	13,5	14,8	64,9	16,0	18,0	
Contrastes													
Plantas sem interenxerto		11,52	1,26	12,41	5,15	1,57	0,60	22,27	14,42	38,50	9,90	11,33	
Plantas com interenxerto		12,13	1,36	11,89	5,14	1,54	0,57	23,33	14,33	49,92	11,00	12,42	

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott.

Tabela 19 - Nutrientes contidos em uma tonelada de frutos frescos de lima ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com irrigação. Bebedouro, outubro 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		----- kg t ⁻¹ de fruta fresca -----						----- g t ⁻¹ de fruta fresca -----					
Limão ‘Cravo’	-	1,18	0,14	1,36	0,63	0,18	0,07	2,19	2,30	5,97	1,77	1,71	
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	1,32	0,12	1,17	0,59	0,18	0,07	2,76	1,54	3,35	1,54	1,38	
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	1,20	0,15	1,36	0,59	0,17	0,07	2,87	1,77	7,95	1,34	1,30	
Citradia 1646	-	1,44	0,15	1,49	0,59	0,18	0,07	2,42	1,98	6,00	1,03	1,51	
Citradia 1708	-	1,65	0,17	1,42	0,68	0,20	0,07	2,72	1,68	9,13	1,42	1,42	
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	1,35	0,17	1,53	0,73	0,18	0,08	2,60	1,77	10,83	1,02	1,38	
Citrango ‘Morton’	-	1,37	0,14	1,46	0,57	0,18	0,07	2,54	1,83	5,55	1,00	1,42	
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	1,61	0,15	1,26	0,56	0,18	0,06	3,03	1,54	7,09	1,06	1,50	
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	1,23	0,16	1,55	0,63	0,21	0,07	2,33	1,59	4,84	0,83	1,24	
Citrumelo ‘Swingle’	-	1,07	0,16	1,45	0,67	0,19	0,07	2,48	1,85	5,99	1,10	1,38	
Citrumelo ‘Swingle’	-	1,39	0,16	1,32	0,70	0,19	0,07	2,44	1,61	3,98	1,46	1,61	
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	1,68	0,17	1,78	0,61	0,19	0,07	2,75	1,59	3,31	1,03	1,18	
Trifoliata ‘Davis A’	-	1,54	0,18	1,68	0,58	0,19	0,07	2,68	1,85	4,57	1,34	1,46	
Trifoliata ‘Flying Dragon’	‘Flying Dragon’	1,56	0,16	1,57	0,75	0,19	0,07	2,72	1,83	4,73	1,30	1,48	

Valores calculados considerando que os frutos contêm 11,8% de matéria seca (BATAGLIA et al., 1977).

4.6 Produção de frutos

A quantidade de frutos colhidos nos três anos do experimento (2007 a 2009) mostrou que os porta-enxertos influenciaram nesta variável, em ambos experimentos (Tabelas 20 e 21). No quarto, quinto e sexto ano de idade, observou-se maior produção de frutos em plantas sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citradias 1646, 1708, tangelo ‘Orlando’, citrange ‘Morton’ e citrumelo ‘Swingle’. No quarto ano de idade, as plantas do experimento irrigado produziram 149% mais do que as plantas sem irrigação, mostrando a influência da irrigação sobre a precocidade de produção (Tabela 21). Outras pesquisas têm revelado que existe uma relação estreita entre o desenvolvimento vegetativo das plantas jovens e o regime de irrigação (SHALHEVET; LEVY, 1990).

Tabela 20 - Análise de variância conjunta da produção no quarto, quinto e sexto ano de idade da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação

Fatores	Quarto ano		Quinto ano		Sexto ano	
	Produção de frutos	Eficiência produtiva	Produção de frutos	Eficiência produtiva	Produção de frutos	Eficiência produtiva
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,048
P x I	<0,0001	<0,0001	0,3397	0,1297	0,2025	0,0003

Tabela 21 - Produção de frutos no quarto, quinto e sexto ano de idade da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Experimento não irrigado			Experimento irrigado		
		Quarto ano	Quinto ano	Sexto ano	Quarto ano	Quinto ano	Sexto ano
----- kg planta ⁻¹ -----							
Limão ‘Cravo’	-	16,9±3,2 b	47,8±2,6 a	101,5±13,3 c	48,9±3,0 b*	58,9±4,7 b	114,8±6,9 b
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	37,4±8,2 a	68,7±8,5 a	121,7±14,3 b	60,6±5,5 a*	88,9±5,4 a	178,7±5,3 a*
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	34,9±10,3 a	78,8±5,9 a	124,1±11,6 b	40,7±1,7 b	107,0±10,5 a*	147,4±17,3 b
Citradia 1646	-	31,2±3,3 a	60,7±9,9 a	137,0±5,1 b	60,8±8,9 a*	67,3±3,8 b	146,2±11,6 b
Citradia 1708	-	33,6±3,0 a	60,9±6,6 a	130,0±10,2 b	67,9±3,5 a*	69,7±11,0 b	181,6±10,7 a*
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	38,2±3,5 a	61,6±3,9 a	156,7±4,6 a	44,3±16,1 b	71,6±15,3 b	166,7±21,5 a
Citrango ‘Morton’	-	18,4±6,2 b	59,2±9,9 a	169,8±12,5 a	80,5±5,9 a*	83,1±7,4 a*	194,5±15,6 a
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	21,5±4,7 b	61,3±5,7 a	154,0±7,9 a	60,3±5,9 a*	64,9±3,1 b	171,4±9,5 a
Citrango ‘Carrizo’ tetraplóide	-	5,1±1,0 c	24,3±1,4 b	73,9±14,3 d	44,8±0,9 b*	41,9±0,3 c*	131,8±5,3 b*
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	14,1±4,8 b	41,4±6,2 b	85,8±9,2 c	40,4±1,3 b*	63,8±5,3 b*	147,0±21,9 b*
Citrumelo ‘Swingle’	-	22,5±6,7 b	35,6±10,9 b	116,5±17,3 b	58,1±3,5 a*	82,4±11,9 a*	157,2±10,1 b*
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	16,5±1,0 b	49,2±7,1 a	131,3±25,8 b	70,2±6,4 a*	51,6±4,4 c	182,3±15,7 a*
Trifoliata ‘Davis A’	-	4,1 ±1,1 c	33,5±9,0 b	101,3±20,2 c	23,6±2,0 c*	37,9±5,9 c	156,6±23,2 b*
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	13,1±2,9 b	54,8±8,2 a	114,7±12,6 b	50,5±7,3 b*	71,2±10,3 b	165,3±18,7 a*
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	2,7±0,8 c	14,8±2,1 c	67,3±9,8 d	18,5±2,1 c*	29,1±5,7 c*	59,6±2,7 c
Laranja azeda ‘SFS’	-	0,13±0,1 c	6,4±1,5 c	51,5±14,8 d	3,7±0,2 d	19,5±3,0 c*	54,1±5,1 c
Média		19,4	47,4	114,8	48,3	63,0	147,2
CV (%)		22,81	15,54	13,44	12,71	13,01	9,39
Contrastes							
Plantas sem interenxerto		20,6	49,3 b	127,3	55,7	73,1	171,8
Plantas com interenxerto		21,5	61,0 a	131,0	55,4	73,7	166,6

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P < 0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. Os valores representam a média ± erro padrão da média.

4.7 Produção acumulada e eficiência produtiva

Os porta-enxertos influenciaram a produção acumulada nos primeiros anos (do segundo ao quarto ano de idade após o plantio) (Tabelas 22 e 23). Os porta-enxertos que induziram maior quantidade de frutos precocemente foram o limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citradia 1646, citradia 1708, tangelo ‘Orlando’ e citrange ‘Morton’, no experimento sem irrigação; e citradia 1646, citradia 1708 e citrange ‘Morton’, no irrigado (Tabela 23). Por outro lado, as plantas sobre limão ‘Volkameriano’ e o tangelo ‘Orlando’ produziram similarmente em ambos experimentos. Iniciar a produção de frutos precocemente é um atributo que vem sendo muito valorizado, especialmente, em pomares adensados em função dos problemas fitossanitários surgidos na última década (CASTLE, 2010). Constatou-se que a irrigação induziu maior produção de frutos na maioria dos porta-enxertos; o limão ‘Cravo’ produziu 257% a mais, o citrange ‘Carrizo’ tetraplóide 379% a mais, o citrange ‘Troyer’ tetraplóide 324% a mais e o trifoliata ‘Davis A’ 432% a mais (Tabela 23).

Tabela 22 - Análise de variância conjunta da precocidade, produção acumulada e produção no primeiro e segundo semestre da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação

Fatores	Produção acumulada 2-4 anos	Produção acumulada 2-6 anos	Produção no primeiro semestre	Produção no segundo semestre
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P x I	0,0003	0,3217	0,1005	0,0006

Tabela 23 - Produção acumulada (de dois a quatro e de dois a seis anos de idade) e eficiência produtiva da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Experimento não irrigado			Experimento irrigado		
		Produção acumulada 2-4 anos	Produção acumulada 2-6 anos	Eficiência produtiva	Produção acumulada 2-4 anos	Produção acumulada 2-6 anos	Eficiência produtiva
		----- kg planta ⁻¹ -----		kg m ⁻³	----- kg planta ⁻¹ -----		kg m ⁻³
Limão ‘Cravo’	-	17,3±3,6 b	166,6±11,1 c	4,1±0,51 b	55,0±1,4 b*	228,8±9,7 b*	3,0±0,27 b
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	60,7±9,7 a	251,1±20,0 a	3,9±0,38 b	72,1±6,4 b	339,8±10,0 a*	3,6±0,04 b
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	50,6±8,8 a	253,5±19,6 a	4,3±0,43 b	61,7±2,5 b	316,1±25,1 a*	3,3±0,34 b
Citradia 1646	-	38,8±2,8 a	236,5±14,3 a	4,6±0,63 b	77,3±14,6 a*	290,8±24,4 a	4,3±0,29 a
Citradia 1708	-	45,2±2,7 a	236,0±17,4 a	4,6±0,36 b	76,7±5,4 a*	328,0±16,3 a*	5,2±0,45 a
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	48,6±5,5 a	266,9±5,2 a	3,9±0,08 b	56,4±20,6 b	294,7±56,0 a	3,6±0,39 b
Citrango ‘Morton’	-	31,7±5,2 a	260,7±20,3 a	4,9±0,49 b	96,8±7,5 a*	374,4±22,9 a*	4,2±0,42 a
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	38,4±6,6 a	253,6±15,7 a	4,2±0,10 b	87,4±7,7 a*	323,7±16,7 a*	3,3±0,18 b
Citrango ‘Carrizo tetraplóide	-	16,2±4,5 b	114,4±17,3 d	2,8±0,46 b	58,0±4,0 b*	231,6±8,1 b*	3,5±0,11 b
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	19,8±8,7 b	146,6±23,4 c	3,3±0,38 b	51,7±5,5 b*	262,4±28,1 b*	4,1±0,63 a
Citrumelo ‘Swingle’	-	32,7±5,9 a	184,8±33,8 b	3,4±0,22 b	64,5±1,9 b*	304,1±18,7 a*	3,9±0,14 a
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	27,8±5,1 b	208,2±36,8 b	4,5±0,84 b	88,3±7,8 a*	322,1±21,5 a*	4,8±0,18 a
Trifoliata ‘Davis A’	-	9,2±2,9 b	143,9±27,7 c	4,1±0,46 b	34,7±2,9 c*	229,3±23,7 b*	4,6±0,12 a
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	22,7±3,5 b	192,2±23,2 b	4,2±0,43 b	69,9±11,1 b*	306,5±36,6 a*	4,9±0,53 a
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	9,3±0,7 b	91,3±9,7 d	8,4±0,40 a	30,2±1,3 c*	119,0±4,6 c	4,4±0,31 a*
Laranja azeda ‘SFS’	-	0,1±0,1 b	58,1±15,7 d	3,6±0,97 b	6,2±0,9 d	79,8±3,4 c	2,5±0,18 b
Média		29,31	191,5	4,31	61,69	271,9	3,94
CV (%)		37,23	17,83	11,24	27,23	22,4	6,8
Contrastes							
Plantas sem interenxerto		33,55	210,1	4,08	67,04	311,89	4,05
Plantas com interenxerto		34,86	226,9	4,3	76,82	317,1	4,06

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P<0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P<0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. Os valores representam a média ± erro padrão da média.

Os porta-enxertos influenciaram a produção acumulada de frutos (do segundo ao sexto ano de idade após o plantio) (Tabelas 22 e 23). Encontrou-se maior produção de frutos em plantas sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citradia 1646, citradia 1708, tangelo ‘Orlando’ e citrange ‘Morton’ em ambos experimentos (Tabela 23). O interenxerto induziu maior produção de frutos apenas nas plantas sobre trifoliata ‘Davis A’, nos dois experimentos. As plantas irrigadas produziram, em média, 42% a mais do que as não irrigadas. Entretanto, observou-se que plantas sobre alguns porta-enxertos produziram de maneira semelhante em ambos experimentos ($p>0,05$), citando-se aquelas em citradia 1646, tangelo ‘Orlando’, laranja azeda ‘SFS’ e trifoliata ‘Flying Dragon’. As plantas sobre os porta-enxertos citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, citrumelo ‘Swingle’ e trifoliata ‘Davis A’ incrementaram sua produção acumulada em mais de 60%, quando irrigadas (Tabela 23).

A eficiência produtiva, calculada com seis anos de idade após o plantio, foi afetada pelos porta-enxertos (Tabela 23). Plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ mostraram no experimento sem irrigação alta eficiência produtiva devido a seu baixo volume de copa. Nessa condição, a competição entre os frutos por água, carboidratos e minerais é mais intensa que plantas de menor eficiência produtiva. No experimento irrigado, observou-se maior eficiência produtiva em plantas sobre citradia 1646, citradia 1708, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, citrumelo ‘Swingle’, trifoliata ‘Davis A’ e trifoliata ‘Flying Dragon’.

De maneira geral, as plantas não irrigadas e sobre porta-enxertos de baixo vigor apresentaram maior eficiência produtiva do que as plantas irrigadas e sobre porta-enxertos mais vigorosos (Tabela 23), fato verificado por pesquisas com frutíferas temperadas (WEBSTER, 2004) e com citros (POMPEU JR; BLUMER, 2006).

Os porta-enxertos influenciaram na distribuição da produção no primeiro e segundo semestre do ano (Figura 4). No primeiro semestre, observou-se que a irrigação aumentou a produção de frutos em plantas sobre limão ‘Cravo’, limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citrange ‘Morton’, citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, citrumelo ‘Swingle’ e trifoliata ‘Davis A’ (interenxertado) (Figura 4). Nesta época, entretanto, os preços são os mais baixos do ano (GAYET; SALVO FILHO, 2003). O interenxerto induziu menor produção de frutos nas plantas sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2 e citrange ‘Morton’ e aumentou a produção em plantas sobre trifoliata ‘Davis A’, no experimento irrigado, no primeiro semestre (Figura 4).

No segundo semestre, observou-se que alguns porta-enxertos induziram a produção de quantidade semelhante de frutos no experimento irrigado e não irrigado ($p>0,05$), a exemplo do limão ‘Cravo’, limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citradia 1646, tangelo ‘Orlando’, citrange ‘Morton’ e laranja azeda ‘SFS’.

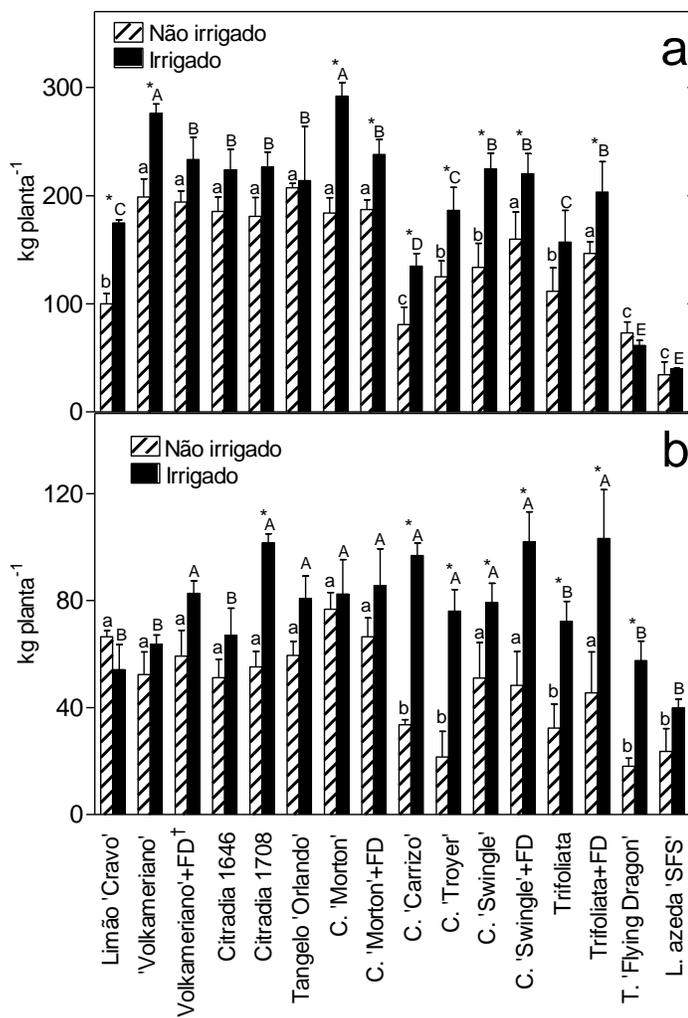


Figura 4 – Distribuição da produção no primeiro (a) e segundo semestre do ano (b) da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009

Letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas ($P<0,05$) no experimento sem irrigação, e as maiúsculas distintas indicam diferenças no experimento irrigado pelo teste de Scott Knott. * ($P<0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. †FD: interenxerto trifoliata ‘Flying Dragon’.

Por outro lado, quando irrigadas, as plantas sobre citrange ‘Carrizo’ tetraplóide aumentaram sua produção em 521%, as sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ em 346% e as sobre citradia 1708 em 90%. As plantas sobre limão ‘Cravo’, quando irrigadas, produziram mais apenas no primeiro semestre, enquanto as plantas sobre ‘Flying Dragon’, quando irrigadas produziram mais apenas no segundo semestre. O interenxerto induziu maior produção de frutos em plantas sobre limão ‘Volkameriano’ Catânia 2 e trifoliata ‘Davis A’, no experimento irrigado, no segundo semestre (Figura 4).

4.8 Densidade de plantio e produtividade por hectare

Os porta-enxertos influenciaram no planejamento da densidade de plantio (Tabela 24). No experimento sem irrigação, calculou-se que sobre limão ‘Cravo’ podem ser implantadas 502 plantas ha⁻¹ (Figura 5). Essa quantidade é bastante elevada em relação aos pomares adultos, onde se encontram densidades de plantio entre 200 e 300 plantas ha⁻¹ (SILVA, 2008). O baixo vigor das plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ e laranja azeda ‘SFS’ tornam estes porta-enxertos adequados para plantios adensados, em ambos experimentos. Como caso excepcional, as plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, cultivadas sem irrigação, podem ser implantadas numa densidade de 930 plantas ha⁻¹, devido ao seu baixo crescimento vegetativo (Figura 5). Por outro lado, sobre alguns porta-enxertos, a densidade de plantio foi semelhante no experimento com e sem irrigação como o citradia 1646, citradia 1708 e tangelo ‘Orlando’. Cabe ressaltar, neste ponto, que a fórmula utilizada para calcular a densidade de plantio apenas leva em conta o diâmetro médio das copas, desconsiderando a altura de planta. As plantas sobre citradias 1646 e 1708, por exemplo, têm diâmetro médio de copa semelhante, porém altura de planta diferente quando comparados o experimento irrigado e não irrigado (Tabela 3).

Quanto à produtividade por hectare, observou-se no experimento sem irrigação menor produtividade em plantas sobre citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, citrumelo ‘Swingle’ e trifoliata ‘Davis A’ (Tabela 25). No experimento irrigado, as plantas com menor produtividade foram aquelas sobre limão ‘Cravo’, citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, trifoliata ‘Flying Dragon’ e laranja azeda ‘SFS’. O interenxerto aumentou a produtividade de plantas sobre trifoliata ‘Davis A’ (nos dois experimentos) e citrumelo ‘Swingle’ (no experimento sem irrigação). Os porta-enxertos que induziram produtividade similar em ambos experimentos foram

limão ‘Cravo’, limão ‘Volkameriano’, citrange ‘Morton’ (interenxertado), trifoliata ‘Flying Dragon’ e laranja azeda ‘SFS’ (Tabela 25).

Tabela 24 - Análise de variância conjunta da densidade de plantio, produtividade e receita acumulada da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação

Fatores	Densidade de plantio	Produtividade	Receita acumulada	
	Plantas ha ⁻¹		R\$ planta ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
Porta-enxertos (P)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Irrigação (I)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P x I	<0,0001	0,0546	0,2004	0,0459

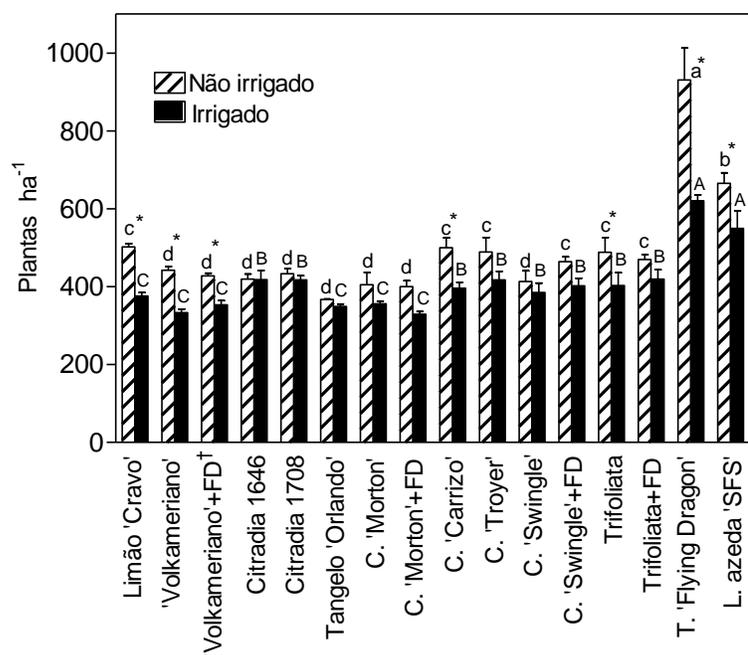


Figura 5 - Densidade de plantio da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada com e sem irrigação. Bebedouro, 2009

Letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) no experimento sem irrigação, e as maiúsculas distintas indicam diferenças no experimento irrigado pelo teste de Scott Knott. * ($P < 0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado. †FD: interenxerto trifoliata ‘Flying Dragon’.

4.9 Receita bruta acumulada por planta e por hectare

Os porta-enxertos afetaram a receita bruta acumulada por planta (Tabelas 24 e 25). Observou-se, em ambos experimentos, menor receita acumulada nas plantas sobre os porta-enxertos citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, trifoliata ‘Davis A’ (não interenxertada), trifoliata ‘Flying Dragon’ e laranja azeda ‘SFS’. De maneira geral, a irrigação aumentou a receita em 53% (Tabela 25). Entretanto, plantas sobre alguns porta-enxertos apresentaram receitas acumuladas similares entre os dois experimentos, tais como limão ‘Cravo’, citradia 1646 e laranja azeda ‘SFS’. Por outro lado, os porta-enxertos que mais responderam à irrigação em termos de receita acumulada foram citrange ‘Carrizo’ tetraplóide, citrange ‘Troyer’ tetraplóide, trifoliata ‘Davis A’ e citrumelo ‘Swingle’.

Quanto às receitas por hectare no experimento sem irrigação, as plantas que apresentaram maior receita foram as sobre limão ‘Cravo’, limão ‘Volkameriano ‘Catania 2’, citradia 1646, citradia 1708, tangelo ‘Orlando’, citrange ‘Morton’ e trifoliata ‘Flying Dragon’ (Tabela 25). No experimento irrigado, maiores receitas acumuladas por hectare registraram-se em plantas sobre citradia 1708, citrange ‘Morton’ (não interenxertada), citrumelo ‘Swingle’ (interenxertada) e trifoliata ‘Davis A’ (interenxertada). O interenxerto aumentou a receita de plantas sobre citrumelo ‘Swingle’ e trifoliata ‘Davis A’, nos dois experimentos, e diminuiu nas plantas sobre citrange ‘Morton’ no experimento irrigado. É importante ressaltar que alguns porta-enxertos induziram receitas similares nos dois experimentos, tais como limão ‘Cravo’, limão ‘Volkameriano’, citradia 1646, tangelo ‘Orlando’, citrange ‘Morton’, trifoliata ‘Flying Dragon’ e laranja azeda ‘SFS’. Isso é resultado, na maioria dos casos, da maior densidade de plantio sob condição de sequeiro. A irrigação promoveu o desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, diminuiria a densidade de plantio, reduzindo a receita acumulada por hectare (Tabela 25). Esses resultados poderiam explicar, em parte, a extensa preferência do limão ‘Cravo’ como porta-enxerto para pomares em sequeiro. No caso do trifoliata ‘Flying Dragon’, a semelhança da receita entre os dois experimentos ocorre pela elevadíssima densidade de plantio sob condições de sequeiro. Entretanto, nessa densidade de plantio os custos de implantação e com mudas também são elevados. Novos estudos econômicos, mais aprofundados, são importantes para decidir quais porta-enxertos são os mais adequados para pomares sob condição de sequeiro e irrigação. Por outro lado, alguns porta-enxertos induzem maior receita acumulada quando irrigados, tais como

citradia 1708, citrange 'Carrizo' tetraplóide, citrange 'Troyer' tetraplóide, citrumelo 'Swingle' e trifoliata 'Davis A'. A irrigação, além de promover maior receita acumulada nas plantas sobre esses porta-enxertos, evita perdas econômicas excessivas por causa de veranicos ou períodos de estiagem prolongada como observado em alguns anos (ZANINI et al., 1989).

Tabela 25 - Produtividade e receita acumulada da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre diferentes porta-enxertos, interenxertada ou não, e cultivada em com e sem irrigação. Bebedouro, 2009

Porta-enxertos	Interenxerto	Experimento não irrigado						Experimento irrigado					
		Produtividade			Receita acumulada			Produtividade			Receita acumulada		
		t ha ⁻¹	\$ planta ⁻¹	\$ ha ⁻¹	t ha ⁻¹	\$ planta ⁻¹	\$ ha ⁻¹	t ha ⁻¹	\$ planta ⁻¹	\$ ha ⁻¹	t ha ⁻¹	\$ planta ⁻¹	\$ ha ⁻¹
Limão ‘Cravo’	-	83,78	a	32,23	a	16.211,0	a	86,21	b	39,10	b	14.758,9	c
‘Volkameriano’ Catânia 2	-	110,72	a	40,22	a	17.718,2	a	113,18	a	55,38	a*	18.423,9	b
‘Volkameriano’ Catânia 2	‘Flying Dragon’	108,29	a	38,99	a	16.661,2	a	110,96	a	54,98	a*	19.330,3	b
Citradia 1646	-	98,93	a	37,45	a	15.731,2	a	121,43	a	47,36	b	19.912,6	b
Citradia 1708	-	101,94	a	37,22	a	16.133,8	a	137,25	a*	56,04	a*	23.435,2	a*
Tangelo ‘Orlando’	‘Flying Dragon’	97,88	a	40,79	a	14.962,1	a	101,86	a	51,06	a	17.695,3	b
Citrango ‘Morton’	-	105,35	a	43,91	a	17.770,2	a	133,65	a*	61,14	a*	21.832,7	a
Citrango ‘Morton’	‘Flying Dragon’	101,05	a	41,90	a	16.732,6	a	106,65	a	58,97	a*	19.424,7	b
Citrango ‘Carrizo tetraplóide	-	56,69	b	19,29	b	9.597,2	b	91,42	b*	44,86	b*	17.745,7	b*
Citrango ‘Troyer’ tetraplóide	-	70,49	b	21,87	b	10.554,9	b	108,63	a*	45,82	b*	18.998,2	b*
Citrumelo ‘Swingle’	-	74,75	b	29,90	a	12.130,3	b	116,50	a*	50,81	a*	19.506,5	b*
Citrumelo ‘Swingle’	‘Flying Dragon’	97,50	a	33,87	a	15.863,4	a	128,29	a*	58,06	a*	23.184,0	a*
Trifoliata ‘Davis A’	-	67,76	b	21,97	b	10.293,7	b	90,11	b	42,90	b*	17.233,6	b*
Trifoliata ‘Davis A’	‘Flying Dragon’	90,33	a	32,48	a	15.250,3	a	126,65	a*	54,93	a*	22.763,1	a*
Trifoliata ‘Flying Dragon’	-	82,79	a	14,76	b	13.514,1	a	74,06	b	26,70	c*	16.608,5	b
Laranja azeda ‘SFS’	-	37,48	c	11,51	b	7.437,2	b	43,39	c	15,82	c	8.560,2	d
Média		86,61		31,15		14.160,1		105,64		47,75		18.713,4	
CV (%)		21,29		22,82		22,40		15,89		18,07		17,56	
Contrastes													
Plantas sem interenxerto		89,65		34,00		14.478,1		113,36		52,56		19.249,2	
Plantas com interenxerto		99,29		36,81		16.126,9		118,14		56,73		21.175,5	

Letras distintas dentro de uma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott Knott. * ($P < 0,05$) O porta-enxerto difere entre os experimentos irrigado e não irrigado.

5 DISCUSSÃO

As características como baixo vigor e elevada eficiência produtiva das plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ sugerem que esse porta-enxerto seja adequado para plantios adensados. Plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ poderiam ocupar espaçamentos de 5,78 m x 2,79 m no experimento irrigado, e 5,05 m x 2,17 m no não irrigado. Esses espaçamentos, contudo, correspondem a plantas de seis anos de idade, pelo que se esperaria menor densidade de plantio quando as plantas alcancem seu tamanho adulto. Pesquisas anteriores têm levado à recomendação de espaçamentos na entrelinha de 5,5 m a 6,0 m e na linha de 1,0 m a 2,0 m para limeira ácida ‘Tahiti’ sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ (STUCHI; SILVA, 2005). Nessa última recomendação, entretanto, a superposição das copas parece ser superior a 15%. Observou-se também que os frutos sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ foram maiores e de coloração mais verde e escura. Esse tipo de frutos é preferido pelo mercado de internacional, especialmente nos meses de verão (GAYET; SALVO FILHO, 2003). Uma pesquisa em Bebedouro, SP, apontou que as plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentaram maior porcentagem de frutos exportáveis (CANTUARIAS-AVILÉS, 2009). Outra característica importante do trifoliata ‘Flying Dragon’ é sua alta resistência à gomose de *Phytophthora* spp., observada inclusive em pomares irrigados (STUCHI; SILVA, 2005). O trifoliata ‘Flying Dragon’ como porta-enxerto para laranjas ‘Hamlin’ e ‘Valência’, pomelo ‘Redblush’ e tangor ‘Murcott’ parece inadequado, pois, as plantas são excessivamente pequenas e de baixo rendimento (RABE, 1996; WHEATON, 1991). No Japão e nos Estados Unidos, o trifoliata ‘Flying Dragon’ é usado como porta-enxerto para tangerinas ‘Satsumas’ em cultivos protegidos (NESBITT et al., 2008). O mecanismo pelo qual o ‘Flying Dragon’ provoca diminuição do crescimento vegetativo ainda é desconhecido. Algumas teorias propostas para explicar esse fenômeno são: sistema radicular pouco desenvolvido e restrito às camadas superficiais do solo, restrição da absorção de água, redução ou desequilíbrio na absorção de solutos, maior competição entre o crescimento vegetativo e reprodutivo, mudanças na produção e translocação de hormônios, incompatibilidade parcial e produção de fenóis e mudanças da proporção raiz:copa (LLISO et al., 2004; WEBSTER, 2004). Nossos dados e outras pesquisas (WEBSTER, 2004) apóiam a idéia de que os porta-enxertos teriam pouca influência sobre a absorção e transporte de água, pois os frutos de porta-enxertos de baixo vigor – como o trifoliata ‘Flying Dragon’ – apresentaram os maiores frutos.

O efeito do interenxerto 'Flying Dragon' sobre o crescimento vegetativo e a produção de frutos foi influenciado pelo porta-enxerto, pois, observou-se que o interenxerto diminuiu o tamanho das plantas quando o porta-enxerto foi o limão 'Volkameriano' Catânia 2 e aumentou quando foi o trifoliata 'Davis A'. Em pomelo 'Star Ruby' e tangerinas 'Michal' e 'Nova' interenxertadas com trifoliata 'Flying Dragon' também encontraram-se diferenças no crescimento vegetativo entre diferentes porta-enxertos (ASHKENAZI et al., 1992). Por outro lado, o citrange 'Morton' e o citrumelo 'Swingle' parecem mascarar os efeitos do interenxerto, pois, não mostraram maiores diferenças no desenvolvimento vegetativo entre plantas com e sem interenxerto. Outros pesquisadores indicaram que o limão 'Volkameriano' e o citrange 'Carrizo' neutralizaram o efeito do interenxerto 'Flying Dragon' em laranja 'Hamlin' (FERGUSON; CHAPARRO, 2004). Quanto às receitas acumuladas, o interenxerto influenciou negativamente nas plantas sobre citrange 'Morton' e positivamente nas plantas sobre citrumelo 'Swingle' e trifoliata 'Davis A'. O efeito diferenciado do interenxerto, possivelmente, está relacionado a aspectos anatômicos no ponto de enxertia. O interenxerto trifoliata 'Flying Dragon' poderia ter mais afinidade com o trifoliata 'Davis A' e citrumelo 'Swingle' do que com o limão 'Volkameriano' Catânia 2 e citrange 'Morton'.

Encontraram-se coincidências entre os métodos de avaliação visual e de colorimetria das folhas em relação à deficiência hídrica. A avaliação visual é um método rápido e barato e adequado para comparar porta-enxertos em relação a um determinado padrão (FIGUEIREDO et al., 2002). Porém, devido a seu caráter subjetivo, não é possível estabelecer o grau de deficiência hídrica das plantas. A avaliação por colorimetria das folhas constituiu um método adequado para avaliar a deficiência hídrica. Entretanto, para validar essa metodologia devem ser realizadas mais medições em diferentes variedades, localidades e épocas do ano, correlacionando-as com medidas do potencial hídrico foliar. Deve-se, da mesma maneira, considerar que a coloração das folhas é influenciada por outros fatores, além da deficiência hídrica, como o estado nutricional, pragas, doenças e distúrbios fisiológicos (OBREZA; MORGAN, 2008).

A quantidade de nutrientes removida pelos frutos constitui um critério importante para definir as doses de adubação (OBREZA; MORGAN, 2008). Observou-se que plantas sobre o trifoliata 'Flying Dragon', trifoliata 'Davis A', citradia 1646 e citradia 1708 extraíram maior quantidade de nitrogênio. Da mesma forma, plantas sobre trifoliata 'Davis A' extraíram maior quantidade de potássio nos frutos. Essas informações indicariam que plantas sobre esses porta-

enxertos requerem maior quantidade de N e K. Porém, as adubações não apenas repõem os nutrientes extraídos pelos frutos, mas também necessitam os nutrientes para: (i) crescimento vegetativo; (ii) armazenamento nas partes lenhosas da planta; e (iii) perdas devido a morte natural de raízes e folhas (PARAMASIVAM et al., 2000). Por outro lado, observou-se que as plantas sobre os citranges apresentaram baixa concentração de Mn nas folhas e frutos. Isso indica que quando são usados citranges deve-se manejar com cuidado a nutrição do Mn, pois, a deficiência desse nutriente é comum nos pomares paulistas (MATTOS JR. et al., 2003).

Os porta-enxertos mais adequados para a limeira ácida ‘Tahiti’, em relação à produção acumulada, foram limão ‘Volkameriano’ Catânia 2, citradia 1646, citradia 1708, tangelo ‘Orlando’ e citrange ‘Morton’. A maioria deles foram classificados como porta-enxertos de alto vigor, exceto as citradias que foram de vigor intermediário. As plantas de alto vigor são cultivadas em menor densidade incorrendo em menores custos de implantação; porém a altura delas dificulta a aplicação de defensivos agrícolas e, principalmente, a colheita, encarecendo os custos operacionais. Já porta-enxertos de baixo vigor apresentam maiores despesas na implantação, porém os custos operacionais são menores. Em frutíferas temperadas, foi apontado que as plantas nanicas apresentam seus custos de colheita diminuídos em aproximadamente 50%, pois a colheita dispensa o uso de escadas (CHILDERS, 1978).

Considerando-se a produtividade acumulada e as receitas acumuladas por hectare, os porta-enxertos se dividiram em adequados para condição com e sem irrigação. Quando as plantas foram cultivadas sem irrigação, os mais adequados foram o limão ‘Cravo’, limão ‘Volkameriano’, citradia 1646, citradia 1708, citrange ‘Morton’ e tangelo ‘Orlando’. O trifoliata ‘Flying Dragon’ mostrou-se também adequado neste grupo. Entretanto, é importante considerar que existem safras nas quais a produção sobre este porta-enxerto pode cair drasticamente devido à deficiência hídrica (STUCHI; SILVA, 2005). Isso foi observado em outros experimentos conduzidos em Bebedouro (CANTUARIAS-AVILÉS, 2009). Por outro lado, a alta densidade de plantio do ‘Flying Dragon’ levaria a maiores despesas na implantação dos pomares. Outro ponto de importância para seleção dos porta-enxertos é seu comportamento frente à gomose de *Phytophthora* spp. Nesse quesito, observou-se que plantas sobre limão ‘Cravo’, limão ‘Volkameriano’, tangelo ‘Orlando’ e laranja azeda ‘SFS’ sofreram perdas de plantas.

Quando as plantas foram irrigadas, os porta-enxertos mais adequados foram a citradia 1708, citrange ‘Morton’ (não interenxertada), citrumelo ‘Swingle’ (interenxertada) e trifoliata

‘Davis A’ (interenxertada). De forma geral, a irrigação promoveu maior produtividade e receita nas plantas de vigor intermediário, por isso, seu cultivo deveria ser considerado apenas nesta condição. Por outro lado, as plantas sobre porta-enxertos vigorosos quando irrigadas não aumentaram significativamente sua produtividade e receita acumulada. A irrigação aumentou seu desenvolvimento vegetativo, o que levaria à diminuição de sua densidade de plantio, resultando no final, em produtividades semelhantes às plantas não irrigadas. Essa informação é contrastante com recomendações de outras regiões produtoras como a Flórida, em que a irrigação é uma prática indispensável, mesmo tendo uma precipitação anual de aproximadamente 1200 mm (PARSON; WHEATON, 2000). No entanto, na Flórida a irrigação é decisiva porque os períodos críticos, floração e fixação dos frutos, acontecem na estação seca. Já no Brasil esses períodos críticos coincidem com o início das chuvas. Deve-se apontar, entretanto, que no Estado de São Paulo são freqüentes os anos que se apresentam veranicos e fortes estiagens que podem derrubar flores e frutos em desenvolvimento (ZANINI et al., 1998).

O limão ‘Cravo’ mostrou alta produtividade e receita acumulada quando é cultivado sem irrigação. Entretanto, esse porta-enxerto é muito suscetível à gomose de *Phytophthora* spp. (STUCHI; CYRILLO; 1998). Por esse motivo, sua participação nos últimos anos é decrescente nos viveiros paulistas em favor dos híbridos de *Poncirus trifoliata* (POMPEU JR; BLUMER, 2006).

Nos experimentos, observou-se que plantas sobre laranja azeda ‘SFS’ e tangelo ‘Orlando’ foram os mais suscetíveis à gomose de *Phytophthora* spp., levando à eliminação de dois tratamentos do experimento. Seu uso, por essa razão, não é recomendável para limeira ácida ‘Tahiti’. Esses resultados são apoiados por pesquisas que apontam que tangelo ‘Orlando’ induz plantas grandes e de alta produtividade, porém, suscetíveis à gomose (FIGUEIREDO et al., 1996).

Entre todos os porta-enxertos, destaca-se a citradia 1708 que mostrou alta produtividade e receita acumulada em ambos experimentos. As plantas sobre este porta-enxerto foram de tamanho intermediário, de boa qualidade de frutos e sem sintomas evidentes de suscetibilidade a gomose.

Os principais critérios para selecionar porta-enxertos foram tradicionalmente a produtividade, precocidade, qualidade de frutos, vigor, compatibilidade e tolerância a estresses bióticos e abióticos (CASTLE et al, 2010). Entretanto, esses critérios são insuficientes se não

aliados a aspectos econômicos. Na lima ácida ‘Tahiti’, por exemplo, os produtores recebem melhores preços por frutos grandes e de cor escura quando pretende-se exportar, ou quando se produz na entressafra (GAYET; SALVO FILHO, 2003). As análises econômicas de longo tempo têm a vantagem de integrar todos os aspectos do cultivo dos citros, pois, consideram desde os custos de implantação, replantio, irrigação, tratos culturais, de colheita, até a venda da fruta.

6 CONCLUSÕES

1. O trifoliata 'Flying Dragon' induz frutos de excelente qualidade em termos de tamanho e coloração e é adequado para pomares adensados de lima ácida 'Tahiti'.
2. A influência do interenxerto varia em função do porta-enxerto, quanto ao tamanho e produção de frutos. O interenxerto 'Flying Dragon' favorece a produtividade das plantas sobre trifoliata 'Davis A' e citrumelo 'Swingle' e prejudica as sobre citrange 'Morton'.
3. Existem diferenças na extração de nutrientes nos frutos, notadamente N e K, entre os porta-enxertos.
4. Porta-enxertos vigorosos cultivados sem irrigação apresentam alta produtividade sendo recomendados especialmente a citradia 1646 e citrange 'Morton'.
5. Os porta-enxertos citrange 'Carrizo' tetraplóide, citrange 'Troyer' tetraplóide, citrumelo 'Swingle', trifoliata 'Davis A' e trifoliata 'Flying Dragon', apresentam melhor produtividade e receita, quando irrigados.
6. O citradia 1708 pode ser utilizado como porta-enxerto para lima ácida 'Tahiti' com ou sem irrigação, sendo em ambos casos, altamente produtiva.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLLI, I.; CENTURION, J.F.; MARQUES JR., J. **Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro**. Jaboticabal: FCVA-UNESP, 1994. 19 p.

ASHKENAZI, S.; ASOR, Z.; RASIS, A.; ROSENBERG, D. Flying Dragon trifoliolate (F.D.T.) as a dwarfing interstock for citrus trees. **Proceedings International Society of Citriculture**, Riverside, v. 1, p. 284-285, 1992.

BACCI, L.; VINZENCI, L.; RAPI, B.; ARCA, B.; BENINCASA, B. Two methods for the analysis of colorimetric components applied to plant stress monitoring. **Computers and Electronics**, New York, v. 19, p. 167-186, 1998.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **BCB**. Disponível em: < <http://www.bcb.gov.br/>>. Acesso em: 27 ago. 2010.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BASSANEZI, R.B.; FERNANDES, N.G.; YAMAMOTO, P.T. **Morte súbita dos citros**. Araraquara: Fundecitrus, 2003. 54 p.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48 p.

BATAGLIA, O.C.; RODRIGUEZ, O.; HIROCE, R.; GALLO, J.R.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C. Composição mineral de frutos cítricos na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 21, p. 215-221, 1977.

BARRY, G.H.; CASTLE, W.S.; DAVIES, F.S. Rootstocks and plant water relations affect sugar accumulation of citrus fruit via osmotic adjustment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 129, n. 6, p. 881-889, 2004.

BITTERS, W.P.; COLE, D.A.; McCARTY, C.D. Facts about dwarf citrus trees. **Citrograph**, Los Angeles, v. 64, n. 3, p. 54-56, 1979.

BOTEON, M.; NEVES, E.M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico/FUNDAG, 2005. p. 19-36.

CAMPBELL, C.W. Rootstocks for the 'Tahiti' lime. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, n. 104, p. 28-30, 1991.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.E. **Avaliação horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’, tangerineira ‘Satsuma’ e limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos.** 2009. 120 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em 13 jul. 2010.

CARLOS, E.F.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C. **Porta-enxertos para a citricultura paulista.** Jaboticabal: FUNEP, 1997. 47 p.

CASTLE, W.S. Controlling citrus tree size with rootstocks and viruses for higher density plantings. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, n. 91, p. 46-50, 1978.

_____. Rootstock and interstock effects on the growth of young ‘Minneola’ tangelo trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, n. 105, p. 82-84, 1992.

_____. A career perspective on citrus rootstocks, their development, and commercialization. **HortScience**, St. Joseph, v. 45, n. 1, p. 11-15, 2010.

CASTLE, W.S.; GMITTER, F.G. Rootstock and scion selection. In: TIMMER, L.W.; DUNCAN, L.W. (Ed.). **Citrus health management.** St. Paul: APS Press, 1998. p. 21-34.

CASTLE, W.S.; KREZDORN, A.H. Rootstock effects on root distribution and leaf mineral content of Orlando tangelo trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, n. 86, p. 81-84, 1973.

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**, St. Joseph, v. 45, n. 4, p. 523-533, 2010.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. **Roostock for Florida citrus.** Gainesville: IFAS, University of Florida, 1993. 92 p.

CASTLE, W.S.; PELOSI, R.R.; YOUTSEY, C.O.; GMITTER, F.G.; LEE, R.F.; POWELL, C.A.; HU, X. Rootstocks similar to sour orange for Florida citrus trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, n. 105, p. 56-60, 1992.

CEAGESP. Centro de qualidade em horticultura. **Programa brasileiro para melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros: classificação do limão (lima ácida) Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka).** São Paulo, 2000. 5 p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **CEPEA.** Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/citros/>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

CHABARIBERY, D.; ALVES, H.S. Produção e comercialização de limão, mamão, maracujá e melancia em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 8, p. 43-51, 2001.

CHILDERS, N.F. Trend toward high-density planting with dwarfed trees in deciduous orchards. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, n. 91, p. 34-36, 1978.

CITROLIMA. **Porta-enxertos**. Disponível em: <<http://www.citrolima.com.br/portaenxertos/portaenxertos.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

CRANE, J.H. Selected cultural techniques to improve production of some subtropical and tropical fruit crops. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 632, p. 179-187, 2004.

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: CAB international, 1994. 254 p.

DE NEGRI, J.D.; STUCHI, E.S.; BLASCO, E.E.A. Planejamento e implantação do pomar cítrico. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG, 2005. p. 411-427.

DEIDDA, P.; SPANO, D.; ARCA, B.; VENTURA, A.; DUCE, P. Colorimetric analysis for determining leaf water status in *Citrus*. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 8., 1996, Sun City. **Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture, 1996. v. 2, p. 1065-1068.

DONADIO, L.C.; STUCHI, E.S. **Adensamento de plantio e anançamento de citros**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 70 p.

DONADIO, L.C.; FIGUEIREDO, J.O. de; PIO, R.M. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 228 p.

ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CITRICULTURA DE BEBEDOURO. **Relatório de Atividades 2005**. Bebedouro: Fundação de Pesquisas Agroindustriais de Bebedouro, 2008. 47 p.

_____. **Relatório de Atividades 2009**. Bebedouro: Fundação de Pesquisas Agroindustriais de Bebedouro, 2008. 50 p.

FAO. **FAOSTAT**: Statistical database. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 17 ago. 2009.

FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees**. New York: John Wiley, 1989. 338 p.

FERGUSON, J.J.; CHAPARRO, J. **Dwarfing and freeze hardiness potential of Trifoliolate orange rootstocks**. Gainesville: IFAS, University of Florida, 2004. 6 p.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S. Copas e porta-enxertos. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. **Lima ácida Tahiti**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. p. 31-46.

FIGUEIREDO, J.O.; RODRIGUEZ, O.; POMPEU JR., J.; TEÓFILO SOB., J.; SALIBE, A.A.; ABRAMIDES, E. Melhoramento do limoeiro-Tahiti por seleção de clones. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 11, p.115-122, 1976.

FIGUEIREDO, J.O.; DE NEGRI, J.D.; MATTOS JR., D.; PIO, R.M.; AZEVEDO, F.A.; LARANJEIRA, F.F.; GARCIA, V.X.P. Porta-enxertos para o limão 'Eureka Km 47' em Araraquara. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 1, p. 87-94, 2005.

FIGUEIREDO, J.O.; POMPEU JR., J.; PIO, R.M.; LARANJEIRA, F.F.; TEÓFILO SOB., J.; TANNURI, F.; FITTIPALDI, E. Produção e desenvolvimento vegetativo do limão Eureka Km 47 sobre catorze porta-enxertos na região de Araraquara, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 195-201, 1998.

FIGUEIREDO, J.O.; POMPEU JR., J.; TEÓFILO SOB., J.; PIO, R.M.; LARANJEIRA, F.F.; LIMA, J.E.O.; SALIBE, A.A. Porta-enxertos para a lima-ácida 'Tahiti' na região de Aguai, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 435-439, 2000.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; TEÓFILO SOB., J.; LARANJEIRA, F.F.; PIO, R.M.; D SEMPIONATO, O.R. Porta-enxertos para a lima-ácida-'Tahiti' na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 155-159, 2002.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; LARANJEIRA, F.F.; DONADIO, L.C.; TEÓFILO SOB., J.; SEMPIONATO, O.R.; MÜLLER, G.W. Porta-enxertos para lima ácida 'Tahiti' em duas regiões do estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 1, p. 203-213, 2001.

FIGUEIREDO, J.O.; DONADIO, L.C.; POMPEU JR., J.; TEÓFILO SOB., J.; PIO, R.M.; VAZ FILHO, D.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R.; DOMINGUES, E.T. Comportamento de 11 porta-enxertos para o limão Tahiti na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 15, n. 3, p. 345-351, 1996.

GAYET J.P.; SALVO FILHO, A. Colheita e beneficiamento. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. **Lima ácida Tahiti**. Campinas: Instituto Agronômico, 2003. p. 147-162.

HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California Press, 1967. v. 1, p. 431-591.

HUTTON, R.J.; LANDSBERG, J.J.; SUTTON, B.G. Timing irrigation to suit citrus phenology: a means of reducing water use without compromising fruit yield and quality?. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 47, p. 71-80, 2007.

KREZDORN, A.H. Interstock for tree size control in citrus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, n. 91, p. 50-52, 1978.

KOO, R.C.J. Effects of frequency of irrigation on yield of orange and grapefruit. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 76, p. 1-5, 1963.

KOO, R.C.J.; SMAJSTRLA, A.G. Effects of trickle irrigation and fertigation on fruit production, juice production and juice quality of 'Valencia' orange. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 97, p. 8-10, 1984.

KRIEDEMANN, P.E.; BARRS, H.D. Citrus orchards. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Water deficit and plant growth**. New York: Academic Press, 1981. v. 4, p. 325-417.

LEVY, Y.; SHALHEVET, J.; BIELORAI, H. Effect of irrigation regime and water salinity on grapefruit quality. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Geneva, v. 104, p. 356-359, 1979.

LUCHETTI, M.A.; MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. Aspectos gerais e distribuição do cultivo. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. **Lima ácida Tahiti**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. p. 8-22.

LLISO, I.; FORNER, J.B.; TALÓN, M. The dwarfing mechanism of citrus rootstocks F&A 418 and #23 is related to competition between vegetative and reproductive growth. **Tree Physiology**, Victoria, v. 24, p. 225-232, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201 p.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. **Lima ácida Tahiti**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. p. 87-104.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A.K. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 155-160, 2003.

MATTOS JR., D.; MILANEZE, T.F.; AZEVEDO, F.A.; QUAGGIO, J.A. Soil nutrient availability and its impact on fruit quality of Tahiti acid lime. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 335-342, 2010.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, St. Joseph, v. 27, n. 12, p.1254-1255, 1992.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; PINTO, J.M. Fotossíntese de laranjeira 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 1-14, 1998.

MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L.; MACHADO, E.C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG, 2005. p. 147-195.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **ALICE-web**: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet. Disponível em: <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 09 jan. 2010.

MORINAGA, K.; IKEDA, F.; The effects of several rootstocks on photosynthesis, distribution of photosynthetic product, and growth of young Satsuma mandarin trees. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Nagoya, v. 59, n. 1, p. 29-34, 1990.

NESBITT, M.L.; EBEL, R.C.; DOZIER JR, A. Production practices for Satsuma tangerines in the southeastern United State. **HortScience**, St. Joseph, v. 43, n. 2, p. 290-292, 2008.

OBREZA, T.A.; MORGAN, K.T. (Ed.) **Nutrition of Florida citrus trees**. Gainesville: IFAS, University of Florida, 2008. 96 p.

PARAMASIVAM, S; ALVA, A.K.; HOSTLER, K.H.; EASTERWOOD, G.W.; SOUTHWELL, J.S. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 23, n. 3, p. 313-327, 2000.

PARSON, L.R.; WHEATON, T.A. Irrigation management and citrus tree response in a humid climate. **HortScience**, St. Joseph, v. 35, n. 6, p. 1043-1045, 2000.

PASSOS, O.S.; BOSWELL, S.B. A review of citrus tree spacing. **Citrograph**, Los Angeles, v. 64, n. 9, p. 211-218, 1979.

PIRES, R.C.M. Manejo da água na irrigação dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.13, n.1, p. 237-260, 1992.

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

POMPEU JR., J. Porta-enxertos. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG, 2005. p. 63-104.

POMPEU JR., J.; BLUMER, S. Comportamento de dezessete seleções de trifoliata como porta-enxertos para laranja Valência. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 2, p. 287-295, 2006.

POMPEU JR., J.; BLUMER, S. Porta-enxertos: tendências e perspectivas. In: **Semana da citricultura, 2005**. Disponível em: <www.centrodecitricultura.br/downloads/1600%20Jorgino.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2007

POMPEU JR. J.; LARANJEIRA, F.F.; BLUMER, S. Laranjeiras ‘Valência’ enxertadas em híbridos de trifoliata. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 93-97, 2002.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JR., D.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG, 2005. p. 483-507.

RABE, E. Challenges of modern citriculture: canopy management. **Proceedings International Society of Citriculture**, Riverside, v. 1, p. 70-77, 1996.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeira no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 247-253, 2006.

RODRIGUEZ, O. Ecofisiologia dos citros. In: CASTRO, P.R.C. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 149-164.

ROOSE, M.L. Cavalos para controle do tamanho da planta na Califórnia. In: DONADIO, L.C. (Ed.). INTERNATIONAL SEMINAR ON CITRUS, 1., 1990, Bebedouro. **Anais...Bebedouro: FUNEP**, 1990. p. 135-142.

SAMPAIO, V.R. Efeitos de filtros de *Poncirus trifoliata* e de alturas de enxertia na laranjeira Valência enxertada em limão-Cravo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 360-364, 1993.

SHALHEVET, L.; LEVY, J. Citrus trees. In: STEWART, B.A., NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: Series Agronomy, 1990. p. 951-986.

SILVA, P.R.; ALMEIDA, G.V.B.; FERRAZ, M.; OLIVETTE, M.P.A. O mercado de lima ácida Tahiti. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 3, n. 12, p. 1-7, 2008.

SMITH, P.F. Leaf analysis of citrus. In: CHILDERS, N.F. **Nutrition of fruit crops**. New Jersey: Somerset Press, 1966. p. 208-228.

SPANN, T.; SPYKE, P. New citrus production management paradigms. **Citrus Industry**, Tampa, v. 38, p. 24, 26, 2007.

STENZEL, N.M.C.; NEVES, C.S.V.J. Rootstocks for 'Tahiti' lime. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, p. 151-155, 2004.

STOREY R.; TREEBY, M.T. Seasonal changes in nutrient concentration of navel orange fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 84, p. 67-82, 2000.

STUCHI, E.S. Controle do tamanho de plantas cítricas. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p. 295-342, 1994.

STUCHI, E.S.; CYRILLO, F.L.L. **Lima ácida 'Tahiti'**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 35 p.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Performance of Tahiti lime on *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* Flying Dragon in four densities. **Fruits**, Paris, v. 58, p. 13-17, 2003.

STUCHI, E.S.; SILVA, S.R. **Plantio adensado da limeira ácida 'Tahiti'**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2008. 2 p.

STUCHI, E.S.; SILVA, S.R.; SEMPIONATO, O.R.; REIFF, E.T. Viroids and rootstocks effects on field performance of 'Tahiti' lime in Brazil. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS VIROLOGISTS, 17., 2007. Adana, **Abstracts...Adana**, 2007. p. 252.

SYVERTSEN, J.P. Hydraulic conductivity of four commercial citrus rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 106, n. 3, p. 378-381, 1981.

SYVERTSEN, J.P.; GRAHAM, J.H. Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition, and leaf gas exchange of citrus rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 110, p. 865-869, 1985.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104 p.

VASCONCELLOS, L.A.B.C.; CASTLE, W.S. Trunk xylem anatomy of mature healthy and blighted grapefruit trees on several rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 119, p. 185-194, 1994.

VIEIRA, D.B. Produtividade e irrigação. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA, 1988. **Anais...** Jaboticabal, FCAV-FUNEP, 1988. p. 185-193.

VIERA, D.B. Irrigação de citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. **Citricultura brasileira**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, v. 2, p. 519-541, 1991.

VITTI, A.; BOTEON, M. Análise da competitividade da fruticultura brasileira frente à mundial. In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, 46., 2008. ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 2008. p. 354.

YONEMOTO, Y.; MATSUMOTO, K.; FURUKAWA, T.; ASAKAWA, M.; OKUDA, H.; TAKAHARA, T. Effects of rootstock and crop load on sap flow rate in branches of 'Shirakawa Satsuma' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.), **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, p. 295-300, 2004.

WEBSTER, A.D. Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 23, p. 373-382, 1995.

_____. Vigour mechanism in dwarfing rootstocks for temperate fruit trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 658, p. 29-41, 2004.

WHEATON, T.A.; CASTLE, W.S.; WHITNEY, J.D.; TUCKER, D.P.H. Performance of citrus scion cultivars and rootstock in a high-density planting. **HortScience**, St. Joseph, v. 26, p. 837-840, 1991.

WHEATON, T.A.; WHITNEY, J.D.; CASTLE, W.S.; MURARO, R.P.; BROWNING, H.W.; TUCKER, D.P.H. Tree vigor important in citrus tree spacing and topping. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 108, p. 63-69, 1995.

WHITNEY, J.D.; ELEZABY, A.; CASTLE, W.S.; WHEATON, T.A.; LITTELL, R.C. Citrus tree spacing effects on soil water use, root density, and fruit yield. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 34, n. 1, p. 129-134, 1991.

WUTSCHER, H.K. Alteration of fruit tree nutrition through rootstocks. **HortScience**, St. Joseph, v. 24, p. 578-583, 1989.

ZANINI, J.R. PAVANI, L.C.; DA SILVA, J.A.A. **Irrigação em citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 35 p.

ZEKRI, M. Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, yield and economical return. **Fruits**, Paris, v. 55, n. 4, p. 231-238, 2000.