DESENVOLVIMENTO DE TRÊS PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS UTILIZANDO ÁGUAS SALINAS

TALES MILER SOARES

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **SERGIO NASCIMENTO DUARTE**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Dezembro - 2003

ERRATA

TALES MILER SOARES. Desenvolvimento de três porta-enxertos cítricos utilizando águas salinas.

p.	Onde se lê	Leia-se
viii, xi, xvi, 16, 37, 38, 41, 42, 43, 46, 59, 89, 90	taxa de lixiviação	fração de lixiviação
xvi, 3, 10, 20, 38	cloro	cloreto
8, 17, 20, 48, 56, 67	Ayers e Westcot (1999)	Ayers e Westcot (1991)
13	Tavieira	Taveira
66	L ³	L
67	absorção	adsorção
67	$RAS = \sqrt{\frac{Na}{(Ca + Mg) \cdot 2}}$	$RAS = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg) \cdot 2}}$
67	48,55 e 75,72	45,40 e 57,51
67	3,56 e 7,12	3,33 e 5,41
68	1,21 dS m ⁻¹	1,19 dS m ⁻¹
68	17%	20%
92	0.192	0.8260
92	vgCa	Ca
93	0.356	0.7013
93	0.397	0.8101

Padrões Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Soares, Tales Miler

Desenvolvimento de três porta-enxertos cítricos utilizando águas salinas / Tales Miler Soares. -- Piracicaba, 2003.
94 p. : il.

Dissertação (mestrado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
Bibliografia.

1. Água salina 2. Cálcio 3. Crescimento vegetal 4. Fruta cítrica 5. Irrigação 6. Mudas 7. Porta-enxertos 8. Química do solo I. Título

CDD 634.3

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

Seu nome era Vantor e para ele também o tempo contribuía com anos de vida. Um menininho tão promissor e de saúde tão abalada. Podia brincar de bola, mas quase sempre estava de cama. Em 1981, estava ele um organismo esquelético, tomado por uma infecção hospitalar generalizada fomentada por uma misteriosa alergia. Explicaram para Monna que muitas coisas poderiam lhe fazer mal. Peixe, camarão, abacaxi, poeira, ácaros, seda, fumaça, sol, pêlos, carambola... emoção. Um menino, outrora apenas com alergia ao mundo e todas as substâncias ao seu redor, então espalhado nos higiênicos lençóis brancos da Santa Casa de Misericórdia, sem compreender porquê a sua pele, encravada por placas sanguinolentas, ardia... porquê seus olhos estavam inchados até às maçãs do rosto... e suas mãos trêmulas transpirando adstringentes... Vendo Monna chorar sua gravidade ao fiscalizar seu soro, era incapaz de melhorar a sonoridade repulsiva de sua respiração, e também não entendia porque sua boca não conseguia falar letras do alfabeto. Quando seu peito disparou à sua frente, deixando-o para trás na impotência, seus olhos inchados apenas janelaram as últimas lágrimas de Monna. Então morreu ... Mas aquela criança, que nunca vira mãe chorar, tomou-se por tanta culpa... que precisou ressuscitar para solicitá-la: 'Não chora, não, mãe! Não chora, não.' Milagre maior que a ressurreição do anjo de maçãs arroxeadas foi o estancamento das lágrimas de uma mãe desobediente, enquanto um morto-vivo desconjuntado, forçando-se a respirar melhor para amenizar o sofrimento que causava a ela, ponderou que só continuava vivendo por ela. Fingindo sua cura para mitigar Monna, ele fora precocemente levado para casa, onde todo meio-dia tomaria banho com um remédio de cheiro sulfurado misturado à água quente. Os calafrios pareciam afugentar as manchas de sangue da pele esverdeada pela alergia, e pouco a pouco Vantor tinha seu corpo desinchado, seus olhos reabriam. Mas sua cura também vinha de maneira drástica, mediante total cobertura do corpo por milhares de pontuações de pus. Os lençóis de sua casa pareciam não tão higiênicos quanto os do hospital, talvez fossem menos numerosos. O fato é que Vantor liquefazia-se em pus em tudo que toçava e encostava... E o pus tinha o cheiro do remédio dos banhos quentes. Não podia vestir camisa. Não podia vestir calças. Não podia usar meias. Tudo no pus colava. Não podia escovar o cabelo. Até suas gengivas, pontuadas, impediam-no de escovar os dentes. Até o esôfago... trincava-se com o pus. E somente para não preocupar Monna, criava-se o menino, martirizando-se a cada copo de água, a cada garfada de comida amassada. Chacoalhado, parecia que seu organismo era só ossos e carne emulsionada em pus fétido. As moseas cercavam a presença de Vantor que, quarentenado no próprio lar, desvendava ser aquele o preço da volta. E, estranhamente, sua vida não mais demandava tantas experiências promissoras. A vida, apenas um favor a uma pessoa admirável. Sua vida... seu favor. Seu nome foi Vantor... e ele faria tudo para não ver Monna chorar. Seu nome foi Vantor... Existem pessoas que vivem, elas são as que buscam a profusão. Existem pessoas que subvivem, elas são as que tentam. A partir de 1981, passou a existir uma pessoa que apenas... ocorria. Ainda chamam-no de Vantor. E ele ocorre. E, vez ou outra, quando corre e sua, exala ainda o odor combinado do remédio com o pus, lembrando-se da residualidade daquilo que seria sua existência primeira. Sua vida não mais tinha sentido porque nem era para ele estar em vida. Alguns poderiam pensar que a ressurreição deve vir com o agradecimento e a intensidade, mas ele só voltara para fazer sua Monna quietar. Só um favor. Só sua vida... E ninguém nunca soube porque era ele tão sóbrio. Mas a Natureza lhe reservava um outro destino ético. E por mais pacífica que fosse sua 'ocorrência', ele sempre seria incitado a lutar, contra o mesmo mundo dos agentes alergênicos. E sempre seria imolado a nunca alcançar sua alforria. Forte cresceria, criancinha angélica de maçãs coradas, porém, sob a eterna dívida do regime do Carbone & Enxofre. (Adaptado de "Enfim um nome para o soldado desconhecido")

A lama que refugia, constrói os tijolos.

**Aos mantenedores do antropocentrismo
E às insubstituíveis crianças dos anos 80,**

CONSIGNO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Sergio Nascimento Duarte pela orientação, boa vontade, sobriedade e exemplo de lucubração;

Aos colegas e amigos do curso de pós-graduação em Irrigação e Drenagem, pelo convívio e por respeitarem a natureza de um ser recalcitrante;

Ao Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pela confiança;

Aos professores Tarlei Arriel Botrel, José Antônio Frizzzone, Rubens Duarte Coelho, Marcos Vinicius Folegatti, Iran José Oliveira da Silva e Décio Eugênio Cruciani, pelos ensinamentos;

Ao professor Silvio Sandoval Zocchi, pela atenção e boa vontade no planejamento e execução da análise estatística;

Aos funcionários, do Departamento de Engenharia Rural, Davilmar, Sandra, Gilmar, Hélio, César, Osvaldo e Antônio, pelas facilidades e presença;

Ao empresário Christiano César Dibbern Graf pela confiança, boa vontade, entusiasmo e espírito crítico;

Aos companheiros da CITROGRAF MUDAS pela amizade, boa vontade e pelo convívio salutar;

Aos professores da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), em especial ao professor Francisco Adriano de Carvalho Pereira, pelos ensinamentos e indicação ao curso de mestrado na ESALQ-USP;

Aos membros da banca de Qualificação, Rubens Duarte Coelho, Francisco Mourão Filho e Ênio Farias de França e Silva, pelas sugestões, críticas, fomento e demonstração da necessidade de se atentar para todas as sub-temáticas tratadas;

Ao pesquisador Paulo Ernesto Meissner Filho, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, primeiro orientador;

Aos companheiros da CIBRAFÉRTIL, em especial a Alexandre Pinheiro Fernandes, Marcus Prates, Juarez e César, por terem facilitado minha ausência da empresa quando da decisão pela pós-graduação;

Aos promissores engenheiros Eliezer Gervásio, Vinícius Costa, Eduardo Girardi, Marcelo Zannetti, Nildo da Silva Dias, José Alves Júnior, Tonny Silva e Cláudio Ricardo, pelas discussões sugestivas, dúvidas esclarecidas e amizade;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

Aos pesquisadores Mônica Ferreira de Abreu (IAC), Maria Helena Fermino (FEPAGRO), Quirino Carmello (ESALQ), Clóvis Peixoto (UFBA), Vilson Klein (FAMV/UPF), Ricardo Ferraz (ESALQ), Roberto Salva (FUNDECITRUS), Mara Iritani (UNESP), Daniel Bonotto (UNESP), Jailson Cruz (EMBRAPA), Niuro Ribeiro (UNESP) e Marcio Costa Alberto (UNESP) pelos esclarecimentos, indicações e fornecimento de dados.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
LISTA DE APÊNDICES.....	xiv
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Importância da citricultura brasileira.....	4
2.2 Problemas fitossanitários e a produção de mudas sadias.....	5
2.3 Atual legislação da produção de mudas cítricas.....	6
2.4 Oferta de mudas inspecionadas em São Paulo.....	6
2.5 Água de irrigação para obtenção de mudas sadias.....	7
2.6 Importância da utilização das águas subterrâneas na agricultura.....	8
2.7 Qualidade química das águas subterrâneas.....	9
2.8 Meio de cultivo e tecnologia da irrigação no novo sistema de produção de mudas cítricas.....	10
2.8.1 Recipientes de cultivo.....	11
2.8.2 Substratos para cultivo e suas propriedades.....	12
2.8.3 Fertilização do meio.....	15

2.8.4 Manejo da irrigação.....	17
2.9 Salinidade e citricultura.....	19
2.10 Variedades cítricas estudadas.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	24
3.2 Recurso hídrico explorado.....	26
3.3 Meio de cultivo.....	26
3.4 Tratamentos.....	32
3.5 Delineamento estatístico adotado.....	34
3.6 Controle da irrigação.....	35
3.7 Monitoramento da salinização.....	38
3.8 Avaliação do desenvolvimento das mudas.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Lâminas aplicadas e taxas de lixiviação.....	41
4.2 Evolução da salinidade ao longo do período experimental.....	44
4.3 Parâmetros de avaliação do desenvolvimento.....	48
5 CONCLUSÕES	59
ANEXOS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
APÊNDICES.....	83

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Vista aérea das estufas da Citrograf Mudas em Rio Claro-SP.....	24
2 Vista do interior da estufa utilizada na experimentação.....	25
3 Plântula de citrumeleiro ‘Swingle’ em tubete.....	27
4 Detalhe da concentração do fertilizante na parte superior do meio de cultivo.....	27
5 Grânulos do fertilizante de liberação controlada, utilizado no experimento.....	31
6 Equipamento de osmose reversa utilizado para dessalinização da água natural.....	34
7 Balança utilizada para pesagem das mudas.....	37
8 Sistema de coleta para água drenada.....	37
9 Lâmina de irrigação acumulada por porta-enxerto ao longo do período experimental.....	41
10 Taxas de lixiviação diárias e médias registradas para os porta-enxertos ‘Cleópatra’ (CL), ‘Cravo’ (CR) e ‘Swingle’ (SW) no experimento.....	43
11 Condutividade elétrica da água lixiviada para os tratamentos com o porta-enxerto tangerineira ‘Cleópatra’ ao longo do experimento.....	45

12	Condutividade elétrica da água lixiviada para os tratamentos com o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ ao longo do experimento.....	45
13	Condutividade elétrica da água lixiviada para os tratamentos com o porta-enxerto ‘Swingle’ ao longo do experimento.....	46
14	Sintomas detectados em algumas folhas baixas de limoeiro ‘Cravo’	55
15	Sintomas detectados em algumas folhas baixas de citrumeleiro ‘Swingle’	56
A1	Sacola de polietileno preto usada nos experimentos (a) e sua forma cilíndrica (b) assumida após enchimento com substrato.....	66
A2	Efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a salinidade média do solo (CEes) na zona radicular para várias frações de lixiviação (FL).....	68

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Caracterização físico-química do substrato orgânico.....	29
2 Caracterização química do substrato conforme os procedimentos rotineiros para análise de solo.....	30
3 Composição química do fertilizante de liberação controlada.....	30
4 Altura inicial dos porta-enxertos (27/02/2003) avaliados antes do início da experimentação.....	31
5 Tratamentos aos quais foi submetido o porta-enxerto ‘Cleópatra’	32
6 Tratamentos aos quais foi submetido o porta-enxerto ‘Cravo’	32
7 Tratamentos aos quais foi submetido o porta-enxerto ‘Swingle’	33
8 Esquema da análise de variância	35
9 Resultado da análise do extrato de saturação do substrato, por tratamento, realizada ao final do experimento.....	47
10 Alturas médias dos porta-enxertos (cm) produzidos conforme o manejo da empresa em comparação com os produzidos no experimento.....	50

11 Médias de valores tomados aos 41 DAT para: a altura do porta-enxerto (ALT), o diâmetro do porta-enxerto (D), a matéria seca das raízes (MSR), a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca total (MST) e a relação de massas secas das raízes e da parte aérea (R/PA).....	51
12 Médias de valores tomados aos 63 DAT para: a altura do porta-enxerto (ALT), o diâmetro do porta-enxerto (D), a matéria seca das raízes (MSR), a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca total (MST) e a relação de massas secas das raízes e da parte aérea (R/PA).....	52
13 Médias de valores tomados aos 85 DAT para: a área foliar (AF), a altura do porta-enxerto (ALT), o diâmetro do porta-enxerto (D), a matéria seca das raízes (MSR), o acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca total (MST) e a relação de massas secas das raízes e da parte aérea (R/PA).....	52
14 Número de folhas sintomáticas por tratamento, aos 30 DAT.....	55
15 Resultados da análise foliar para os três porta-enxertos, por tratamento.....	57

LISTA DE APÊNDICES

	Página
1 Dados do monitoramento da condutividade elétrica para os três tipos de águas de irrigação sem nitrato de cálcio.....	84
2 Dados do monitoramento da condutividade elétrica para os três tipos de águas de irrigação com nitrato de cálcio.....	85
3 Volumes e lâminas de irrigação diários e acumulados por porta-enxerto durante o experimento	86
4 Taxas de lixiviação por porta-enxerto durante o experimento	89
5 Dados do acompanhamento da condutividade elétrica da água drenada (CEdr) por tratamento ao longo do experimento.....	91
6 Valores medidos em cada parcela para os parâmetros de avaliação do desenvolvimento dos porta-enxertos aos 41 DAT e resumo da análise de variância.....	92
7 Valores medidos em cada parcela para os parâmetros de avaliação do desenvolvimento dos porta-enxertos aos 63 DAT e resumo da análise de variância.....	93
8 Valores medidos em cada parcela para os parâmetros de avaliação do desenvolvimento dos porta-enxertos aos 85 DAT e resumo da análise de variância.....	94

LISTA DE ANEXOS

	Página
A Exigências mínimas para a produção de mudas cítricas em São Paulo	61
B Resultados da análise química da água natural.....	63
C Resultados da análise química da água dessalinizada.....	64
D Resultados da análise química da água residual.....	65
E Caracterização do recipiente de cultivo.....	66
F Memória de cálculo para o nível de cálcio estudado.....	67
G Memória de cálculo para a fração de lixiviação almejada.....	68

DESENVOLVIMENTO DE TRÊS PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS UTILIZANDO ÁGUAS SALINAS

Autor: TALES MILER SOARES

Orientador: Prof. Dr. SERGIO NASCIMENTO DUARTE

RESUMO

Dentre as normas do novo sistema de produção de mudas cítricas do Estado de São Paulo, prega-se que a água de irrigação deve ser isenta de organismos comprovadamente nocivos aos citros, o que se pode garantir utilizando água tratada com cloro ou proveniente de poço tubular profundo. Considerando que as águas subterrâneas podem conter níveis significativos de sais, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o crescimento dos porta-enxertos cítricos limoeiro 'Cravo', tangerineira 'Cleópatra' e citrumeleiro 'Swingle', submetidos à irrigação com águas salinas, mensurando se o nitrato de cálcio mitiga eventuais efeitos dos íons tóxicos Na^+ e Cl^- . O experimento foi conduzido nas instalações de uma empresa produtora de mudas cítricas durante cerca três meses. Foram investigados três tipos de água: água natural (CE_a 1,19 dS m^{-1}), explorada diretamente de um poço tubular profundo, água dessalinizada (CE_a 0,02 dS m^{-1}), obtida mediante osmose reversa da água natural, e água residual (CE_a 2,11 dS m^{-1}), resultante do processo de dessalinização. Os níveis de nitrato de cálcio avaliados foram 0 e 20 meq L^{-1} , conformando-se um esquema estatístico fatorial 3 x 3 x 2 (tipo

de porta-enxerto, tipo de água e adição de nitrato de cálcio). As plantas foram desenvolvidas em sacolas plásticas preenchidas com substrato à base de casca de *Pinus*, fertilizado com adubo de liberação controlada. Os parâmetros usuais para avaliação de crescimento vegetal foram averiguados, não sendo demonstradas, pelo teste de Tukey a 5%, diferenças significativas, entre os tratamentos, decorrentes da qualidade da água, muito embora se tenha observado que esta contribuiu para o aumento da condutividade elétrica da solução do substrato (CEes) ao longo do período experimental, ultrapassando, inclusive, o valor da salinidade limiar (CEes = $1,4 \text{ dS m}^{-1}$) difundido na literatura especializada para os citros. A adição corretiva de nitrato de cálcio não incrementou o crescimento das mudas, atuando, ao contrário, negativamente nas primeiras avaliações de crescimento do sistema radicular e de engrossamento do caule. Em relação ao tipo de porta-enxerto, verificou-se maior desenvolvimento do limoeiro ‘Cravo’, seguido pelo citrumeleiro ‘Swingle’ e por último pela tangerineira ‘Cleópatra’. Não foram registrados sintomas de toxidez que pudessem ser atribuídos à absorção radicular de sódio e/ou de cloro. O curto período necessário ao crescimento dos porta-enxertos, proporcionado pelo novo sistema de produção, associado às irrigações freqüentes e suas taxas de lixiviação, além da baixa CTC da casca de *Pinus*, podem ter restringido os efeitos negativos das águas salinas investigadas.

CITRUS ROOTSTOCKS GROWTH USING SALTY WATER

Author: TALES MILER SOARES

Adviser: Prof. Dr. SERGIO NASCIMENTO DUARTE

SUMMARY

Among the norms for new systems for citrus nursery tree production in São Paulo State, Brazil, it establishes that irrigation water must be free of noxious organisms. For that, it is recommended to use treated or underground water. Considering that the underground waters can contain significant salt levels, the present work was developed with the objective of evaluating citrus rootstocks growth ('Rangpur' lime, 'Cleopatra' mandarin and 'Swingle' citrumelo), submitted to irrigation with saline waters, measuring also if calcium nitrate mitigates eventual toxic effects caused by Na^+ and Cl^- . The experiment was carried out, during about three months, in a commercial greenhouse. Three water types were investigated: natural water ($\text{CEw} = 1,19 \text{ dS m}^{-1}$), explored directly from a deep tubular well, desalinized water ($\text{CEw} = 0,02 \text{ dS m}^{-1}$), obtained by reverse osmosis from the natural water, and residual water ($\text{CEw} = 2,11 \text{ dS m}^{-1}$), resultant from desalinization process. The calcium nitrate evaluated levels were 0 and 20 meq L^{-1} , conforming to a factorial statistical design $3 \times 3 \times 2$ (rootstock type, water quality and calcium nitrate addition). Plants were developed in soft polyethylene bags filled with substrate

mainly composed of *Pinus* bark, fertilized by slow-release fertilizer. Usual parameters for plant growth evaluation were measured. According with Tukey test at 5% probability, water quality did not affect rootstocks development, although the water type have contributed to increase the electric conductivity of solution (CEes) along the experimental period, surpassing, the salinity threshold value (CEes = 1,4 dS m⁻¹) reported for citrus in specialized literature. The calcium nitrate corrective addition did not increase the plant growth, acting, to the opposite, negatively in the first evaluations of root and stem diameter development. Relative to rootstock type, it was verified larger development for 'Rangpur' lime, followed for 'Swingle' citrumelo' and last for the 'Cleopatra' mandarin. Symptoms that could be attributed to the Cl⁻ and/or Na⁺ root absorption were not registered. The short time necessary to rootstocks growth provided by new production system, associated to the frequent irrigations and its leaching rates, besides the low cation exchange capacity of *Pinus* bark, may have possibly restricted the saline waters negative effects.

1 INTRODUÇÃO

Para se manter como o maior produtor de citros, o Brasil tem disponíveis condições climáticas favoráveis e um reconhecido suporte científico, que não obstante, colocam-no na vanguarda tecnológica da citricultura mundial. Tem-se a considerar, entretanto, que as condições climáticas brasileiras beneficiam não apenas o desenvolvimento vegetal, mas também pragas e doenças, as quais, em virtude da magnitude do parque citrícola nacional, podem eventualmente adquirir ainda maiores relevâncias econômica e social.

Na história contemporânea da citricultura brasileira, a morte súbita dos citros vem causando grande preocupação aos produtores, pois cerca de 85% dos pomares estão instalados sobre limoeiro ‘Cravo’, que seria o porta-enxerto mais suscetível à doença. Na década passada, a clorose variegada dos citros levou à morte e à erradicação de milhões de plantas, causando enorme prejuízo aos citricultores.

Eventos históricos como estes indicam que a produção de mudas cítricas já seria uma atividade imprescindível tão somente pela necessidade de reposição de novas plantas aos pomares afetados. Por outro lado, tem-se a acrescentar ainda que as mudas podem ser uma das principais vias de disseminação de pragas e patógenos, conferindo à atividade um caráter também estratégico.

Neste sentido, alguns Estados do Brasil começam a implantar programas de regulamentação para a produção de mudas cítricas. Em São Paulo, a Agência de Defesa Agropecuária (ADAESP) tornou obrigatória a produção de mudas cítricas em ambiente protegido, mediante a Portaria ADAESP 1, de 10 de fevereiro de 2003. No

Estado de São Paulo, as mudanças tecnológicas na produção de mudas cítricas estabelecem, dentre outras normas, que a água de irrigação deve ser isenta de nematóides, fungos do gênero *Phytophthora* e outros patógenos comprovadamente nocivos aos citros.

Para assegurar a qualidade sanitária da água de irrigação para mudas cítricas, preconiza-se seu tratamento com cloro ou a utilização de recurso subterrâneo.

Deve-se ponderar, contudo, que embora as águas subterrâneas atendam qualitativamente aos aspectos fitossanitários para obtenção de mudas sadias de citros, sua qualidade química (concentração de sais) pode ser limitante ao desenvolvimento vegetal.

É freqüente o acúmulo de sais em solos cultivados sob ambiente protegido quando as práticas da irrigação e da fertilização são manejadas incorretamente. Como alternativa à recuperação do solo salinizado, que é dispendiosa, os produtores podem mudar a localização das estufas na propriedade ou substituir o solo de cultivo. No caso específico da produção de mudas cítricas em recipientes, o acúmulo de sais no meio de cultivo não se torna importante pelas dificuldades em se recuperá-lo, já que este é vendido com a muda. Hipotetiza-se, porém, que o desenvolvimento das mudas em meio moderadamente salino deve ser retardado, o que aumentaria o tempo para sua comercialização, reduzindo a renda operacional do produtor por área de estufa ocupada.

Os citros são classificados como sensíveis às águas salinas, mas os efeitos dessas águas sobre a citricultura parecem variar com os genótipos estudados e mesmo entre investigações, não sendo possível extrapolar para o Brasil os resultados obtidos em outros países, onde as condições climáticas e de produção são distintas, e onde se utilizam diferentes variedades como porta-enxertos e copas.

Neste sentido, tendo em vista a obrigatoriedade da produção de mudas cítricas em ambiente protegido, associada à alternativa de utilização de águas subterrâneas para sua irrigação, prevista pelo novo Programa de Produção de Mudas

Cítricas de São Paulo, torna-se necessário avaliar a influência da qualidade química da água no desenvolvimento das mudas. Considerando as premissas expostas, objetivou-se com o presente trabalho:

- Avaliar a produção de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo', tangerineira 'Cleópatra' e citrumeleiro 'Swingle', submetidos à influência de águas salinas; e

- Verificar se a aplicação de nitrato de cálcio mitiga os eventuais prejuízos da toxidez causada pelos excessos de cloro e sódio na água de irrigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da citricultura brasileira

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas, com uma produção de 20,251 milhões de toneladas, correspondente a 19,38 % da produção mundial, registrada em 2002 (FAO, 2003). No comércio internacional de suco concentrado de laranja, principal produto da citricultura, o país responde por cerca de 80% (Estanislau et al., 2001), sendo que o setor citrícola em 2000 participou com 2% do total das exportações brasileiras e com 6% entre os produtos do agronegócio.

Neves et al. (2001), analisando dados estatísticos consolidados de 1996 a 2000, revelam a importância da cadeia agroindustrial citrícola no Brasil, mediante a movimentação de recursos alocativos e distributivos, considerando a geração de empregos, a formação de capital e renda, a agregação de valor regional, a ativação do setor terciário (serviços, transporte, comércio, etc) e a interiorização do desenvolvimento, principalmente no Estado de São Paulo, onde a citricultura tem expressivo impacto na economia e na balança comercial. Informam os autores que, por produto exportado, verifica-se que o suco concentrado tem se posicionado entre os principais produtos de exportação em termos de divisas geradas e, embora pouco conhecido, por diversos anos, posicionou-se em primeiro lugar nas exportações paulistas, perdendo apenas recentemente (anos de 1999 e 2000) esta posição para a indústria aeronáutica.

2.2 Problemas fitossanitários e a produção de mudas sadias

A despeito da consolidação do maior parque citrícola do mundo em São Paulo, a produtividade dos pomares no Estado vem sendo sensivelmente prejudicada, como informam Borges et al. (2000), pela crescente incidência de patógenos, especialmente a bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da clorose variegada dos citros (CVC), o que tem provocado a erradicação de milhões de árvores nos últimos anos. Mais recentemente, a morte súbita dos citros (Müller et al., 2002), vem se alastrando rapidamente e preocupando os citricultores, especialmente porque vem sendo o limoeiro ‘Cravo’, sustentáculo de 85% dos pomares nacionais, o porta-enxerto mais suscetível à doença.

Neste cenário, a produção de mudas não apenas é importante para a renovação dos pomares afetados. Não obstante, são as mudas e outros tipos de propágulos infectados uma das principais vias de disseminação de pragas e doenças para qualquer cultura, devendo-se ressaltar, então, que a produção de mudas sadias é uma atividade de caráter também estratégico para o controle fitossanitário.

No caso específico da cultura dos citros, segundo Valle (2002), a existência de viveiros mantidos a céu aberto e de cigarrinhas transmissoras nessas áreas constituiu o principal fator para o agravamento do cenário da CVC em São Paulo. Acrescenta o autor que a comercialização de mudas infectadas provocou a disseminação da doença em regiões anteriormente não contaminadas, convergindo para um quadro de extrema gravidade.

Justamente fomentada para que se contivesse o avanço da CVC, visando também uma solução aos problemas relativos a patógenos de solo como fungos do gênero *Phytophthora* e nematóides, a Certificação de Mudas Cítricas foi instituída pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, em 1994 (CATI, 1994). Paralelamente à certificação, de caráter voluntário (Graf, 2001), era implantado também o Programa de Mudas Cítricas Fiscalizadas, que não tinha os mesmos requisitos da certificação, mas que contribuiu para a evolução da

conscientização dos produtores na adoção de medidas quarentenárias, apresentando caráter compulsório.

2.3 Atual legislação da produção de mudas cítricas

Cumprindo um calendário progressivo em relação às exigências, a partir de janeiro de 2003, conforme portaria específica, as normas estabelecidas para a produção de mudas certificadas passaram também a valer para a produção de mudas fiscalizadas. Ficou, então, proibida, a partir daquela data, a produção e comercialização de mudas produzidas em viveiros a céu aberto (Carvalho, 2003). A Agência de Defesa Agropecuária de São Paulo (ADAESP) regulamentou a partir de fevereiro de 2003, mediante a portaria ADAESP 1, que para a produção de mudas cítricas se deve atender a uma série de exigências básicas (Anexo A), as quais além de tornar compulsório a produção sob ambiente protegido, pregam o uso recipientes de cultivo e a utilização de substratos e água de irrigação livres de pragas e patógenos comprovadamente nocivos aos citros.

Visando a excelência da atividade, o novo Programa de Produção de Mudas Fiscalizadas/Certificadas (Carvalho, 2003) prevê importantes restrições aos produtores que não atenderem suas deliberações, podendo caber, em função da gravidade da infração: proibição da comercialização de produto, interdição do viveiro e do depósito, apreensão de produto, destruição de produto e multa.

2.4 Oferta de mudas inspecionadas em São Paulo

Atualmente, a demanda em São Paulo é de 12 milhões de mudas cítricas anualmente (FUNDECITRUS, 2003), mas este número pode crescer em alguns anos, segundo Mourão Filho et al. (1998), para até 30 milhões de mudas.

Os resultados da última inspeção feita pela FUNDECITRUS indicaram a presença de 10.396.680 mudas em viveiros telados, correspondentes a 99,87% das mudas inspecionadas. Considerando o número de cavaleiros em viveiros telados, 13.968.789 plântulas correspondentes a 99,55% das inspecionadas (FUNDECITRUS, 2003), tem-se a auto-sustentabilidade do Estado em mudas cítricas sadias, o que confirma, após a gravidade dos problemas fitossanitários supracitados, a capacidade de re-organização do setor citrícola paulista, mediante aportes financeiro, científico e jurídico, que conduziram ao estabelecimento de novas preconizações na cadeia produtiva a iniciar-se pela produção das mudas.

2.5 Água de irrigação para obtenção de mudas sadias

Dentre os principais requisitos para obtenção da certificação, teve-se sempre como compulsório a utilização de substrato e água de irrigação livres de patógenos (Graziano, 1998). Para atender às normas, e evitar contaminar as mudas com patógenos disseminados via água (principalmente *Phytophthora*, agente causal da gomose, e nematóides), preconiza-se o tratamento da água de irrigação com cloro a 5 ppm ou a utilização de água de poço tubular profundo (FUNDECITRUS, 2003; Oliveira et al., 2001; Graf, 2001).

Torna-se importante vislumbrar que a água subterrânea não é apenas um recurso alternativo de garantia à qualidade sanitária vegetal, tratando-se ainda de um recurso cada vez mais recorrido em decorrência da demanda hídrica pelas mais distintas atividades humanas. Neste sentido, torna-se provável que muitos produtores aceitem a alternativa de utilização de águas subterrâneas para a produção de mudas cítricas, seja na implantação dos viveiros, seja na sua adaptação à atual legislação e/ou à demanda de água.

2.6 Importância da utilização das águas subterrâneas na agricultura

Lembrando diversos pesquisadores, informam Paz et al. (2000) que as taxas de crescimento da população mundial vêm superando as taxas de crescimento da oferta de alimentos. Para fortalecer a segurança alimentar e evitar um número cada vez maior de famintos, tem-se como alternativas: aumentar a área de exploração e/ou incrementar a produtividade nas áreas já estabelecidas. Para aumentar as produtividades dos cultivos, tem-se como consenso que a irrigação é uma das mais consistentes práticas agrícolas.

Por outro lado, ressaltam Ayers & Westcot (1999), que a agricultura irrigada depende tanto da quantidade quanto da qualidade da água. No entanto, para estes autores, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização. Esta situação, todavia, está se alterando em muitos lugares. O uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade implica que, tanto nos projetos novos como nos antigos que requerem águas adicionais, tem-se que recorrer às águas de qualidade inferior, incluindo as salinas. Além disto, num cenário em que a oferta de água tende a ser limitante, segundo Paz et al. (2000), prioriza-se a utilização das águas de melhor qualidade para o abastecimento humano.

Respeitando as projeções de consumo de água, que dobraria a cada 20 anos (Maia Neto, 1997) e, atentando-se para a redução quantitativa e qualitativa das águas superficiais, tem-se como consenso que as águas subterrâneas serão cada vez mais utilizadas. Neste sentido, alertam Ayers & Westcot (1999), que para evitar problemas conseqüentes, deve existir planejamento efetivo que assegure o melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade.

2.7 Qualidade química das águas subterrâneas

Embora as águas subterrâneas possam atender qualitativamente aos aspectos fitossanitários para obtenção de mudas certificadas/fiscalizadas de citros, conforme especifica as portarias ADAESP 2 e ADAESP 3 (Carvalho, 2003), deve-se ponderar que sua qualidade química (concentração de sais) pode ser limitante ao desenvolvimento vegetal.

É sabido que as reservas subterrâneas são abastecidas por infiltração lenta das águas superficiais, através dos solos e se acomodam em camadas rochosas a diferentes profundidades, sendo mantidas, muitas vezes, sob pressão (Holanda & Amorim, 1997). Portanto, a qualidade química das águas subterrâneas depende da concentração inicial de sais na água de recarga e, principalmente, das características dos solos e das rochas que as confinam. Justamente em virtude da variabilidade espacial sobre as características do solo e da sua matriz, tem-se a variabilidade qualitativa das águas subterrâneas disponíveis.

As águas subterrâneas do Estado de São Paulo apresentam, de um modo geral, baixa salinidade e características físicas, químicas e biológicas adequadas ao abastecimento público. Há, no entanto, algumas peculiaridades na caracterização dos tipos hidroquímicos segundo os sistemas de aquíferos. Observa-se a ocorrência de águas cloretadas e/ou sulfatadas sódicas no extremo sudoeste do Estado (aquífero Botucatu¹), no aquífero² Passa-Dois, nos sedimentos litorâneos e na faixa costeira do aquífero cristalino. Predominantemente bicarbonatadas cálcicas, as águas do aquífero Botucatu, embora fracamente mineralizadas, apresentam enriquecimento salino desde a sua recarga (leste) até a região de forte confinamento (oeste). A oeste, as águas tornam-se bicarbonatadas sódicas, evoluindo no extremo sudoeste do

¹ Aquífero Botucatu é a denominação atribuída à porção do aquífero Guarany no Estado de São Paulo.

² Aquífero é toda formação geológica com capacidade de armazenar e transmitir água. Já aquífero é a denominação dada a formação geológica que pode armazenar água, mas que a transmite lentamente.

território para cloro-sulfatadas sódicas com aumento de salinização para até 650 mg L⁻¹ de resíduo seco (DAEE, 1988).

Mesmo em regiões de menor abrangência territorial, pode-se encontrar significativa heterogeneidade na qualidade química das águas. Oliveira & Salati (1981), estudando poços tubulares profundos tão somente na região de Piracicaba – SP, classificaram águas de qualidades satisfatória, utilizável e não utilizável para fins de irrigação, devendo-se registrar que as águas de pior qualidade foram principalmente ricas em cloro (concentração de até 32,4 meq L⁻¹) e sódio (concentração de até 56,5 meq L⁻¹), atingindo valores de condutividade elétrica às vezes superiores a 3 dS m⁻¹.

2.8 Meio de cultivo e tecnologia da irrigação no novo sistema de produção de mudas cítricas

A modernização do sistema de produção de mudas cítricas como interface aos seus produtores, aos consumidores e à ciência, tem demonstrado o aporte científico da citricultura brasileira, conduzido à elaboração de vários trabalhos almejando mudas cada vez mais vigorosas, mais precoces, menos onerosas e sadias.

Integrada à obrigatoriedade da produção de mudas cítricas em ambiente protegido, o que exige alto investimento em instalações (estufas, bancadas, sistema de irrigação, entre outros) (Graf, 2001), testemunha-se entre os viveiristas a necessidade de mudanças tecnológicas, destacando-se as que se devem efetuar no manejo da irrigação e das adubações. Esta modernização é necessária já que o novo programa de produção de mudas estabelece o uso de substrato e de recipientes de cultivo, fatores que, associados ao balanço energético (evapotranspiração) sob ambiente protegido, concorrem para a utilização de técnicas até então desconsideradas e, não obstante, para novos objetos de investigação.

2.8.1 Recipientes de cultivo

A produção de mudas cítricas em recipientes de cultivo sob ambiente protegido é uma técnica atribuída à Universidade da Califórnia, conforme Nauer et al. (1968), objetivando-se a produção de plântulas para programas de melhoramento. A difusão dessa técnica para viveiros comerciais norte-americanos se deu a partir de 1977 (Castle & Ferguson, 1982), em decorrência das vantagens proporcionadas em relação ao sistema tradicional de produção no solo e a céu aberto.

Estas vantagens se relacionam ao crescimento mais rápido das mudas, em substratos especialmente elaborados, ao melhor controle de infecções causadas por patógenos e pragas, ao melhor controle da nutrição, à melhor qualidade do sistema radicular pelo menor traumatismo provocado no transplante, à utilização permanente do mesmo local para produção, e ao cultivo de até 10 vezes mais plantas por unidade de área ocupada (Platt & Opitz, 1973; Moore, 1978; Castle & Ferguson, 1982; Castle & Rouse, 1990). As desvantagens mais relevantes são atribuídas: à produção de mudas relativamente menores, tornando-se necessários cuidados pós-plantio; à necessidade de transplante para recipientes maiores a fim de se evitar enovelamento de raízes, para mudas que permanecerão por mais tempo no viveiro; ao custo mais elevado das mudas devido a infra-estrutura e a maior necessidade de investimento (Moore, 1978; Castle & Ferguson, 1982).

Ainda que a nova legislação, sobre a produção de mudas cítricas, não trate das dimensões mínimas para o recipiente de cultivo, estas foram estabelecidas pela legislação precursora, na Portaria CATI-7³, de 10 de fevereiro de 1998, em 10 cm de largura e 30 cm de altura.

Recipientes plásticos rígidos com 14 a 15 cm de boca, especialmente projetados para a formação de mudas cítricas, conhecidos como citropotes (4,5 L) e citrovasos (3,8 L), podem apresentar vantagens em relação às sacolas plásticas

³Diário Oficial do Estado, Poder Executivo, Seg I, São Paulo, 108 (31) sexta-feira, 13 de fevereiro de 1998. p.12.

(perfuradas e sanfonadas), por possuírem estrias longitudinais que direcionam as raízes para o fundo, evitando o enovelamento. O emprego de sacolas plásticas, além do menor custo, tem a vantagem de se tratar de material descartável, sem necessidade de retorno e realização de lavagens e desinfestações para novos usos. Para o uso das sacolas, entretanto, deve-se observar com maior cuidado o tempo máximo de permanência das mudas, evitando-se enovelamento das raízes e a necessidade de toaletes ou cortes, que podem tornar as mudas mais suscetíveis a doenças causadas por fungos de solo (Carvalho, 1998).

Deve-se atentar também para outras características dos recipientes, como forma, largura e material de fabricação, pois influenciam a ‘capacidade de container’, ainda que a altura, conforme Fermino (2002), seja preponderante sobre as relações água-ar no substrato confinado no recipiente.

Trabalhando com sete sacolas plásticas com capacidade variando entre 3 a 5,8 L de substrato, Girardi et al. (2001a) concluíram, para a produção de mudas cítricas, pelo uso daquelas que comportam 5 L, argumentando serem mais apropriadas as de dimensões 25 x 32 cm, pois permitem melhor aeração e distribuição de luz às plantas, em comparação às de dimensões 20 x 40 cm e de mesma capacidade volumétrica.

2.8.2 Substratos para cultivo e suas propriedades

No Brasil, o substrato é um insumo relativamente novo. Produtores e viveiristas do setor de produção de plantas em ambientes protegidos já comprovaram na prática as vantagens da formação das mudas em recipientes: melhores condições fitossanitárias, menores índices de perda no campo após transplante e aumento da produtividade (Abreu et al., 2002).

Cascas compostadas de *Pinus*, areia grossa, ou uma mistura destes, são os mais comuns substratos de cultivo para mudas cítricas na África do Sul, enquanto a turfa de *Sphagnum*, sozinha ou combinada com perlita, vermiculita e grânulos de

Styrofoam predominam na América do Norte e Europa. No Brasil, as misturas mais comuns são baseadas em casca de *Pinus* compostada, turfa negra regional e vermiculita (Tavieira, 2001). O uso de fibras de coco no desenvolvimento de mudas cítricas vem sendo também empregado e investigado por pesquisadores (Tavieira, 2001; Zanetti et al., 2003).

Segundo a classificação apresentada por Martínez (2002), em função da CTC, as cascas de *Pinus*, as fibras de coco, as turfas e a vermiculita são substratos quimicamente ativos, enquanto a areia e a perlita são inertes.

Conforme Cadahía & Eymar (1992)⁴, citados por Martínez (2002), a CTC de um substrato quando inferior a 75 meq 100g⁻¹ é caracterizada como baixa; entre 75 e 100 meq 100g⁻¹ como intermediária; e acima de 100 meq 100g⁻¹ como alta. Para casca de *Pinus*, a CTC divulgada por Martínez (2002) pode ser classificada como baixa, calculada em torno de 55 meq 100 g⁻¹, o que corresponde a 5,5 meq 100 cm⁻³, considerando a densidade de 0,1 g cm⁻³ informada pelo autor.

Para fase posterior ao transplante dos porta-enxertos, o substrato mais difundido no Brasil para mudas cítricas, confeccionado à base de *Pinus*, quando analisado conforme os procedimentos de rotina para caracterização de solos, por Bernardi (1999), num ensaio de nutrição, apresentou uma CTC de 6,83 meq cm⁻³, sendo este valor determinado a partir da soma de bases. Posteriormente, a CTC, assim determinada, foi aceita por Ruschel (2002), também estudando a resposta das mudas cítricas à adubação.

No Brasil, ainda não há definições das características químicas e nem dos métodos a serem utilizados na avaliação da qualidade de substratos e componentes comerciais. A despeito desse fato, os procedimentos baseados no extrato de saturação e extrato 1: 1,5 (v/v) são indicados por possuírem boa base teórica e literatura abundante para interpretação dos dados analíticos para muitos substratos (Abreu et al., 2002).

⁴CADAHÍA, C. & EYMAR, E. Caracterización química y fisicoquímica de sustratos, *Actas de Horticultura*, v.11, p.19-25, 1992.

Segundo Abreu et al. (2002), o método do extrato de saturação é a melhor forma para avaliar a disponibilidade de nutrientes em substratos, sendo usado como método de referência em estudos de comparação de métodos. Referenciando Bunt (1986)⁵, Abreu et al. (2002) acrescentam que a maior vantagem desse método está no fato de quantificar os nutrientes prontamente disponíveis às plantas. Por outro lado, ressaltam que o extrato de saturação é bastante trabalhoso e demorado, não sendo adequado para rotina, além de resultar em dados menos reprodutíveis em função da dificuldade de se identificar o ponto final de saturação.

Diferentemente das propriedades químicas, que podem ser modificadas mediante técnicas apropriadas, as características físicas dos substratos não podem ser alteradas durante o desenvolvimento das plantas em recipientes (Cadahía, 2000; Milner, 2002).

Os métodos de determinação das relações ar-água em substratos diferem daqueles empregados para solos. As curvas de retenção de água de solos agrícolas são medidas usualmente em um amplo intervalo de sucções (0 a -1500 kPa). Entretanto, as plantas cultivadas em recipientes não podem ser submetidas a tensões hídricas elevadas devido ao volume limitado do meio em que crescem; daí a razão de se determinar as curvas de retenção, para substratos, em intervalos mais estreitos (0 a -100 kPa) (Cadahía, 2000).

Os substratos à base de casca de *Pinus*, empregados nos viveiros de mudas cítricas no Brasil, segundo Milner (2001), contêm, aproximadamente: 10% de capacidade de aeração, medida à tensão de -1 kPa, e 30% de água facilmente disponível, medida entre -1 e -5 kPa. Para esses substratos, Milner (2001) informa um valor de 60%, em volume, para 'capacidade de container', que é um conceito distinto de 'capacidade de campo', e que foi desenvolvido por White & Mastalerz (1966) para definir a umidade remanescente de um substrato, previamente saturado

⁵BUNT, A. C. Problems in the analysis of organic and lightweight potting substrates. **Hortscience**, v.21, p.229-231, 1986.

com água, e deixado a drenar totalmente até se alcançar um estado de equilíbrio, antes da evaporação.

Segundo Martínez (2002), a ‘capacidade de container’ está associada à tensão de -1 KPa, correspondendo à umidade tomada à metade da profundidade do substrato. Referenciando Handreck & Black (1999)⁶, Fermino (2002) acrescenta que a altura da camada saturada independe da altura do recipiente, após saturação e drenagem livre. Dessa desproporcionalidade, explica-se a influência da altura do recipiente sobre a umidade à ‘capacidade de container’. Assim, recipientes mais baixos apresentam maior umidade relativa que recipientes mais altos, sendo a altura da camada saturada igual para ambos. Pelo mesmo motivo, a autora elucida o fato de que a ‘capacidade de container’ é sempre maior que a ‘capacidade de campo’ para um mesmo material.

2.8.3 Fertilização do meio

Quando as mudas são produzidas em recipientes, o crescimento é influenciado pelo volume limitado e pela fertilidade do substrato, além de suas características físicas. Como demonstrado por Rezende et al. (1995), o volume de substrato pode ser compensado pelo aumento nas doses de fertilizantes adicionados.

Conforme Lemaire et al. (1989)⁷, citados por Abad et al. (1992), a capacidade de fertilização em um recipiente, em dado momento, depende da quantidade de água, limitada à capacidade de retenção do substrato, e da quantidade de nutrientes na fase líquida, limitada a uma concentração específica para cada planta (barreira fisiológica).

A solução ao problema da fertilização em recipientes de cultivo passa por: conhecer as características do substrato (físicas, químicas, físico-químicas e

⁶ HANDRECK, K. A. & BLACK, N. D. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: UNSW, 1999. 448p.

⁷ LEMAIRE, F.; DARTIGUES, A.; RIVIÈRE, L. M.; CHARPENTIER, S. **Cultures em pots et conteneurs**. Paris-Limoges: INRA-PHM Revue Horticole, 1989. 184p.

biológicas); conhecer as necessidades nutricionais das espécies vegetais, em suas etapas de desenvolvimento; e conhecer as características dos diferentes tipos de adubos e seu comportamento nas condições de emprego específicas (Abad et al., 1992).

Se a fertirrigação é permanente, a CTC do substrato não constitui vantagem alguma, sendo recomendados materiais inertes, com baixas ou nulas CTC. Por outro lado, se a fertirrigação é intermitente, é conveniente utilizar substratos com moderada a elevada CTC (Cadahía, 2000), em todo caso superior a 20 meq 100g⁻¹ (Abad et al., 1992).

Como explica Cadahía (2000), uma elevada CTC aumenta a eficiência da aplicação dos fertilizantes de base durante o processo de fabricação do substrato. Para o autor, quando se usam substratos com baixa CTC, os fertilizantes são aplicados normalmente por meio do sistema de irrigação (fertirrigação).

Para Cadahía (1995), consegue-se freqüentemente um crescimento ótimo das plantas sobre substratos orgânicos, quando uma aplicação moderada de adubos de liberação controlada é complementada com a fertirrigação. Para o caso específico da produção de mudas cítricas em São Paulo, quando se utiliza substrato à base de casca de *Pinus* com vermiculita, Girardi et al. (2001b) recomendam a aplicação de NPK 22-04-08, na forma de fertilizante de liberação lenta, em dose de 2,5 kg m⁻³.

Boaventura (2003), investigando a marcha de absorção de nutrientes e a curva de crescimento de mudas cítricas submetidas a dois tipos de manejo da adubação, quais sejam, a fertirrigação e aplicação de fertilizantes de liberação controlada (formulação 22-04-08, dosado em 2,4 kg m⁻³), encontrou melhor eficiência de manejo, com melhor disponibilidade de nutrientes às plantas, mediante a fertirrigação. Conforme o autor, o manejo com fertilizante de liberação controlada foi prejudicado pelas condições climáticas, que conduziram à rápida difusão dos nutrientes para o meio de cultivo, o que associado às taxas de lixiviação empregadas conduziram ao esgotamento do meio de cultivo, tornando necessária posterior complementação nutricional.

A distribuição dos nutrientes no substrato está condicionada pela colocação dos emissores de irrigação e pelo manejo da água de acordo com a taxa de transpiração do cultivo e a absorção mineral. Uma dosagem de água adequada à capacidade de retenção do substrato deve permitir uma distribuição homogênea de nutrientes no volume do substrato. Se a irrigação é deficiente, podem ser gerados gradientes verticais de condutividade elétrica⁸, com valores mais elevados na base do recipiente, o que pode diminuir o volume disponível para as raízes (Martínez, 2002).

2.8.4 Manejo da irrigação

No emprego de substratos com elevada porosidade total e alta capacidade de aeração, o problema é como conseguir uma disponibilidade suficiente de água em todo momento, sem grandes perdas por drenagem, em sistemas abertos. Dada a importância de conseguir uma homogênea distribuição de água e nutrientes em todo o volume do substrato, se recomenda como prática usual a irrigação em excesso, que por um lado assegura que a solução chegue a todas as partes, compensando irregularidades da irrigação e, por outro, retira restos de solução anterior, cujo equilíbrio iônico tenha sido modificado pela absorção seletiva das plantas (Martínez, 2002).

Segundo Martínez (2002), considera-se que o excesso de água deve alcançar um mínimo de 15 a 20%. Já Milner (2001) refere-se à fração de lixiviação abordando tão somente a prevenção ao acúmulo de sais na zona radicular, ressaltando, assim como fazem Ayers & Westcot (1999), que o montante extra a aplicar depende da qualidade da água e da sensibilidade das plantas aos sais.

Em viveiros para mudas cítricas, a fração de lixiviação usualmente aplicada está entre 10 e 20%, sendo este meio de manejar a irrigação, com controle da salinidade no substrato, amplamente difundido em Israel e outros países, dada sua

⁸ Parâmetro que serve para avaliar a quantidade de sais dissolvidos na água, em soluções e substratos.

simplicidade, rapidez e eficiência (Milner, 2001). Olic et al. (2001) observaram maior desenvolvimento de mudas cítricas com aplicação de 100 ou 125% de água em volumes relativos ao necessário para saturação do substrato.

Além do uso da fração de lixiviação, Milner (2002) apresenta a pesagem dos recipientes de cultivo e a tensiometria como ferramentas para o manejo da irrigação em substratos. Segundo o autor, a pesagem dos recipientes permite acompanhar *in situ* o consumo de água ao longo do dia, o que indica, ao se estabelecer um peso mínimo, o ‘quando’ irrigar. Em relação a tensiometria, o mesmo autor, em 2001, alertou para a utilização de tensiômetros especialmente feitos para trabalhar em baixas tensões, citando os eletrônicos e também aqueles que apresentam forma de ‘L’, pois melhoram a área de contato da cápsula cerâmica com o substrato.

O sistema de irrigação preconizado para produção de mudas cítricas certificadas é o gotejamento (Borges et al., 2000), que evita molhar a parte aérea das plantas, prevenindo a incidência de patógenos, e que proporciona alta eficiência de aplicação de água, sendo também aproveitado para aplicação de fertilizantes (fertirrigação).

Outra importante vantagem da irrigação localizada, apontada por Vermeiren & Jobling (1980), é a possível utilização de águas salinas, pois permite aplicações de água freqüentemente, mantendo o solo a uma tensão de sucção de água muito baixa, de forma que a concentração de sais no extrato de saturação do solo fique abaixo dos limites perigosos às culturas. Além disso, evita as queimaduras das folhas, ocasionadas quando se asperge água salina.

Proporcionar poucas perdas de água é um benefício insofismável do gotejamento, mas que pode favorecer a acumulação de sais (provenientes da água e dos fertilizantes) no meio de desenvolvimento das plantas, quando não se adota uma fração de lixiviação. Ressalva-se ainda que o cultivo em substratos tem como importante desvantagem, conforme Milner (2002), a baixa capacidade tampão, o que significa baixa tolerância a erros no manejo da irrigação e da fertirrigação, e exigindo, portanto, monitoramento constante.

2.9 Salinidade e citricultura

Organizando informações, Cadahia (2000) aponta como causas do aumento da salinidade em substratos: a presença de fertilizantes insolúveis, como os de liberação controlada, quando se degradam para produzir nitratos, ou ainda quando liberam sais mediante difusão, em uma quantidade superior às absorvidas ou lixiviadas; a concentração de sais dissolvidos na água de irrigação ou na solução fertilizante, quando superior às quantidades absorvidas pela planta ou perdidas por lixiviação; e a elevada CTC do substrato, com concomitante decomposição ao longo do cultivo, liberando nutrientes. Como forma de atenuar os efeitos da salinidade, o autor recomenda: manter sempre úmido o substrato; jamais aplicar fertilizantes em pó ou soluções fertilizantes com elevada concentração iônica quando o solo estiver seco; e reduzir o estresse das plantas mediante sombreamento e incremento da umidade relativa.

A resposta das plantas à salinidade depende de sua idade, das condições ambientais, das práticas de manejo de cultivo e das características da espécie (ASCE, 1990).

Diversos pesquisadores já atentaram para a necessidade de se investigar os efeitos da irrigação com água salina sobre as frutas cítricas e o meio-ambiente. Apesar de tratar-se de um objeto de estudo identificado desde 1937, quando Oppenheimer fez os primeiros relatos da influência dos sais na citricultura, trabalhos recentes demonstram a importância estratégica de seu aprofundamento para a sustentabilidade dos cultivos em países como Estados Unidos (Zekri & Parsons, 1992; Romero-Aranda & Syvertsen, 1996), Israel (Levy et al., 1999), Espanha (Bañuls & Primo-Millo, 1995; García-Sánchez, 2000), Austrália (Morinaga & Sykes, 2001; Storey, 1995), Japão (Yang et al., 2002), Turquia (Hepaksov et al., 2002; Çan et al., 2002) e Jordânia (Abu-Awwad, 2001). Na maioria destes países, o tema torna-se bastante importante devido às condições climáticas favoráveis à salinização dos solos e também devido à disponibilidade de água salina. No Brasil, pela mesma

razão, Cruz et al. (2001) estudaram a influência da salinidade sobre o crescimento do limoeiro 'Cravo', justificando seus esforços na presença de áreas salinizadas e potencialmente sujeitas à salinização, encontradas no Nordeste do País. Em quase todos os casos, porém, a salinidade é avaliada mediante aplicações de cloreto de sódio (NaCl) na água de irrigação, em detrimento da utilização das águas salinas encontradas na natureza.

Maas & Hoffman (1977) definiram que a relação entre salinidade e produção pode ser expressa como uma função de resposta linear negativa em níveis de salinidade acima do limite crítico. Compilando dados de outros pesquisadores, tipicamente obtidos com tratamentos por mais de 2 a 4 anos, com vários níveis de salinidade, Maas (1993) relatou uma salinidade limiar (condutividade elétrica do extrato de saturação) e um declínio (% de redução da produção por 1 dSm⁻¹ aumentado na salinidade acima do limite) de, respectivamente, 1,4 dSm⁻¹ e 13 % para citros.

As frutas cítricas são classificadas como sensíveis aos sais (Ayers e Westcot, 1999) devido à toxidez específica do cloro (Cl⁻) e/ou do sódio (Na⁺) e ao efeito osmótico causado pela alta concentração de sais (Storey & Walker, 1999). O cloro (Cl⁻) e o sódio (Na⁺) são os dois íons tóxicos que podem se acumular nas folhas de frutas cítricas sob condições salinas (Levy et al., 1999), sendo que a habilidade de fruteiras cítricas em se desenvolver em solos salinos está geralmente associada com a 'exclusão' mais do que a 'tolerância' aos íons nas folhas (Storey & Walker, 1999). Ao termo 'exclusão', entende-se a capacidade dos genótipos em evitar o acúmulo de íons tóxicos, o que é regulado por mecanismos fisiológicos. Por sua vez, a tolerância, conforme Storey & Walker (1999), refere-se à resistência aos sais já acumulados.

Como demonstrado por Bañuls et al. (1991), a quantidade de íons tóxicos (Na⁺ e Cl⁻) acumulada pelas plantas cítricas, quando se utiliza água salina, pode ser diminuída pela aplicação de nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂ 2H₂O), o que melhoraria o desenvolvimento das plantas.

Conforme Storey & Walker (1999), a literatura mostra que há considerável diversidade na resistência aos sais dentro do gênero *Citrus* e entre espécies aparentadas, mas que existe também exemplos de inconsistência na classificação de porta-enxertos, como observado por Maas (1993), o que pode ser devido às diferenças nas condições experimentais e também a possíveis causas genéticas.

Em citros, o sistema radicular tem uma influência pronunciada sobre a quantidade acumulada de Cl^- , Na^+ ou ambos os íons nas folhas de plantas enxertadas e não-enxertadas (Storey & Walker, 1999). Lloyd et al. (1989) informam que a copa parece ter efeito quando os porta-enxertos são pouco eliminadores dos íons tóxicos.

2.10 Variedades cítricas estudadas

Considerando a amplitude de sensibilidade das variedades cítricas à salinidade, tem-se a possibilidade de direcionar a utilização de águas salinas para as combinações de porta-enxerto/copa mais tolerantes, preservando as águas doces para as combinações sensíveis. Identificar combinações tolerantes é a temática de diversos trabalhos visando pomares produtivos em áreas salinizadas (Gallasch & Dalton, 1989; Lloyd et al., 1990; Nieves et al., 1990; Nieves et al., 1991; Zekri & Parsons, 1992; Levy & Shalhevet, 1990; García-Legaz et al., 1993; Bañuls & Primo-Millo, 1995; Levy et al., 1999). Além disso, a suscetibilidade à salinidade é um importante parâmetro para avaliação de genótipos em programas de melhoramento (Forner & Forner-Giner, 2002), sendo que, especificamente, já se desenvolve trabalhos de melhoramento de *Citrus* para a menor suscetibilidade aos sais (Tozlu et al., 2002), partindo do conhecimento que a habilidade dos genótipos em 'excluir' íons de Cl^- e Na^+ é uma característica hereditária (Sykes, 1992).

Em São Paulo, a produção de mudas cítricas não visa atender casos em que a citricultura é efetivada sob condições salinas. Portanto, a produção de combinações de variedades tolerantes aos sais atenderia tão somente onde houvesse exploração de

águas salinas e não ao mercado consumidor. Neste sentido, trabalhos precisam ser conduzidos, sobretudo, para avaliar o sucesso da utilização de águas salinas para produção de mudas das variedades requeridas pelo mercado, independente da existência de materiais menos suscetíveis aos efeitos dos sais.

Os principais porta-enxertos utilizados na citricultura brasileira são: limoeiro ‘Cravo’, limoeiro ‘Rugoso’, limoeiro ‘Volkameriano’, laranjeira ‘Caipira’, tangerineira ‘Cleópatra’, tangerineira ‘Sunki’, *Poncirus* ‘Trifoliata’, citrumeleiro ‘Swingle’ e tangelo ‘Orlando’ (Carvalho, 2001). Já as variedades copa mais importantes para a industrialização de suco concentrado de laranja são (Estanislau et al., 2001): ‘Pêra’, ‘Valência’, ‘Natal’ e ‘Hamlin’.

O limoeiro ‘Cravo’, destacado dentre os demais porta-enxertos pelo alto vigor e tolerância à seca (Carvalho, 2001), é o principal porta-enxerto brasileiro, mas evidências têm sugerido seu relacionamento com a morte súbita dos citros, sendo divulgado que a convivência com mais esta doença pode depender da substituição desse porta-enxerto por outros não afetados (Müller et al., 2002).

Plantas enxertadas sobre tangerineira ‘Cleópatra’ e citrumeleiro ‘Swingle’ não parecem ser afetadas pela morte súbita (Müller et al., 2002), sendo ambos bastante indicados para substituição do ‘Cravo’, especialmente para pomares livres de estresse hídrico prolongado. Uma importante restrição para o uso do ‘Swingle’ é sua incompatibilidade com a ‘Pêra’, principal variedade copa de laranjeira no Brasil. Já a ‘Cleópatra’ tem como desvantagem proporcionar o início da produção muito tardiamente.

A despeito das inconsistências apontadas por Maas (1993) na classificação de genótipos cítricos em relação à sua sensibilidade aos sais, tem-se reportado constantemente o limoeiro ‘Cravo’ e a tangerineira ‘Cleópatra’ como dos menos suscetíveis aos sais (Storey & Walker, 1999), tanto pela ‘exclusão’ de íons Cl^- quanto pela de Na^+ . Por outro lado, a laranjeira trifoliata (*Poncirus trifoliata*) e seus híbridos, incluindo o citrumeleiro ‘Swingle’, são considerados ineficientes

‘eliminadores’ de Cl^- , mas bons ‘eliminadores’ de Na^+ em baixa salinidade (Zekri & Parsons, 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no município de Rio Claro – SP, em estufas da empresa Citrograf Mudas⁹ (Figura 1), obedecendo-se a todas as normas exigidas pelo Programa de Certificação de Mudanças Cítricas vigente no Estado de São Paulo e respeitando as práticas de manejo da empresa, sem detrimento das interferências necessárias às validações científicas. A empresa está localizada na zona rural de Rio Claro, sendo circunscrita por plantação de eucaliptos, o que lhe distancia de pomares cítricos.

Figura 1 - Vista aérea das estufas da Citrograf Mudas em Rio Claro-SP

⁹ A Citrograf Mudas é uma empresa tradicional na produção de mudas cítricas, e integrante fundadora da Vivecitrus, Associação Paulista dos Viveiros Certificados de Citros.

A cidade de Rio Claro está situada no Centro-Leste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 22° 05' e 22° 40' S, 47° 30' e 47° 55' W. Segundo Monteiro (1973), o clima da região pode ser considerado tropical com duas estações definidas - Cwa na classificação de Koeppen, ou seja, seca no inverno (w), apresentando mês mais quente com temperatura superior a 22°C (a), ou tropical alternadamente seco e úmido, controlado por massas tropicais e equatoriais, que predominam em mais de 50% do ano. A temperatura média do mês mais frio varia entre 3°C e 18°C. As temperaturas médias anuais situam-se entre 18,1 e 20,9°C (Troppmair, 1992). Os ventos dominantes provêm dos quadrantes S e SE.

A estufa cedida para instalação (Figura 2) dos experimentos tem 2650m²; é coberta por filme plástico transparente, apresentando laterais protegidas por telas antiafídicas, de malha 1mm², levantadas sobre muretas de concreto que se elevam a 0,3 m do chão. O acesso à estufa é restrito e resguardado por uma ante-câmara, onde há um pedilúvio. As bancadas são de concreto armado, erguidas a 0,4 m do solo, tendo a capacidade de comportar 8 mudas ensacadas em 1,30 m de largura. Os experimentos foram conduzidos no centro de bancadas localizadas no meio da estufa. Deve-se registrar ainda, que a estufa durante todo período experimental, esteve ocupada plenamente, e com plantas transplantadas com mesmo porte e na mesma data das plantas investigadas, estando o experimento protegido do 'efeito oásis'.

Figura 2 - Vista do interior da estufa utilizada na experimentação

3.2 Recurso hídrico explorado

A água utilizada na unidade de Rio Claro da Citrograf Mudas é de origem subterrânea. Receando¹⁰ prejuízos ao crescimento das mudas, a empresa adquiriu um equipamento de osmose reversa para dessalinizar a água, obtida de um poço tubular profundo, antes de utilizá-la na irrigação. As análises das águas utilizadas são apresentadas nos Anexos B, C e D.

É possível que a água encontrada seja oriunda do aquífero Passa Dois, que, conforme DAEE (1988), é constituído de bancos de lamitos, folhetos e calcários, interpostos entre os aquíferos Botucatu e Tubarão, exercendo regionalmente um papel passivo quanto à circulação de águas subterrâneas. Nos poços que atravessam o Passa Dois há ocorrência de águas impróprias para o consumo humano e para irrigação, com teores freqüentemente excessivos de sulfatos, cloretos e carbonatos.

3.3 Meio de cultivo

Os porta-enxertos destinados ao experimento foram desenvolvidos em tubetes plásticos em formato de tronco de cone (Figura 3), sendo transplantados, em 19/02/2003, para sacolas cilíndricas de polietileno preto (25 x 32 cm; Anexo E), com capacidade para 5 L (Girardi et al., 2001a), as quais foram preenchidas com 2,5 kg de substrato comercial à base de casca de *Pinus*.

Para adubação do meio de cultivo, utilizou-se fertilizante de liberação lenta na formulação de 22-04-08 com micronutrientes, aplicado na dosagem de 2,46 kgm⁻³ (Girardi et al., 2001b). Os grânulos do fertilizante foram posicionados na parte superior do meio de cultivo (Figura 4), sendo cobertos por uma camada extra de

¹⁰ Considerando a salinidade limiar (CEes = 1,4 dS m⁻¹) indicada por Maas (1993) para citros.

substrato, de modo que as sacolas passaram a comportar, em média, 2,80 kg de substrato, à umidade de comercialização do produto.

Figura 3 - Plântula de citrumeleiro 'Swingle' em tubete

Figura 4 - Detalhe da concentração do fertilizante na parte superior do meio de cultivo

Conforme dados do fornecedor, o substrato utilizado é composto por cascas de *Pinus* estabilizadas (60%, base volume), vermiculita expandida média (30%, base volume), carvão vegetal granulado (10%, base volume) e NPK com micronutrientes, apresentando densidade absoluta igual a $0,50 \text{ g cm}^{-3}$. A umidade de comercialização do produto varia de 50 a 55% (base peso), sendo a capacidade máxima de retenção de água divulgada de pelo menos 150% (base peso). A condutividade elétrica (diluição 2:1, substrato: água) especificada é de 1 a 2 dS m^{-1} , estando o pH garantido entre 5,5 e 6,2. Na Tabela 1 são mostrados os resultados da análise físico-química do substrato, analisado como adubo orgânico. O substrato também foi analisado conforme os procedimentos de rotina para solo, sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

O fertilizante de liberação controlada (Figura 5) é formado por grânulos secos de nutrientes, os quais são encapsulados dentro de camadas múltiplas de resina polimérica. A água penetra através da cobertura permeável e dissolve o núcleo de nutrientes. A pressão osmótica resultante dentro do grânulo libera os nutrientes através da cápsula para o meio de cultivo. Segundo o fabricante, a umidade não altera a liberação do produto, sendo exclusivamente a temperatura do meio o fator externo ambiental que a afeta. Diminuindo-se a temperatura do meio, diminui-se a liberação. A longevidade do produto, ao contrário da liberação, é dependente das práticas culturais adotadas e das condições climáticas (temperatura principalmente). À temperatura média de $21,1^{\circ}\text{C}$ no meio de cultivo, a longevidade do produto é garantida por oito a nove meses. A Tabela 3 traz os resultados da análise química do fertilizante.

Tabela 1 . Caracterização físico-química do substrato orgânico *

Determinações	Umidade Natural	Base Seca (110 °C)
pH em CaCl ₂ 0,01M	5,8	-
Densidade absoluta	0,58 g cm ⁻³	-
Umidade perdida a 60-65 °C	49,41%	-
Umidade perdida entre 65 e 110 °C	3,09%	-
Umidade total	52,50%	0,00%
Matéria orgânica total (combustão)	25,25%	53,16%
Matéria orgânica compostável	23,03%	48,48%
Matéria orgânica resistente a compostagem	2,22%	4,67%
Carbono total (orgânico e mineral)	14,03%	29,54%
Carbono orgânico	12,79%	26,93%
Resíduo mineral total	22,25%	46,84%
Resíduo mineral insolúvel	13,57%	28,57%
Resíduo mineral solúvel	8,68%	18,27%
Nitrogênio total	0,27%	0,57%
Fósforo (P ₂ O ₅) total	0,32%	0,67%
Potássio (K ₂ O) total	0,14%	0,29%
Cálcio (Ca) total	0,92%	1,94%
Magnésio (Mg) total	0,85%	1,79%
Enxofre (S) total	0,25%	0,53%
Relação C/N (C total e N total)	51;1	51;1
Relação C/N (C orgânico e N total)	47;1	47;1
Cobre (Cu) total	20 mg kg ⁻¹	42 mg kg ⁻¹
Manganês (Mn) total	120 mg kg ⁻¹	253 mg kg ⁻¹
Zinco (Zn) total	53 mg kg ⁻¹	112 mg kg ⁻¹
Ferro (Fe) total	11.911 mg kg ⁻¹	25.076 mg kg ⁻¹
Boro (B) total	5 mg kg ⁻¹	11 mg kg ⁻¹
Sódio (Na) total	225 mg kg ⁻¹	474 mg kg ⁻¹

* Análise realizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas – ESALQ/USP.

Tabela 2 . Caracterização química do substrato conforme os procedimentos rotineiros para análise de solo*

pH	M.O	P	S	K	Ca	Mg	Al	(H + AL)	Mn	Zn	Fe	B	Cu
CaCl ₂ g dm ⁻³		mg dm ⁻³				mmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³		
5,5	181	693	1560	7,8	395	125	2	47	21,3	7,1	121	2,5	2,6

*Análise realizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas – ESALQ/USP.

Tabela 3 . Composição química do fertilizante de liberação controlada*

Elemento	Especificações do fabricante	Análise do laboratório
Nitrogênio total	22,00%	22,38%
Fósforo (P ₂ O ₅ em CNA + água)	4,00	4,11%
Potássio (K ₂ O em água)	8,00%	8,66%
Magnésio	1,00%	1,49%
Enxofre	3,00%	4,32%
Ferro	1,00%	1,10%
Manganês	0,1%	0,06%
Cobre	0,05%	0,05%
Zinco	0,05%	0,04%
Boro	0,02%	0,01%
Molibdênio	0,001%	**

*Análise realizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas – ESALQ/USP.

**Elemento não analisado

Figura 5 - Grânulos do fertilizante de liberação controlada, utilizado no experimento

No transplântio, somente foram utilizadas mudas previamente selecionadas quanto ao porte (Tabela 4), garantindo-se a uniformidade fenotípica para todos os porta-enxertos avaliados, antes da efetivação dos tratamentos propostos. Atentou-se também para a não utilização de plantas zigóticas, visando a homogeneidade dos genótipos.

As plantas foram desbrotadas freqüentemente para se desenvolver em caule único e, conforme o calendário da empresa e preconização técnica (Graf, 1999), foram efetivadas aplicações preventivas com defensivos e fertilizantes, via foliar. Durante todo o período experimental não foram registrados quaisquer sintomas de deficiência mineral.

Tabela 4 . Altura inicial dos porta-enxertos (27/02/2003) avaliados antes do início da experimentação

Porta- enxerto	Altura média (cm)	Desvio padrão (cm)	Coefficiente de Variação (%)
Limoeiro ‘Cravo’	27,79	0,50	1,82
Tangerineira ‘Cleópatra’	28,47	0,43	1,51
Citrameleiro ‘Swingle’	28,28	0,40	1,40

3.4 Tratamentos

As plantas dos porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), tangerineira ‘Cleópatra’ (*C. reshni* Hort. ex Tan.) e citrumeleiro ‘Swingle’ (*C. paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* [L.] Raf.), após 20 dias de seu transplântio (10/03/2003), foram submetidas por 66 dias (até 15/05/2003) aos seguintes níveis de condutividade elétrica na água de irrigação: 0,02; 1,19; 2,11 dS m⁻¹. Avaliou-se, concomitantemente, os efeitos da adição de nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂.2H₂O) às águas de irrigação, conforme os tratamentos demonstrados nas Tabelas 5, 6 e 7, e nos quais está fixado em 20 meq L⁻¹ a concentração de nitrato de cálcio (Anexo F).

Tabela 5 . Tratamentos aos quais foi submetido o porta-enxerto ‘Cleópatra’

Tratamento	Tipo de água para irrigação	CEa
Testemunha Absoluta (T1)	Água doce	0,02
Testemunha Relativa (T2)	Água doce com Nitrato de Ca ⁺²	2,13
T3	Água natural	1,19
T5	Água natural com Nitrato de Ca ⁺²	2,83
T4	Água residual	2,11
T6	Água residual com Nitrato de Ca ⁺²	3,66

Tabela 6 . Tratamentos aos quais foi submetido o porta-enxerto ‘Cravo’

Tratamento	Tipo de água para irrigação	CEa
Testemunha Absoluta (T7)	Água doce	0,02
Testemunha Relativa (T8)	Água doce com Nitrato de Ca ⁺²	2,13
T9	Água natural	1,19
T11	Água natural com Nitrato de Ca ⁺²	2,83
T10	Água residual	2,11
T12	Água residual com Nitrato de Ca ⁺²	3,66

Tabela 7 . Tratamentos aos quais foi submetido o porta-enxerto ‘Swingle’

Tratamento	Tipo de água para irrigação	CEa
Testemunha Absoluta (T13)	Água doce	0,02
Testemunha Relativa (T14)	Água doce com Nitrato de Ca^{+2}	2,13
T15	Água natural	1,19
T17	Água natural com Nitrato de Ca^{+2}	2,83
T16	Água residual	2,11
T18	Água residual com Nitrato de Ca^{+2}	3,66

A condutividade elétrica de $1,19 \text{ dS m}^{-1}$ é naturalmente encontrada na água subterrânea explorada na área experimental (Apêndice 1, Anexo B) e, conforme o processo de osmose reversa (Figura 6), utilizada para dessalinizá-la, produz-se a água com condutividade elétrica de $0,02 \text{ dS m}^{-1}$ (Apêndice 1, Anexo C). Como sub-produto do processo de dessalinização, tem-se a água residual com concentração iônica majorada, e de condutividade elétrica de $2,11 \text{ dS m}^{-1}$ (Apêndice 1, Anexo D). A adição de nitrato de cálcio às águas dessalinizada, natural e residual resulta nos seguintes níveis de condutividade elétrica: $2,13 \text{ dS m}^{-1}$, $2,83 \text{ dS m}^{-1}$ e $3,66 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Apêndice 2).

Figura 6 . Equipamento de osmose reversa utilizado para dessalinização da água natural.

3.5 Delineamento estatístico adotado

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com 18 tratamentos arranjados em esquema fatorial de $3 \times 3 \times 2$ (porta-enxertos x qualidade química da água x aplicação de nitrato de cálcio), com 6 repetições. Cada parcela foi representada por 8 mudas ensacoladas. As plantas a serem avaliadas destrutiva e periodicamente foram sorteadas entre as plantas úteis de cada parcela. Visando preservar as características de stand comercial, em seus lugares foram repostas

plantas do mesmo porte. A análise estatística foi efetuada pelo programa SAS, sendo a comparação das médias realizada pelo teste de Tukey a 5% quando a razão F de Snedecor acusava possível significância a 5%. A Tabela 8 apresenta o esquema da análise de variância.

Tabela 8 . Esquema da análise de variância

Causas da variação	Nº de graus de liberdade (G.L.)
Blocos	5
Tratamentos	17
Nitrato de Cálcio (Ca^{+2})	1
*Qualidade química da água (CEa)	2
Porta-enxerto (P.E.)	2
Ca^{+2} x CEa	2
Ca^{+2} x P.E.	2
CEa x P.E.	4
Ca^{+2} x CEa x P.E.	4
Resíduo	85
Total	107

*O parâmetro adotado para expressão da qualidade da água foi a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

3.6 Controle da irrigação

O controle da irrigação foi efetuado para cada tipo de porta-enxerto separadamente, mediante a pesagem (Figura 7) das sacolas para o cálculo da evapotranspiração diária, utilizando-se para tanto apenas plantas irrigadas com água dessalinizada (Testemunha Absoluta). O volume de irrigação calculado, inicialmente com a eq. (1), que considera uma fração de lixiviação de 20%, e, posteriormente,

com a eq. (2), na qual a fração de lixiviação não é computada, foi medido em recipientes, previamente calibrados mediante utilização de uma proveta, e então entornado parcimoniosamente no substrato de cultivo, praticamente sem contato com as folhas. A velocidade da operação foi controlada pelo volume de irrigação e também pela umidade atual do substrato, que se mostrou hidrofóbico quando seco, requerendo neste caso mais parcimônia.

$$VI = \frac{(Cc - Pa)}{(1 - FL)} \quad (1)$$

$$VI = Cc - Pa \quad (2)$$

em que:

VI = volume de irrigação, mL;

Cc = peso da sacola com substrato na ‘capacidade de container’, g;

Pa = peso atual da sacola antes da irrigação, g;

FL = fração de lixiviação, decimal.

A transformação do volume aplicado em lâmina de irrigação foi efetuada mediante a eq. (3), considerando a área determinada conforme Anexo E.

$$LI = \frac{VI}{A} \quad (3)$$

em que:

LI = lâmina de irrigação, mm;

VI = volume de irrigação, L;

A = área da superfície do substrato na sacola, m².

Adaptou-se nos recipientes de cultivo, um sistema de coleta para a água drenada, consistindo de um saco plástico transparente, cujo orifício de descarga era vedado dobrando-se o próprio plástico e segurando as dobras com pregador (Figura 8). Em um dos seis blocos, avaliava-se o volume drenado por porta-enxerto, o que permitiu aferir as taxas de lixiviação usando a eq. (4).

Figura 7 - Balança utilizada para pesagem das mudas

Figura 8 - Sistema de coleta para água drenada

$$P_p = \frac{V_d}{V_I} \times 100 \quad (4)$$

em que:

P_p = taxa de lixiviação, %;

V_I = volume de irrigação, mL;

V_d = volume drenado, mL.

3.7 Monitoramento da salinização

A salinização do substrato foi monitorada mediante análise do lixiviado obtido no aparato de coleta da drenagem. Periodicamente, foram coletadas amostras das repetições, as quais constituíram amostras compostas para cada tratamento, sendo a análise de condutividade elétrica efetuada em aparelho portátil.

Ao final do período experimental, avaliou-se a salinização do substrato mediante a medição da condutividade elétrica, do pH e das concentrações de cálcio, de cloro e de sódio do extrato de saturação, também utilizando amostras compostas de todas as repetições para cada tratamento.

A obtenção do extrato de saturação seguiu a metodologia de Warncke (1990), com algumas modificações: em aproximadamente 500 cm³ de substrato, adicionou-se água destilada, efetuando a homogeneização da mistura com espátula, até se observar o ponto de saturação (distinguido em função do brilho superficial e do deslizamento da pasta sobre espátula). Esperou-se cerca de uma hora para conferir a estabilidade da umidade e a necessidade de adição de mais água ou substrato. Após três horas de repouso, a pasta foi transferida para um funil de Buckner contendo papel filtro e adaptado a um frasco coletor que era submetido a vácuo. Aplicada a sucção por 30 minutos, obteve-se cerca de 70 mL de extrato. O pH e a condutividade

elétrica foram medidos diretamente nas soluções. As concentrações de cálcio e de sódio foram avaliados mediante espectrofotometria de absorção atômica, enquanto o cloreto mediante o método argentométrico.

3.8 Avaliação do desenvolvimento das mudas

O experimento foi avaliado em três épocas, caracterizadas em DAT (dias após o transplante): 41 DAT, 63 DAT e 85 DAT, as quais correspondem, respectivamente a 22, 44 e 66 dias de condicionamento aos tratamentos. Durante estas épocas foram mensurados, mediante amostragem simples nos blocos, os seguintes parâmetros: altura da muda, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca das folhas, massa seca do caule, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total e relação raiz/parte aérea.

Tão logo coletadas as plantas, media-se sua altura com uma régua graduada, considerando o nível do substrato e a ponta do caule como referências. Em seguida, mensurava-se o diâmetro do caule em paquímetro digital (precisão de 0,01 mm), a um cm do nível do substrato. As folhas eram então destacadas e levadas rapidamente a um integrador de área para medição de sua área foliar. Procedia-se a lavagem das raízes de todas as plantas, oportunidade em que se coletavam amostras de substrato para análise. Após obtenção de valor constante, em estufa a 60 °C, obtinha-se as massas da matéria seca das folhas, do caule, da parte aérea, do sistema radicular e da planta como um todo.

Ao final do experimento também foram avaliados, a partir de amostragem composta, as concentrações foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cloreto e sódio, seguindo as seguintes metodologias:

Sódio: após extração por digestão nitro-perclórica, este elemento foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica;

Potássio, Cálcio e Magnésio: após extração por digestão nitro-perclórica, estes elementos foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, sendo o Ca e Mg em solução de lantânio 0,1%;

Enxofre: após extração por digestão nitro-perclórica, o enxofre orgânico foi oxidado a sulfato e precipitado pela adição de cloreto de bário. Logo em seguida, determinado colorimetricamente e/ou turbidimetricamente;

Fósforo: após extração por digestão nitro-perclórica, o fósforo total foi determinado colorimetricamente pelo método do vanatado-molibdato de amônio;

Nitrogênio: determinado por destilação, pelo método Kjeldahl. O presente método determina o nitrogênio amoniacal total. O nitrogênio orgânico é convertido a sulfato de amônio, por meio da oxidação da matéria orgânica em H_2SO_4 . Em meio alcalino, a amônia é destilada e recebida em solução de ácido bórico, com indicadores apropriados, sendo depois titulada com solução de ácido sulfúrico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Lâminas aplicadas e taxas de lixiviação

Analizando-se a Figura 9 e o Apêndice 3, verifica-se que as mudas de limoeiro ‘Cravo’ demandaram maiores lâminas de irrigação que as de tangerineira ‘Cleópatra’ e as de citrumeleiro ‘Swingle’, sendo que para estes dois últimos porta-enxertos se repôs praticamente o mesmo montante de água requerida ao longo do período experimental. As lâminas diárias repostas ao limoeiro ‘Cravo’, à tangerineira ‘Cleópatra’ e ao citrumeleiro ‘Swingle’ foram, em média, respectivamente: 5,27 mm d⁻¹; 3,49 mm d⁻¹ e 3,43 mm d⁻¹.

Figura 9 - Lâmina de irrigação acumulada por porta-enxerto ao longo do período experimental

A maior necessidade de reposição de água para as plantas do limoeiro ‘Cravo’ está em concordância com a observação de Medina (1977), que verificou maior condutância hidráulica do sistema radicular desse porta-enxerto, em relação a ‘Cleópatra’, ‘Troyer’ e *Poncirus trifoliata*, cultivados em vasos e sem deficiência hídrica, condição para qual também registrou maior assimilação diária de CO² pelo ‘Cravo’, alcançado neste parâmetro apenas por *Poncirus trifoliata*.

Inicialmente, procurou-se aplicar uma fração de lixiviação de 20% a cada irrigação (Anexo G), entretanto a lâmina assim corrigida proporcionava drenagem acima do previsto. Tentou-se ainda controlar a irrigação por meio de um balanço hídrico, assumindo como lâmina de irrigação o consumo registrado para o dia anterior, entretanto, continuou-se observando elevadas taxas de lixiviação. Neste sentido, manteve-se o controle de irrigação efetuado pela pesagem dos recipientes em função da ‘capacidade de container’, sem impor a aplicação de uma fração de lixiviação.

Os dados de lixiviação apresentados na Figura 10 e no Apêndice 4 são inerentes à drenagem natural, decorrente da metodologia supracitada e sintetizada na eq. (2), ou seja, mesmo quando se calculava a lâmina de irrigação a ser aplicada sem incluir uma fração de lixiviação, verificava-se que a mesma ocorria. Isto se deve provavelmente ao fato da velocidade de percolação ser superior à velocidade de absorção de água no substrato utilizado. Sinaliza-se esta possibilidade pela verificação de que, quando seco, o substrato mostrou-se hidrofóbico na camada superior, sendo registrado que as maiores taxas de lixiviação advieram das maiores lâminas aplicadas, ou seja, após as maiores perdas de água no meio. Durante o período experimental, as taxas médias de lixiviação para os tratamentos com os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’, citrumeleiro ‘Swingle’ e tangerineira ‘Cleópatra’ foram, respectivamente: 25,23%; 26,10%; e 28,41%.

Figura 10 - Taxas de lixiviação diárias e médias registradas para os porta-enxertos ‘Cleópatra’ (CL), ‘Cravo’ (CR) e ‘Swingle’ (SW) no experimento

Considerando o registro das maiores taxas de lixiviação sempre após as maiores perdas de água no substrato, o que se verificava após os finais de semana, quando não se irrigava, deve-se ponderar pela utilização de irrigações mais freqüentes, visando manter uma umidade mínima no substrato anterior à exteriorização de sua característica hidrofóbica, a qual pode: dificultar sua re-hidratação, aumentar o desperdício de água, diminuir a oferta da lâmina requerida pelas plantas e reduzir a qualidade da lixiviação de sais, sendo a tendência normal da água aplicada sobre o substrato seco movimentar-se lateralmente ou por caminhos preferenciais verticalmente, o que impede a lavagem dos sais por todo o perfil do meio de cultivo.

Sendo as irrigações efetuadas quase que diariamente, o secamento do substrato, verificado após os finais de semana ou eventuais dias consecutivos sem irrigação, logo era revertido, não prejudicando o manejo. Diferentemente, Gervásio (2003), trabalhando com outro substrato à base de casca de *Pinus*, para produção de mudas de cafeeiro em tubete, teve dificuldades sérias, inclusive com mortalidade de plantas, em consequência da hidrofobia criada, quando se absteve da recomendação

do fabricante de efetuar um pré-umedecimento do substrato, para o enchimento dos tubetes.

Segundo Francescato (1995), maiores frequências de irrigação são necessárias para manutenção de maiores valores de umidade em substratos à base de casca de *Pinus*. O autor observou maiores oscilações na umidade dos substratos irrigados com menor frequência de irrigação, o que dificultou a absorção de água, principalmente em substratos com maior granulometria, com reflexo significativo no crescimento das mudas de citros.

4.2 Evolução da salinidade ao longo do período experimental

Observa-se nas Figuras 11, 12 e 13, e no Apêndice 5, os valores de CE medidos na água de lixiviação. Pode-se verificar que a salinização do substrato foi crescente ao longo do tempo para quase todos os tratamentos, sendo que a adição de nitrato de cálcio elevou consideravelmente a salinidade do meio. De maneira geral, para as testemunhas absolutas (T1, T7 e T13) observaram-se os menores valores de condutividade elétrica da água drenada, seguindo-se os valores proporcionados pela irrigação com a água natural sem nitrato de cálcio (T3, T9 e T15) e com a água residual sem nitrato de cálcio (T4, T10 e T16).

Particularmente para o limoeiro 'Cravo', verifica-se nitidamente a diminuição da salinidade do substrato para as águas dessalinizada (T7) e natural (T9), o que pode ser explicado pelo maior consumo de nutrientes em atendimento ao destacado desenvolvimento deste porta-enxerto, como apontado pela sua maior necessidade de água (Figura 9), sabendo-se que o acúmulo de matéria vegetal é proporcional à transpiração. Por outro lado, e pela mesma razão, também se registraram elevados valores indicativos de salinização para o limoeiro 'Cravo', especialmente para os tratamentos com nitrato de cálcio (T8, T11 e T12), já que o acúmulo de sais é proporcional à quantidade de água aplicada. Também foram

verificados elevados valores de CE nos tratamentos em que o nitrato de cálcio foi aplicado sobre a tangerineira ‘Cleópatra’ (T2, T5 e T6) e sobre o citrumeleiro ‘Swingle’ (T14, T17 e T18).

Figura 11 - Condutividade elétrica da água lixiviada para os tratamentos com o porta-enxerto tangerineira ‘Cleópatra’ ao longo do experimento

Figura 12 - Condutividade elétrica da água lixiviada para os tratamentos com o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ ao longo do experimento

Figura 13 - Condutividade elétrica da água lixiviada para os tratamentos com o porta-enxerto citrumeleiro ‘Swingle’ ao longo do experimento

Os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato (Tabela 9) foram maiores que os valores de condutividade elétrica das respectivas águas de irrigação (Tabelas 5, 6 e 7). Por outro lado, foram menores que os indicados na água de drenagem (Figura 11, 12 e 13, e Apêndice 5), ainda que a tendência observada entre os tratamentos tenha sido semelhante. Este resultado é comumente observado em vários experimentos em que se aplicam frações de lixiviação e, em particular para o experimento em questão, reforçado pelo fato de que as cascas de *Pinus* têm baixa capacidade de retenção iônica (CTC de 55 meq 100g⁻¹, Martínez, 2002). Deste modo, as taxas de lixiviação aplicadas assegurariam a utilização de águas moderadamente salinas e reforçam o uso de adubação de liberação lenta ou do parcelamento múltiplo em caso de adubação convencional, em se mantendo as condições do estudo.

Analisando-se a Tabela 9, observa-se que as águas natural e residual implicam em considerável aumento nos teores de Na⁺ e Cl⁻ no extrato de saturação, para todos os porta-enxertos avaliados. A adição de nitrato de cálcio resultou em

aumento nos teores de Ca^{+2} e Na^{+} no extrato, sinalizando a menor adsorção e o deslocamento do Na^{+} pelo Ca^{+2} para a solução do meio. Sobre o teor de Cl^{-} , o nitrato de cálcio promoveu um comportamento variável, ainda que sua diminuição tenha sido mais freqüente (67% dos casos).

Tabela 9 . Resultado da análise do extrato de saturação do substrato, por tratamento, realizada ao final do experimento*

Tratamento	Na	Ca	Cl	CEes	pH
	----- mg L ⁻¹ -----			dS m ⁻¹	
Origem**	51	228,5	59,4	1,8	6,9
-----Tangerineira 'Cleópatra'-----					
T1	81	281,5	57,3	2,5	6,5
T2	91	410	54,1	4,0	6,3
T3	194	301	222,8	3,1	6,3
T4	320	265	364,5	3,2	6,6
T5	216	366	196,8	4,0	6,6
T6	372	370	382,2	4,1	6,5
-----Limoeiro 'Cravo'-----					
T7	91	270	66,6	2,0	6,6
T8	97	428,5	63,5	4,0	6,3
T9	344	245	359,3	3,1	7
T10	582	290,5	707,1	4,0	6,9
T11	352	430	289,5	4,5	6,6
T12	504	418	504	5,0	6,5
-----Citrumeleiro 'Swingle'-----					
T13	74	269,5	59,4	2,6	6,9
T14	116	341,5	97,9	3,5	6,9
T15	192	273	222,8	3,0	7
T16	296	262,5	413,4	3,2	7
T17	228	379,5	246,8	4,0	6,9
T18	320	375,5	347,8	4,3	6,2

* Análise efetuada no Laboratório de Ecologia Aplicada da ESALQ/USP.

** Referente ao substrato amostrado no dia do preenchimento das sacolas, antes da aplicação adubação de liberação controlada.

O limite máximo de cloreto permissível para o limoeiro ‘Cravo’ e para a tangerineira ‘Cleópatra’ é de 888 mg L⁻¹, medido no extrato de saturação. Para o citrumeleiro ‘Swingle’ este limite é de 355 mg L⁻¹ (Ayers & Westcot, 1999). Os dados apresentados na Tabela 9 indicam que este limite foi superado apenas no substrato do Tratamento 16, referente ao citrumeleiro ‘Swingle’ irrigado com água residual sem nitrato de cálcio. Registra-se ainda que a água residual, não corrigida com o nitrato de cálcio, proporcionou acúmulo de cloreto em níveis próximos dos limites citados, à exceção de sua submissão ao porta-enxerto ‘Cleópatra’ (T4).

A transferência de íons do substrato para a água perdida por percolação também foi observada por Francescato (1995) e por Boaventura (2003). O primeiro autor, ao concluir pela utilização de irrigações mais freqüentes, com decorrente esgotamento dos íons provenientes de adubos de liberação controlada, julgou ter de associa-las à complementação nutricional para produção de mudas de porta-enxertos cítricos em tubetes. Já Boaventura (2003), observou altas concentrações de nutrientes no lixiviado coletado de sacolas cultivadas com mudas enxertadas, devido à rápida difusão dos nutrientes do adubo de liberação controlada.

4.3 Parâmetros de avaliação do desenvolvimento

Inicialmente é pertinente discutir o crescimento em função das condições de contorno, igualitárias para todos os tratamentos. Os dados das testemunhas absolutas de cada porta-enxerto permitem inferir se as plantas estudadas cresceram normalmente, na independência da salinidade. Tomou-se como referência para contraste o trabalho de Boaventura (2003), selecionado dentre outros por ser efetuado também sob ambiente protegido e com os mesmos tipos de recipiente e de substrato, e com mesma dose e formulação do adubo de liberação controlada.

Enquanto no presente trabalho, as plantas testemunhas absolutas do limoeiro ‘Cravo’ poderiam ser enxertadas com 85 DAT¹¹, apresentando em média 104 cm de altura, 7,39 mm de diâmetro e um acúmulo de matéria seca total de 21,20 g, as do citrumeleiro ‘Swingle’, na mesma data, mediam em média 76,67 cm de altura, 7,96 mm de diâmetro, acumulando 14,56 g de matéria seca total. As plantas de limoeiro ‘Cravo’ de Boaventura (2003) foram enxertadas menos precocemente, aos 100 DAT, apresentando 104 cm de altura, 7,6 mm de diâmetro e acúmulo de matéria seca total de 24,5 g, enquanto as do citrumeleiro, à mesma data, tinham altura de 91 cm, diâmetro de 8,08mm e matéria seca acumulada de 17,70 g.

Descontando as idades e o porte inicial das plantas no transplântio, e ainda as especificidades climáticas e culturais em cada trabalho, pode-se afirmar que as plantas do limoeiro ‘Cravo’ e do citrumeleiro ‘Swingle’ do presente experimento cresceram normalmente.

Para certificar a normalidade do crescimento da tangerineira ‘Cleópatra’, tomam-se os resultados da Tabela 10, que mostram o crescimento em altura dos três porta-enxertos aqui avaliados, quando submetidos ao manejo cotidiano da empresa, pelo qual o fornecimento de água é realizado via mangueira, e portanto, sem controle da lâmina aplicada. As plantas ‘irrigadas’ deste modo estavam dispostas em bancada vizinha ao experimento, distribuindo-se exatamente conforme o sorteio aleatório para o delineamento experimental. Observa-se que em altura, as plantas do experimento cresceram tanto quanto as ‘supridas’ pela empresa, à exceção do limoeiro ‘Cravo’, visivelmente mais desenvolvido no experimento que fora dele, provavelmente devido à aplicação insuficiente de água via mangueira para satisfazer sua demanda. Os crescimentos da tangerineira ‘Cleópatra’ e do citrumeleiro ‘Swingle’, distintos entre si, mas indiferenciados para dentro e fora do experimento, indicam que sua demanda hídrica foi atendida pela aplicação via mangueira, confirmando também que a

¹¹ Foram enxertadas posteriormente, aos 89 DAT.

demanda de ambos se aproxima, quando conduzidos em recipientes de volume limitado.

Tabela 10 . Alturas médias dos porta-enxertos* (cm) produzidos conforme o manejo da empresa em comparação com os produzidos no experimento

PORTA-ENXERTO	Altura das plantas	
	manejadas pela Empresa	manejadas Experimento**
Tangerineira ‘Cleópatra’	88,10	89,17
Limoeiro ‘Cravo’	84,70	110,50
Citrameleiro ‘Swingle’	79,00	75,58

*Valores médios para 216 plantas

**Referentes às testemunhas absolutas

As análises de variância realizadas para os parâmetros de avaliação do desenvolvimento, nas três épocas de amostragem, revelam que as interações duplas e tripla não foram significativas (Apêndices 6, 7 e 8). Assim, as médias foram avaliadas separadamente para os três fatores de variação, quais sejam, tipo de porta-enxerto, qualidade da água e adição de nitrato de cálcio.

As Tabelas 11, 12 e 13 e os Apêndices 6, 7 e 8 apresentam os valores médios obtidos para alguns parâmetros de avaliação do desenvolvimento das mudas, nas três épocas de amostragem: 41, 63 e 85 dias após o transplântio (DAT). De maneira geral, somente foram causas de variação significativa o tipo de porta-enxerto e a presença de nitrato de cálcio na água de irrigação. O tipo de água utilizado não levou a contrastes significantes entre os tratamentos, à exceção da análise do diâmetro do caule, que acusou diferença estatística na segunda avaliação, distinguindo as águas dessalinizada e natural da água residual.

O maior desenvolvimento das plantas de limoeiro ‘Cravo’, seguido pelas de citrameleiro ‘Swingle’ e por último pelas de tangerineira ‘Cleópatra’, ao final do período experimental (Tabela 12), também foi reportado por Mourão Filho et al.

(1998), para a maioria dos substratos que estudaram. Mattos et al. (1988) e Pompeu Jr. (1991) também relatam o menor vigor da tangerineira 'Cleópatra' em relação aos outros porta-enxertos.

Observa-se ainda nas Tabelas 11 e 12 que a aplicação corretiva de nitrato de cálcio às águas de irrigação não contribuiu para o desenvolvimento das mudas, atuando, pelo contrário, negativamente no crescimento inicial do sistema radicular e no engrossamento do caule, o que pode ser reflexo da contribuição desta aplicação para a elevação dos níveis de salinização no substrato (Tabela 9).

Tabela 11 . Médias de valores* tomados aos 41 DAT para: a altura do porta-enxerto (ALT), o diâmetro do porta-enxerto (D), a matéria seca das raízes (MSR), a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca total (MST) e a relação de massas secas das raízes e da parte aérea (R/PA)

FATOR	ALT (cm)	D (mm)	MS R (g)	MS PA (g)	MS T (g)	R/PA
Porta-enxerto						
'Cleópátra'	59b	3,99c	1,27c	3,49c	4,76c	0,36a
'Cravo'	65a	5,75b	2,01a	5,84a	7,85a	0,35a
'Swingle'	60b	6,29a	1,59b	4,32b	5,91b	0,37a
Nitrato de Ca⁺²						
Sem Nitrato	61a	5,37a	1,69a	4,6a	6,29a	0,37a
Com Nitrato	62a	5,32b	1,56b	4,5a	6,05b	0,35b
Tipo de água						
Dessalinizada	62a	5,39a	1,64a	4,52a	6,16a	0,37a
Natural	62a	5,36a	1,61a	4,54a	6,14a	0,36a
Residual	61a	5,28a	1,63a	4,59a	6,22a	0,36a

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Tabela 12 . Médias de valores* tomados aos 63 DAT para: a altura do porta-enxerto (ALT), o diâmetro do porta-enxerto (D), a matéria seca das raízes (MSR), a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca total (MST) e a relação de massas secas das raízes e da parte aérea (R/PA)

FATOR	ALT (cm)	D (mm)	MS R (g)	MS PA (g)	MS T (g)	R/PA
Porta-enxerto						
‘Cleópátra’	74b	4,16c	1,73c	6,08c	7,81c	0,28c
‘Cravo’	84a	6,54b	3,49a	11,38a	14,87a	0,31b
‘Swingle’	70c	6,84a	2,56b	7,56b	10,11b	0,34a
Nitrato de Ca⁺²						
Sem Nitrato	76a	5,94a	2,62a	8,39a	11,01a	0,31a
Com Nitrato	76a	5,75b	2,56a	8,29a	10,86a	0,31a
Tipo de água						
Dessalinizada	75a	5,93a	2,65a	8,43a	11,08a	0,31a
Natural	78a	5,92a	2,64a	8,54a	11,18a	0,31a
Residual	75a	5,69b	2,49a	8,05a	10,54a	0,31a

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Tabela 13 . Médias de valores* tomados aos 85 DAT para: a área foliar (AF), a altura do porta-enxerto (ALT), o diâmetro (D), a matéria seca das raízes (MSR), a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca total (MST) e a relação de massas secas das raízes e da parte aérea (R/PA)

FATOR	AF (cm ²)	ALT (cm)	D (mm)	MS R (g)	MSPA (g)	MST (g)	R/PA
Porta-enxerto							
‘Cleópátra’	639b	84b	4,51c	2,09c	8,14c	10,23c	0,26c
‘Cravo’	1205a	108a	7,38b	5,15a	17,63a	22,79a	0,29b
‘Swingle’	536c	76c	7,66a	3,62b	10,45b	14,07b	0,35a
Nitrato de Ca⁺²							
Sem Nitrato	799a	90a	6,63a	3,66a	12,01a	15,66a	0,3a
Com Nitrato	788a	89a	6,41a	3,58a	12,14a	15,73a	0,29b
Tipo de água							
Dessalinizada	798a	89a	6,63a	3,73a	12,16a	15,89a	0,31a
Natural	808a	90a	6,49a	3,65a	12,38a	16,03a	0,29a
Residual	775a	89a	6,42a	3,48a	11,69a	15,17a	0,3a

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Considerando que o limite para a condutividade elétrica no extrato de saturação é de $1,4 \text{ dS m}^{-1}$, referenciado à produção de frutos, conforme Maas (1993), e observando os valores registrados no presente trabalho, pode-se sinalizar que para a produção dos porta-enxertos estudados, após o transplantio, é possível se trabalhar com maiores níveis de salinidade no meio, em relação ao nível limiar preconizado para árvores safreiras. Ainda que a produtividade de frutos possa ser um parâmetro mais sensível ao estresse salino que os parâmetros utilizados para avaliar a performance das mudas, o que explicaria a ausência de prejuízos ao crescimento das mudas sob os níveis de salinidade observados, é mais provável que o curto período necessário ao alcance do ponto de enxertia (85 dias após o transplantio e 66 dias de exposição às águas) tenha restringido efeitos negativos.

Além disso, tem-se que ressaltar que mesmo para as testemunhas absolutas foram registrados valores de condutividade elétrica (Tabela 9) superiores à limiar, demonstrando que a salinidade observada era, em parte, oriunda dos componentes do meio de cultivo. Comparando a salinidade das testemunhas absolutas com a do substrato antes da fertilização com o adubo de liberação lenta (Tabela 9), observa-se que o substrato já apresenta originalmente uma condutividade elétrica superior à limiar, sendo elevada posteriormente com a presença do fertilizante no meio de cultivo, a despeito da garantia de uma lenta liberação de íons.

Atentando-se ainda para os níveis de cloreto e de sódio relevantemente mais baixos nos extratos das testemunhas absolutas e no substrato não fertilizado com o adubo de liberação controlada (Tabela 9), entende-se que a salinização registrada nestes e nos demais tratamentos, é sim em parte decorrente de íons não tóxicos, oriundos do enriquecimento do substrato customizado à Citrograf Mudas (Tabelas 1 e 2) e também oriundos do adubo de liberação controlada. Neste caso, a extrapolação da salinidade limiar sem prejuízos ao crescimento das plantas possivelmente se deve à maior tolerância da cultura à salinidade quando esta é provocada por íons não tóxicos, fato este já descrito por pesquisadores para outras espécies. Para a cultura do pimentão, por exemplo, a salinidade limiar no extrato de saturação indicada por

Maas & Hoffman (1977) e por Medeiros (1998) é de $1,50 \text{ dS m}^{-1}$ e $1,55 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente, enquanto, Silva (2002) observou maior tolerância, obtendo valor limiar de $3,58 \text{ dS m}^{-1}$. Justifica Silva (2002), que o maior valor para tolerância da cultura pode ser atribuído ao fato de se ter investigado, no seu caso, a salinidade causada por excesso de fertilizantes, não computando os prejuízos do sódio, como certamente tiveram Maas & Hoffman (1977) e Medeiros (1998), em salinidade motivada por águas salinas.

Durante o experimento foram observados sintomas de clorose e necrose nas bordas de algumas folhas baixeras (Tabela 14), justamente as que podiam ser eventualmente molhadas durante as irrigações. Os sintomas observados (Figuras 14 e 15) foram inicialmente atribuídos aos sais, que seriam absorvidos pelo tecido foliar após o contato com a água. Entretanto, tendo em vista que foram observados sintomas similares em plantas das testemunhas absolutas e também em plantas localizadas fora do experimento, não se pôde caracterizá-los definitivamente como efeitos da salinidade, a despeito da maior frequência de folhas sintomáticas nos tratamentos irrigados com águas natural e residual (Tabela 14). É possível que os sintomas observados em plantas irrigadas com água dessalinizada sejam reflexos de problemas nutricionais da fase de sementeira. Esses problemas podem ter sido agravados pela absorção foliar de sais. Ressalva-se que nas plantas de tangerineira 'Cleópatra' não foram detectados, de maneira geral, quaisquer sintomas. Nas folhas desenvolvidas após o transplântio, estes sintomas também não foram identificados.

Francescato (1995) também registrou a ocorrência de necrose nas bordas das folhas de plantas cítricas cultivadas com menores frequências de irrigação, atribuindo-a ao aumento de sólidos totais dissolvidos no substrato. As altas concentrações de nutrientes no substrato, promovidas pela disponibilidade precoce do fertilizante de liberação controlada, conduziram ao estiolamento e desenvolvimento vegetativo excessivo de mudas cítricas, no trabalho de Boaventura (2003).

Tabela 14 . Número de folhas sintomáticas por tratamento, aos 30 DAT

Porta-enxerto	Tratamento	Número de folhas sintomáticas
'Cleópatra'	T1	0
	T2	0
	T3	0
	T4	0
	T5	0
	T6	1
'Cravo'	T7	1
	T8	2
	T9	15
	T10	49
	T11	5
	T12	24
'Swingle'	T13	1
	T14	1
	T15	4
	T16	23
	T17	8
	T18	29

Figura 14 – Sintomas detectados em algumas folhas baixas de limoeiro 'Cravo'

Figura 15 – Sintomas detectados em algumas folhas baixas de citrameleiro ‘Swingle’

Embora os sintomas não tenham sido exclusividade das plantas tratadas apenas com águas salinas, considerando se encontrar nestas uma maior frequência de folhas sintomáticas, presume-se que se deve evitar irrigá-las por aspersão, especialmente logo após o transplântio, quando as plantas podem vir carregando desequilíbrios nutricionais da fase final da sementeira, os quais poderiam torná-las mais suscetíveis aos efeitos dos sais.

Conforme Ayers & Westcot (1999), os sintomas da toxidez provocada por cloreto, inicialmente nas pontas das folhas, com progressão para o limbo, para culturas sensíveis como os citros, manifestam-se quando são alcançadas concentrações de 0,3 a 1,0%, em base de peso. Para o sódio, os sintomas, iniciados sob a forma de queimaduras ou necrose ao longo dos bordos das folhas mais velhas, aparecem quando se atingem concentrações de 0,25 a 0,50%, em base de peso.

Analizando-se a Tabela 15, verifica-se que a concentração foliar de sódio não atinge seus limites críticos nas mudas experimentadas, independente do tratamento imposto. Já o cloreto aparece em concentração de injúria tão somente no tratamento 12, em que o limoeiro ‘Cravo’ é submetido à irrigação com água residual, e com nitrato de cálcio.

Tabela 15 . Resultados da análise foliar para os três porta-enxertos, por tratamento*

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Na
----- g kg ⁻¹ -----							%	%
-----Tangerineira ‘Cleópatra’-----								
T1	33,5	2,8	17,1	21,2	3,7	2,8	0,10	0,043
T2	32,8	2,6	17,7	25,6	3,7	3,0	0,14	0,023
T3	31,5	2,5	18,9	23,6	3,5	3,2	0,14	0,051
T4	33,3	2,7	19,8	23,8	3,7	2,8	0,14	0,060
T5	35,0	2,7	17,4	27,5	3,8	3,0	0,12	0,061
T6	33,1	2,5	18,3	23,7	3,4	3,2	0,14	0,090
-----Limoeiro ‘Cravo’-----								
T7	35,3	3,1	20,1	21,2	3,2	3,2	0,12	0,014
T8	37,5	2,9	17,7	26,2	3,7	3,0	0,16	0,010
T9	35,4	2,9	20,4	20,4	3,1	3,2	0,08	0,043
T10	35,2	3,0	21,3	20,7	3,5	3,2	0,12	0,082
T11	36,8	2,8	19,2	24,8	3,7	3,0	0,20	0,040
T12	35,4	2,9	20,1	26,9	4,1	3,2	0,36	0,076
-----Citrameleiro ‘Swingle’-----								
T13	38,1	2,3	18,0	24,7	4,5	3,5	0,20	0,031
T14	33,1	2,1	16,8	28,7	4,9	3,5	0,18	0,018
T15	40,9	2,4	19,5	25,1	4,6	3,5	0,14	0,035
T16	37,1	2,1	21,0	23,8	4,4	3,5	0,10	0,047
T17	40,4	2,1	19,5	30,0	4,9	3,4	0,14	0,053
T18	41,5	2,0	18,6	27,7	4,6	3,5	0,12	0,041

* Análise efetuada no Laboratório de Ecologia Aplicada da ESALQ/USP.

De maneira geral, as concentrações de macronutrientes foliares não foram alteradas pelo tipo de água. A aplicação de nitrato de cálcio não resultou em aumento da concentração foliar de nitrogênio, entretanto houve tendência de aumento da concentração de cálcio, e diminuição da de potássio. O tipo de água parece

influenciar a concentração foliar de sódio, ficando a do cloreto variável. Como os dados apresentados não possibilitam contrastes estatísticos, por terem sido conformados de amostragem composta, não se pode atribuir a variação detectada na concentração de cloreto aos tipos de água ou aos tipos de porta-enxerto.

Supondo que os efeitos da salinização possam vir a suprimir o desenvolvimento posterior das plantas, na fase de pós-enxertia, seria interessante investigar o efeito da acumulação de sais desde o transplantio dos porta-enxertos até o ponto de comercialização das mudas enxertadas. Por outro lado, também seria pertinente averiguar o efeito isolado da salinização processada na fase de pré-enxertia sobre o crescimento das mudas enxertadas, o que seria possível irrigando-as tão somente com água dessalinizada a partir da enxertia. Estas informações orientariam o irrigante a escolher o tipo de água para cada fase do processo de produção de mudas, caso a oferta de água torne-se limitante, ou caso se pretenda diminuir os custos da dessalinização da água natural.

A primeira investigação foi concretizada com a enxertia de borbulhas de laranjeira 'Valência' sobre as plantas remanescentes do experimento aqui discutido, sendo essas plantas continuamente submetidas aos mesmos tratamentos. Os resultados da averiguação estão sendo analisados estatisticamente e, tão logo processados, permitirão conhecer a viabilidade da produção das mudas da laranjeira sobre os três porta-enxertos e com os níveis de salinidade e de nitrato de cálcio experimentados, no período necessário à sua completa formação, ou seja, desde o transplantio dos porta-enxertos até o alcance do ponto de comercialização.

5 CONCLUSÕES

Considerando as condições nas quais o experimento foi conduzido, os resultados encontrados permitem concluir que:

- O desenvolvimento dos porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’, tangerineira ‘Cleópatra’ e citrumeleiro ‘Swingle’ não foi prejudicado pelos níveis de salinidade na água de irrigação, a despeito do aumento da salinidade registrado no substrato ao longo do período experimental.

- O nível de nitrato de cálcio aplicado às águas, além de não incrementar a taxa de desenvolvimento das plantas, mostrou-se prejudicial ao crescimento inicial do sistema radicular e ao engrossamento do caule.

- Não foram registrados sintomas de toxidez que pudessem ser atribuídos à absorção radicular de cloreto e/ou de sódio.

- Foram observadas diferenças significativas entre os tipos de porta-enxertos no que se refere ao seu desenvolvimento, havendo maior crescimento das plantas do limoeiro ‘Cravo’, seguidas pelas do citrumeleiro ‘Swingle’ e por último pelas da tangerineira ‘Cleópatra’.

- O curto período necessário ao crescimento dos porta-enxertos, proporcionado pelo novo sistema de produção, associado às irrigações frequentes e suas taxas de lixiviação, além da baixa CTC da casca de *Pinus*, podem ter restringido os efeitos negativos das águas salinas investigadas.

ANEXOS

ANEXO A – EXIGÊNCIAS MÍNIMAS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS EM SÃO PAULO¹²

A Agência de Defesa Agropecuária de São Paulo (ADAESP) regulamentou a partir de fevereiro de 2003, mediante a portaria ADAESP 1, que para a produção de mudas cítricas deve-se atender às seguintes exigências básicas:

- a) desinfestação e desinfecção dos materiais e equipamentos utilizados com formalina a 2,5%;
- b) desinfestação e desinfecção de pisos, paredes e bancadas com hipoclorito de sódio a 1%, após a retirada de cada partida de mudas produzidas;
- c) o substrato, ou mistura utilizada, deve ter boa porosidade e ser isento de nematóides nocivos aos Citros, fungos do gênero *Phytophthora* e outros patógenos nocivos aos Citros;
- d) as embalagens e substrato das mudas devem estar isentas de plantas daninhas;
- e) a água de irrigação, deve ser tratada quando necessário, ficando isenta de nematóides nocivos aos Citros, fungos do gênero *Phytophthora* e outros patógenos comprovadamente nocivos aos Citros;
- f) as sementes utilizadas deverão sofrer tratamento térmico a 52°C durante 10 minutos;
- g) as mudas devem estar livres de doenças e pragas;
- h) atendimento de todas as outras exigências em vigor.

Os viveiros e os depósitos de mudas cítricas devem atender às seguintes normas, segundo a portaria ADAESP 1:

- a) ambiente protegido com tela de malha com abertura de, no máximo, 0,64 mm por 0,20 mm;

¹² Conforme Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, Seção I, volume 113, número 29, terça-feira, 11 de fevereiro de 2003.

- b) acesso através de antecâmara, com piso de, no mínimo, 1 m x 1 m;
- c) pedilúvio na entrada do ambiente (interior da antecâmara), para desinfestação de calçados;
- d) bancada, no mínimo, a 30 cm do solo;
- e) corredores entre bancadas com piso, com camada de pedra britada ou material similar, com um mínimo de 5 cm de espessura;
- f) manutenção da área interna livre de plantas daninhas;
- g) viveiro ou depósito a, no mínimo, 20 m de qualquer planta cítrica e em área de boa drenagem;
- h) viveiro ou depósito livre de cigarrinhas vetores de Clorose Variegada dos Citros;
- i) local acessível para realização de inspeções;
- j) instalação onde a legislação sanitária permita;
- k) impedimentos à entrada de águas invasoras no ambiente;
- l) acesso vetado a pessoas estranhas ao serviço;
- m) viveiro ou depósito limpo de detritos vegetais;
- n) atendimento de outras exigências fitossanitárias em vigor.

ANEXO B – RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA NATURAL¹³

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
Alcalinidade ($2\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$)	mg L^{-1}	168,6
Cloreto (Cl^-)	mg L^{-1}	166,6
Nitrato (N-NO_3)	mg L^{-1}	0,2
Sulfato (SO_4^{2-})	mg L^{-1}	246,8
Fósforo (P)	mg L^{-1}	0,03
Nitrogênio Amoniacal (N - NH_3)	mg L^{-1}	<u>0,5</u>
Sódio (Na^+)	mg L^{-1}	<u>243,0</u>
Potássio (K^+)	mg L^{-1}	0,5
Cálcio (Ca^{2+})	mg L^{-1}	2,0
Magnésio (Mg^{2+})	mg L^{-1}	0,1
Ferro (Fe)	mg L^{-1}	0,23
Cobre (Cu)	mg L^{-1}	0
Manganês (Mn)	mg L^{-1}	<u>0,10</u>
Zinco (Zn)	mg L^{-1}	0,08
Cor Aparente	PtCo	2
Turbidez	FTU	4
Sedimentos em suspensão	mg L^{-1}	1,7
Condutividade elétrica (CE)	mS cm^{-1}	0,85
pH		<u>9,0</u>
Gás Carbônico (CO_2)	mg L^{-1}	0,3
Acidez (CaCO_3)	mg L^{-1}	0
Dureza Total* (CaCO_3)	mg L^{-1}	5,2

* Dureza Total calculado com base no equivalente de Carbonato de cálcio (CaCO_3) segundo

Franson (1995): $2,497 [\text{Ca}, \text{mg L}^{-1}] + 4,118 [\text{Mg}, \text{mg L}^{-1}]$

Franson, M.A.H. Standard methods for the examination of water and wastewater.

American Public Health Association, Washington, 19o. Edição, 1995.

¹³ Amostrada em 21/02/2003.

ANEXO C – RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA DESSALINIZADA¹⁴

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
Alcalinidade ($2\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$)	mg L^{-1}	11,0
Cloreto (Cl^-)	mg L^{-1}	1,7
Nitrato (N-NO_3)	mg L^{-1}	0,4
Sulfato (SO_4^{2-})	mg L^{-1}	2,2
Fósforo (P)	mg L^{-1}	0,03
Nitrogênio Amoniacal (N - NH_3)	mg L^{-1}	0,4
Sódio (Na^+)	mg L^{-1}	5,7
Potássio (K^+)	mg L^{-1}	0,10
Cálcio (Ca^{2+})	mg L^{-1}	0,18
Magnésio (Mg^{2+})	mg L^{-1}	0,04
Ferro (Fe)	mg L^{-1}	0,19
Cobre (Cu)	mg L^{-1}	0
Manganês (Mn)	mg L^{-1}	0,10
Zinco (Zn)	mg L^{-1}	0,09
Cor Aparente	PtCo	0
Turbidez	FTU	0
Sedimentos em suspensão	mg L^{-1}	1,7
Condutividade elétrica (CE)	mS cm^{-1}	0,07
pH		6,6
Gás Carbônico (CO_2)	mg L^{-1}	4,4
Acidez (CaCO_3)	mg L^{-1}	10,9
Dureza Total* (CaCO_3)	mg L^{-1}	0,6

* Dureza Total calculado com base no equivalente de Carbonato de cálcio (CaCO_3) segundo Franson (1995): $2,497 [\text{Ca}, \text{mg L}^{-1}] + 4,118 [\text{Mg}, \text{mg L}^{-1}]$

Franson, M.A.H. Standard methods for the examination of water and wastewater.

American Public Health Association, Washington, 19o. Edição, 1995.

¹⁴ Amostrada em 21/02/2003.

ANEXO D – RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA RESIDUAL¹⁵

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
Alcalinidade ($2\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$)	mg L ⁻¹	323,4
Cloreto (Cl^-)	mg L ⁻¹	<u>334,2</u>
Nitrato (N-NO_3)	mg L ⁻¹	0,4
Sulfato (SO_4^{2-})	mg L ⁻¹	<u>403,9</u>
Fósforo (P)	mg L ⁻¹	0,04
Nitrogênio Amoniacal (N - NH_3)	mg L ⁻¹	<u>0,6</u>
Sódio (Na^+)	mg L ⁻¹	<u>395,0</u>
Potássio (K^+)	mg L ⁻¹	0,9
Cálcio (Ca^{2+})	mg L ⁻¹	3,4
Magnésio (Mg^{2+})	mg L ⁻¹	0,1
Ferro (Fe)	mg L ⁻¹	0,23
Cobre (Cu)	mg L ⁻¹	0
Manganês (Mn)	mg L ⁻¹	<u>0,12</u>
Zinco (Zn)	mg L ⁻¹	0,10
Cor Aparente	PtCo	0
Turbidez	FTU	0
Sedimentos em suspensão	mg L ⁻¹	10,3
Condutividade elétrica (CE)	mS cm ⁻¹	1,55
pH		<u>8,7</u>
Gás Carbônico (CO_2)	mg L ⁻¹	1,1
Acidez (CaCO_3)	mg L ⁻¹	0
Dureza Total* (CaCO_3)	mg L ⁻¹	8,7

* Dureza Total calculado com base no equivalente de Carbonato de cálcio (CaCO_3) segundo Franson (1995): $2,497 [\text{Ca, mg L}^{-1}] + 4,118 [\text{Mg, mg L}^{-1}]$

Franson, M.A.H. Standard methods for the examination of water and wastewater.

American Public Health Association, Washington, 19o. Edição, 1995.

¹⁵ Amostrada em 21/02/2003.

ANEXO E – CARACTERIZAÇÃO DO RECIPIENTE DE CULTIVO

Dimensões nominais da sacola plástica: 25 x 32 cm

a)

b)

Figura A1 - Sacola de polietileno preto usada nos experimentos (a) e sua forma cilíndrica (b) assumida após enchimento com substrato

Perímetro circular (C) medido à metade da altura da sacola: 51 cm

Altura da sacola (H) após enchimento: 25 cm

Diâmetro da sacola (D):

$$D = \frac{C}{\pi} \dots\dots\dots(5)$$

$$D = 16 \text{ cm}$$

Área da sacola

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \dots\dots\dots(6)$$

$$A = 201,06 \text{ cm}^2$$

Volume máximo comportado pela sacola

$$V = A \times H \dots\dots\dots(7)$$

$$V = 201,06 \text{ cm}^2 \times 25 \text{ cm}$$

$$V = 5,02 \text{ L}^3$$

ANEXO F – MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA O NÍVEL DE CÁLCIO ESTUDADO

A aplicação suplementar de cálcio objetivou diminuir os efeitos tóxicos dos íons de sódio e cloreto. O estabelecimento do nível de cálcio a ser adotado foi baseado nas diretrizes da FAO apresentadas por Ayers & Westcot (1999), as quais consideram para uma RAS (razão de absorção de sódio) variando entre 3 e 9 na água de irrigação um grau de restrição de uso de ligeiro a moderado.

Mediante a equação 8, as águas salinas natural e residual (Anexos B e D), apresentam, respectivamente, RAS iguais a 48,55 e 75,72, cujas restrições de uso são classificadas em severas.

$$RAS = \sqrt{\frac{Na}{\frac{(Ca + Mg)}{2}}} \quad (8)$$

em que:

Na = concentração de sódio, meq L⁻¹;

Ca = concentração de cálcio, meq L⁻¹;

Mg = concentração de magnésio, meq L⁻¹.

Adicionando 10 mM L⁻¹ de cálcio, conforme estudo de Bañuls et al. (1991), correspondentes a 20 meq L⁻¹ de cálcio, diminuem-se as RAS para 3,56 e 7,12, respectivamente, nas águas natural e residual.

A fonte de cálcio utilizada foi o nitrato de cálcio, aplicado na dose de 2,105 g L⁻¹, o que representa a adição de 400 mg L⁻¹ de Ca e 326 mg L⁻¹ de N. O nitrato de cálcio foi escolhido dentre os demais corretivos para água de irrigação e solo, em razão de sua solubilidade elevada, sua alta eficiência em proporcionar cálcio, não conter cloreto e ser usual na nutrição de mudas cítricas.

ANEXO G – MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA A FRAÇÃO DE LIXIVIAÇÃO ALMEJADA

Conforme Ayers & Westcot (1991), a fração de lixiviação (FL) para distintos grupos de culturas pode ser estimada mediante a Figura A2, em que a salinidade do solo representa a salinidade limiar tolerada (CEes) pelas espécies.

Figura A2 – Efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a salinidade média do solo (CEes) na zona radicular para várias frações de lixiviação (FL)

Considerando a salinidade limiar dos citros em $1,4 \text{ dS m}^{-1}$ obtida no extrato de saturação (Maas, 1993), e aceitando a salinidade da água natural (CEa) da Citrograf Mudas em $1,21 \text{ dS m}^{-1}$, estima-se mediante a figura acima uma necessidade de lixiviação entre 15 a 20%.

Também utilizando os mesmos valores na eq. (9) proposta por Rhoades (1974), tem-se como necessidade de lixiviação 17%.

$$NL = \frac{CEa}{5CEes - CEa} \quad (9)$$

em que:

NL = necessidade de lixiviação, decimal;

CEa = condutividade elétrica da água de irrigação, dS m⁻¹;

CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo ao se atingir um equilíbrio dinâmico com a água de irrigação, dS m⁻¹.

As frações de lixiviação estimadas com as metodologias acima consentem com as preconizadas por Martínez (2002) para manejo da irrigação em recipientes sob ambiente protegido. Registra-se também que a fração de 20% é normalmente utilizada nas irrigações na Citrograf Mudas, sendo ainda, conforme Milner (2002) empregada em outros viveiros de produção de mudas cítricas no Brasil.

Neste sentido, durante a fase de planejamento do experimento estabeleceu-se aplicar uma fração lixiviação de 20% em cada irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M.; MARTINEZ, M. D.; MARTINEZ, P. F.; MARTINEZ, J. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. **Actas de Horticulture**, n.11, p. 141-154, 1992.
- ABU-AWWAD, A. M. Influence of different water quantities and qualities on lemon trees and soil salt distribution at the Jordan Valley. **Agricultural Water Management**, v.52, p.53-71, 2001.
- ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.17-28. (IAC. Documentos, 70).
- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Agricultural salinity assessment and management. New York: ASCE, 1990. 619p (ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, n.71).

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade de água na agricultura**. Trad. GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- BAÑULS, J.; PRIMO-MILLO, E. Effects of salinity on some *Citrus* scion - rootstock combinations. **Annals of Botany**, v.76, p.97-102, 1995.
- BAÑULS, J.; LEGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E. Salinity-calcium interactions on growth and ionic concentration of *Citrus* plants. **Plant and Soil**, v.133, p.39-46, 1991.
- BERNARDI, A. C. C. Produção de mudas de citros em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. Piracicaba, 1999, 84p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BOAVENTURA, P. S. R. Demanda por nutrientes de porta-enxertos e mudas cítricas produzidas em substratos em ambiente protegido. Campinas, 2003, 62p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agronômico de Campinas.
- BORGES, R. de S.; ALMEIDA, F. J.; SCARANARI, C.; MACHADO, A. M.; CARVALHO, S. A.; COLETTA FILHO, H. D.; AGUILAR-VILDOSO, C.I. Programa IAC/CNPq de incentivo à produção e difusão de mudas de citros isentas da clorose variegada dos citros e outras doenças. **Laranja**, 21, n.1, p.205-224, 2000.
- CADAHÍA, C. Fertirrigacion. In: NUEZ, F. **El cultivo do tomate**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. p.167-187.

- CADAHÍA, C. **Fertirrigacion:** cultivos hortícolas y ornamentales. 2.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000. 475p.
- CADAHÍA, C.; EYMAR, E. Caracterización química y fisicoquímica de sustratos. **Actas de Horticulture**, n.11, p.19-25. 1992.
- CAN, H. Z.; AKSOY, U.; ANAÇ, S.; KUKUL, Y. S.; OKUR, B. Response of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) trees budded on Trifoliate orange (*P. trifoliata*) to salinity due to seawater intrusion. **Acta Horticulturae**, v. 573, p. 265- 270, 2002.
- CARVALHO, S. A. Estratégias para estabelecimento e manutenção de matrizes, borbulheiras e viveiro de citros em ambiente protegido. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., Bebedouro, 1998. **Anais**. Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p.67-101.
- CARVALHO, S. A. Propagação dos citros. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 209, p.21-25, 2001.
- CARVALHO, S. A. Regulamentação atual da agência de defesa agropecuária para produção, estocagem, comércio, transporte e plantio de mudas cítricas no Estado de São Paulo. **Laranja**, v.24, n.1, p.199-239, 2003.
- CASTLE, W. S.; FERGUSON, J. J. Current status of greenhouse and container productions of citrus nursery trees in Florida. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v.95, p.42-46, 1982.

CASTLE, W. S.; ROUSE, R. E. Total mineral nutrient content of Florida citrus nursery plants. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v.103, p.42-44, 1990.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Normas para produção de muda certificada de citros. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 23 p, 1994. 23p.

CRUZ, J. L., PELACANI, C. R., SOARES FILHO, W. S., CASTRO NETO, M. T., COELHO, E. F., DIAS, A. T., PAES, R. A. Influência da salinidade sobre o crescimento do limoeiro 'Cravo' In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., Belém, 2002. **Anais**. Belém: SBF, 2002, CD-Rom.

DAEE. Água subterrânea: reserva estratégica. **Revista Águas e Energia Elétrica**, 13, p.14-23, 1988.

ESTANISLAU, M. L. L.; BOTEON, M.; CANÇADO JÚNIOR, F. L.; PAIVA, B. M. de. Laranjas e sucos: aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 209, p.8-20, 2001.

FAO. **Agriculture production: citrus production**. Rome, 2002. <<http://www.fao.org>> (18 out. 2003).

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 29-37. (IAC. Documentos, 70).

FORNER, J. B.; FORNER-GINER, M. A. Programa de melhoramento de porta-enxertos cítricos na Espanha. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – MELHORAMENTO, 7., **Anais**. Bebedouro: Estação Experimental de Bebedouro, 2002 (CD Rom).

FRANCESCATO, R.D.C. Influência de frequência de irrigação, substrato e adubo de liberação lenta na produção de porta-enxerto cítrico de limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia*, Osbeck). Piracicaba, 1995, 116p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FUNDECITRUS. Inspeção de viveiros, relatório mensal. Araraquara, 2003. Disponível em <<http://www.fundecitrus.com.br>> (20 out. 2003).

GALLASCH, P. T.; DALTON, G.S. Selecting salt-tolerant Citrus rootstocks. **Australian Journal os Agricultural Research**, v.40, p.137-144, 1989.

GARCÍA-LEGAZ, M. F.; ORTIZ, J. M.; GARCÍA-LIDÓN, A.; CERDÁ, A. Effect of salinity on growth, ion content and CO₂ assimilation rate in lemon varieties on different rootstocks. **Physiologia Plantarum**, v.89, p. 427-432, 1993.

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; CARVAJAL, M.; SÁNCHEZ-PINA, M. A.; MARTÍNEZ, V.; CERDÁ, A. Salinity resistance of Citrus seedlings in relation to hydraulic conductance, plasma membrane ATPase and anatomy of the roots. **Journal of Plant Physiology**, v. 156, p.724-730, 2000.

- GERVÁSIO, E. S. Efeito de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro. Piracicaba, 2003, 105p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GIRARDI, E. A.; MOURAO FILHO, F. A. A.; GRAF, C. C. D.; OLIC, F. B. Growth of citrus nursery trees related to the container volume. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto –SP, 2001. **Proceedings**, Ribeirão Preto: ICSN, 2001a, p.316-319.
- GIRARDI, E. A.; MOURAO FILHO, F. A. A.; GRAF, C. C. D.; OLIC, F. B. Influence of the source and dosage of slow-release fertilizers on containerized citrus nursery trees. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto –SP, 2001. **Proceedings**, Ribeirão Preto: ICSN, 2001b, p.258-262.
- GRAF, C. C. D. Produção de mudas sadias. In: Empresa Agropecuária de Minas Gerais. **Citricultura do Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba**. Uberaba, 1999, p.37-40.
- GRAF, C. C. D. Vivecitrus e a produção de mudas certificadas. **Laranja**, v.22, n.2, p.533-548, 2001.
- GRAZIANO, J. R. Normas para produção de muda certificada de citros. **Laranja**, v.19, n.2, p.411-421, 1998.
- HEPAKSOY, S.; ÖZER, B.; CAN, H. Z. Influence of rootstocks on physiological response of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) to salinity. **Acta Horticulturae**, v. 573, p. 247-253, 2002.

- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J.R.A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 5, p.137-170.
- LEVY, Y.; SHALHEVET, J. Ranking the salt tolerance of citrus rootstocks by juice analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 45, p.89-98, 1990.
- LEVY, Y.; LIFSHITZ, J.; MALACH, Y de; DAVID, Y. The response of several *Citrus* genotypes to high-salinity irrigation water. **HortScience**, v. 34, n. 5, p.878-881, 1999.
- LLOYD, J.; HOWIE, H. Response of orchard 'Washington navel' orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck to saline irrigation water. I Canopy characteristics and seasonal patterns in leaf osmotic potential, carbohydrates and ion concentrations. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.40, p.359-369, 1989.
- LLOYD, J.; KRIEDEMANN, P. E.; ASPINALL, D. Contrast between *Citrus* species in response to salinisation: an analysis of photosynthesis and water relations for differentt rootstocks-scion combinations. **Physiologia Plantarum**, v.78, p. 236-246, 1990.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance - Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE**, v.103, n IR2, p.115-134, 1977.
- MAAS, E. V. Salinity and citriculture. **Tree Physiology**, v. 12, p.195-216, 1993.
- MAIA NETO, R.F. Água para o desenvolvimento sustentável. **A água em Revista**, n.9, p.21-32, 1997.

- MARTÍNEZ, P.-F. Manejo de sustratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 53-76. (IAC. Documentos, 70).
- MATTOS, P. P.; DONADIO, L. C.; BANZATTO, D. A.. Efeito do uso de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de três porta-enxertos de citros em recipientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. p. 351-354.
- MEDEIROS, J.F. Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão. Piracicaba, 1998. 152p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MEDINA, C. L. Trocas gasosas e relações hídricas de laranjeira ‘Valência’ enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. Piracicaba, 1997. 79p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MILNER, L. Water and fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings**, Ribeirão Preto:ICSN, 2001. p. 93-95.

- MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 45-51. (IAC. Documentos, 70).
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1973.
- MOORE, P. W. Propagation and growing citrus nursery trees in containers. **Proceedings of International Society Citriculture**. p.129-131, 1978.
- MORINAGA, K.; SYKES, S. R. Effect of salt and water stress on fruit quality, physiological responses, macro- and micro-element contents in leaves of Satsuma Mandarin Trees under greenhouse conditions. **JARQ**, v.53, n.1, p.53-58, 2001.
- MOURÃO FILHO, F.A.A.; DIAS, C.T.S.; SALIBE, A.A. Efeito da composição do substrato na formação de mudas de laranjeira 'Pera'. **Scientia Agrícola**, v.55, n.1, p.35-42, 1998.
- MULLER, G. W.; NEGRI, J. D.; AGUILAR-VILDOSO, C. I.; MATTOS JÚNIOR, D.; POMPEU JÚNIOR, J.; TÓFILO SOBRINHO, J.; CARVALHO, S. A.; GIROTTO, L. F.; MACHADO, M. A. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. **Laranja**, v.23, n.2, p.371-386, 2002.
- NEVES, E. M. Citricultura brasileira: efeitos econômico-financeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, v.2, p.432-436, 2001.

- NIEVES, M.; GARCIA, A.; CERDÁ, A. Effects of salinity rootstocks on lemon fruit quality. **Journal of Horticultural Science**, v. 66, p.127-130, 1991.
- NIEVES, M.; MARTINEZ, V.; CERDÁ, A.; GUILLÉN, M. G. Yield and mineral composition of 'Verna' lemon tress as affected by salinity and rootstock combination. **Journal of Horticultural Science**, v. 65, p.359-366, 1990.
- NAUER, E. M.; ROISTACHER, C. N.; LABANAUSKAS, C. K. Growing citrus in modified UC potting mixtures. **California Citrograph**, v.53, n.2, p.1-3, 1968.
- OLIC, F.B.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; GRAF, C.C.D.; GIRARDI, E.A.; SALVO, J.G.; COLEHO, R.D. Vegetative growth of containerized citrus nursery trees subjected to five levels of irrigation. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings**, Ribeirão Preto: ISCN, 2001. p. 131-133.
- OLIVEIRA, A. S. de; SALATI, E. Um estudo sobre as águas subterrâneas da região de Piracicaba. **Anais da ESALQ**, v.38, p.885-907, 1981.
- OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; BORGES, R. S.; NAKASU, B. H. **Mudas de citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 32p.
- OPPENHEIMER, H. R. Injurious salts and the ash composition of fruit trees. **Hadar**, v.10, p.3-16, 1937.
- PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

- PLATT, R. G.; OPITZ, K. W. The propagation of citrus. In: PLATT, R.G.; OPITZ, K.W.; JORDAN, L. S. et al. **The Citrus Industry**. Berkeley: University of California, 1973. cap.1, p.1-47.
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos para citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F. C. P.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. (Ed.) **Citricultura brasileira**, 2ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991, v.1, p.265-280.
- REZENDE, L. P.; AMARAL, A. M.; CARVALHO, S. A.; SOUZA, M. Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro ‘Cravo’ em vasos. I. Efeitos no crescimento vegetativo. **Laranja**, v.16, n.2, p.155-164, 1995.
- ROMERO-ARANDA, R.; SYVERTSEN, J.P. The influence of foliar-applied urea nitrogen and saline solutions on net gas exchange of Citrus leaves. **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 121, n.3, p. 501-506, 1996.
- RUSCHEL, J. Crescimento e estado nutricional de mudas de citros influenciadas pela adubação com nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. Piracicaba, 2002, 69p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SILVA, E. F. F. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. Piracicaba, 2002, 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- STOREY, R. Salt tolerance, ion relations and the effect of root medium on the response of Citrus to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.22, p.101-114, 1995.

- STOREY, R.; WALKER, R. R. Citrus and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, p.39-81, 1999.
- SYKES, S. R. The inheritance of salt exclusion in woody perennial fruit species. **Plant and Soil**, n. 146, p.123-129, 1992.
- TAVEIRA, J. A. M. Fibra de coco: Uma nova alternativa para formação de mudas cítricas. **Ciência & Prática**, v.2, n.6, p.9, 2002.
- TAVEIRA, J. A. M. Growing media utilization in containerized citrus tree production. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSEYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings**, Ribeirão Preto: ISCN, 2001. p. 189-192.
- TOZLU, I.; GUY, C. L.; MOORE, G. A. Breeding *Citrus* for salt tolerance. **Acta Horticulturae**, n.573, p.255-263, 2002.
- VALLE, M.G. Impactos na citricultura paulista decorrentes da implementação de técnicas de produção de borbulhas e mudas sadias de citros. **Laranja**, v.23, n.2, p.271-280, 2002.
- VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Roma: FAO, 1980. 184 p.
- WARNCKE, D.D. Testing artificial growth media and interpreting the results. In: WESTERMAN (Ed). **Soil Testing and Plant Analysis**. 3.ed. Madison: American Society of Agronomy, p.337-357, 1990.

WHITE, J. W.; MASTALERZ, J. W. Soil moisture as related to 'container capacity'. **American Society for Horticultural Science**, v.89, p.758-765, 1966.

YANG, S. L.; YANO, T.; AYDIN, M.; KITAMURA, Y.; TAKEUCHI, S. Short term effects of saline irrigation on evapotranspiration from lysimeter-grown Citrus trees. **Agricultural Water Management**, v. 56, p.131-141, 2002.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. G. Desenvolvimento vegetativo de mudas de citros em substrato de fibra de coco sob diferentes níveis de irrigação (compact disc). CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO, 1., João Pessoa, 2003. **CONBRAFERTI**: trabalhos. João Pessoa: UFPB/Embrapa Semi Árido, 2003.

ZEKRI, M.; PARSONS, L. R. Calcium influences growth and leaf mineral concentration of Citrus under saline conditions. **Hortscience**, v. 25, n. 7, p. 784-786, 1990.

ZEKRI, M.; PARSONS, L. R. Salinity tolerance of citrus rootstocks: Effects of salt on root and leaf mineral concentrations. **Plant and Soil**, v. 147, p. 171-181, 1992.

APÊNDICES

**APÊNDICE 1 . DADOS DO MONITORAMENTO DA CONDUTIVIDADE
ELÉTRICA PARA OS TRÊS TIPOS DE ÁGUAS DE
IRRIGAÇÃO SEM NITRATO DE CÁLCIO**

Data	CEa (dS m⁻¹)		
	Água residual	Água dessalinizada	Água natural
18/2/03	2,23	0,03	1,22
19/2/03	nc*	0,03	1,23
20/2/03	Nc	0,03	nc
21/2/03	Nc	0,03	nc
24/2/03	2,20	0,03	1,19
28/2/03	2,28	0,02	1,25
4/3/03	2,22	0,02	1,25
7/3/03	2,20	0,02	1,23
10/3/03	2,14	0,01	1,19
14/3/03	2,06	0,03	1,20
18/3/03	1,85	0,02	1,14
20/3/03	Nc	0,02	nc
21/3/03	nc	0,02	nc
25/3/03	2,08	0,02	1,14
26/3/03	nc	0,02	nc
27/3/03	2,15	0,02	nc
1/4/03	2,10	0,02	1,24
4/4/03	2,12	0,02	1,22
7/4/03	2,13	0,02	1,19
11/4/03	2,12	0,02	1,15
14/4/03	2,11	0,02	1,18
18/4/03	2,13	0,02	1,23
21/4/03	2,14	0,02	nc
29/4/03	2,04	0,02	nc
5/5/03	2,03	0,02	1,08
12/5/03	2,08	0,02	1,26
19/5/03	1,99	0,01	1,09
Média	2,11	0,02	1,19

*nc = valor não computado ou inexistente

**APÊNDICE 2 . DADOS DO MONITORAMENTO DA CONDUTIVIDADE
ELÉTRICA PARA OS TRÊS TIPOS DE ÁGUAS DE
IRRIGAÇÃO COM NITRATO DE CÁLCIO**

Data	Água natural com nitrato de cálcio	Água dessalinizada com nitrato de cálcio	Água residual com nitrato de cálcio
20/3/03	2,25	2,97	3,72
24/3/03	2,19	2,83	3,54
3/4/03	2,17	2,80	3,70
9/4/03	2,14	2,94	3,68
14/4/03	2,08	2,81	3,67
24/4/03	2,12	2,78	3,64
30/4/03	2,02	2,75	3,74
12/5/03	2,08	2,72	3,55
média	2,13	2,83	3,66

**APÊNDICE 3 . VOLUMES E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO DIÁRIOS E
ACUMULADOS POR PORTA-ENXERTO DURANTE O
EXPERIMENTO**

DATA	'CLEÓPATRA'		'CRAVO'		'SWINGLE'	
	I (mL)	I (mm)	I (mL)	I (mm)	I (mL)	I (mm)
10/3/2003	250	12,43	250	12,43	250	12,43
11/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
12/3/2003	130	6,47	130	6,47	130	6,47
13/3/2003	100	4,97	100	4,97	100	4,97
14/3/2003	100	4,97	100	4,97	100	4,97
15/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
16/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
17/3/2003	250	12,43	310	15,42	250	12,43
18/3/2003	100	4,97	130	6,47	100	4,97
19/3/2003	83	4,13	83	4,13	83	4,13
20/3/2003	83	4,13	96	4,77	83	4,13
21/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
22/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
23/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24/3/2003	250	12,43	355	17,66	275	13,68
25/3/2003	96	4,77	150	7,46	115	5,72
26/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
27/3/2003	115	5,72	150	7,46	130	6,47
28/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
29/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
30/3/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
31/3/2003	250	12,43	250	12,43	250	12,43
1/4/2003	83	4,13	220	10,94	83	4,13
2/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3/4/2003	180	8,95	270	13,43	180	8,95
4/4/2003	75	3,73	115	5,72	75	3,73
5/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00

**APÊNDICE 3 . (CONTINUAÇÃO) VOLUMES E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO
DIÁRIOS E ACUMULADOS POR PORTA-ENXERTO
DURANTE O EXPERIMENTO**

DATA	'CLEÓPATRA'		'CRAVO'		'SWINGLE'	
	I (mL)	I (mm)	I (mL)	I (mm)	I (mL)	I (mm)
6/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7/4/2003	115	5,72	190	9,45	115	5,72
8/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
9/4/2003	130	6,47	200	9,95	130	6,47
10/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11/4/2003	83	4,13	150	7,46	83	4,13
12/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
13/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14/4/2003	200	9,95	310	15,42	200	9,95
15/4/2003	75	3,73	150	7,46	75	3,73
16/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
17/4/2003	115	5,72	220	10,94	115	5,72
18/4/2003	75	3,73	115	5,72	75	3,73
19/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
20/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
21/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
22/4/2003	180	8,95	280	13,93	200	9,95
23/4/2003	75	3,73	250	12,43	75	3,73
24/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25/4/2003	150	7,46	310	15,42	150	7,46
26/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
27/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
28/4/2003	220	10,94	310	15,42	220	10,94
29/4/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
30/4/2003	115	5,72	200	9,95	115	5,72
1/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2/5/2003	160	7,96	310	15,42	160	7,96

**APÊNDICE 3 . (CONTINUAÇÃO) VOLUMES E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO
DIÁRIOS E ACUMULADOS POR PORTA-ENXERTO
DURANTE O EXPERIMENTO**

DATA	‘CLEÓPATRA’		‘CRAVO’		‘SWINGLE’	
	I (mL)	I (mm)	I (mL)	I (mm)	I (mL)	I (mm)
3/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5/5/2003	180	8,95	310	15,42	150	7,46
6/5/2003	63	3,13	83	4,13	63	3,13
7/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8/5/2003	130	6,47	250	12,43	100	4,97
9/5/2003	63	3,13	130	6,47	63	3,13
10/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
12/5/2003	180	8,95	310	15,42	150	7,46
13/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14/5/2003	115	5,72	180	8,95	83	4,13
15/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
16/5/2003	250	12,43	250	12,43	250	12,43
17/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
18/5/2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00
19/5/2003	160	7,96	310	15,42	120	5,97
ACÚMULO	4979,00	247,64	7527,00	374,36	4896,00	243,51
MÉDIA	70,13	3,49	106,01	5,27	68,96	3,43

**APÊNDICE 4. TAXAS MÉDIAS¹ DE LIXIVIAÇÃO POR PORTA-ENXERTO
DURANTE O EXPERIMENTO**

P.E. Data	'CLEÓPATRA'			'CRAVO'			'SWINGLE'		
	I (mL)	Dr (mL)	Perda (%)	I (mL)	Dr (mL)	Perda (%)	I (mL)	Dr (mL)	Perda (%)
12/mar	250	133,00	53,20	250	130,33	52,13	250	145,83	58,33
13/mar	130	69,33	53,33	130	60,17	46,28	130	67,50	51,92
14/mar	100	42,67	42,67	100	31,17	31,17	100	38,33	38,33
17/mar	100	28,67	28,67	100	19,00	19,00	100	22,83	22,83
18/mar	250	64,00	25,60	310	77,67	25,05	250	49,50	19,80
19/mar	100	48,33	48,33	130	68,17	52,44	100	36,33	36,33
20/mar	83	22,00	26,51	83	10,25	8,23	83	14,00	16,87
24/mar	83	31,67	38,15	96	24,33	25,35	83	28,17	33,94
25/mar	250	64,00	25,60	355	105,17	29,62	275	78,33	28,48
26/mar	96	24,33	25,35	150	53,83	35,89	115	42,33	36,81
31/mar	115	42,00	36,52	150	56,00	37,33	130	54,33	41,79
1/abr	250	nc*	nc	250	nc	nc	250	nc	nc
3/abr	83	nc	nc	220	nc	nc	83	nc	nc
4/abr	180	nc	nc	270	nc	nc	180	nc	nc
7/abr	75	nc	nc	115	nc	nc	75	nc	nc
8/abr	115	19,33	16,81	190	43,00	22,63	115	20,67	17,97
11/abr	130	32,17	24,74	200	38,83	19,42	130	31,33	24,10
14/abr	83	16,50	19,88	150	37,50	25,00	83	11,33	6,83
15/abr	200	39,17	19,58	310	46,83	15,11	200	32,50	16,25
17/abr	75	24,50	32,67	150	60,50	40,33	75	23,33	31,11
22/abr	190	41,67	21,93	335	66,83	19,95	190	31,00	16,32
23/abr	180	nc	nc	280	nc	nc	200	nc	nc
25/abr	75	36,40	40,44	250	140,80	46,93	75	52,60	58,44
28/abr	150	15,75	7,00	310	76,25	16,40	150	35,40	19,67
30/abr	220	nc	nc	310	nc	nc	220	nc	nc
2/mai	115	9,20	6,67	200	12,33	3,08	115	4,50	1,30
5/mai	160	57,33	35,83	310	110,17	35,54	160	48,00	30,00
6/mai	180	53,33	29,63	310	72,00	23,23	150	23,33	15,56
8/mai	63	20,17	32,01	83	3,50	1,41	63	17,67	28,04
9/mai	130	22,83	17,56	250	27,17	10,87	100	nc	nc
12/mai	63	11,20	14,81	130	27,33	21,03	63	15,50	8,20
13/mai	180	47,83	26,57	310	53,67	17,31	150	27,50	12,22

**APÊNDICE 4 . (CONTINUAÇÃO) TAXAS MÉDIAS¹ DE LIXIVIAÇÃO POR
PORTA-ENXERTO DURANTE O EXPERIMENTO**

P.E. Data	'CLEÓPATRA'			'CRAVO'			'SWINGLE'		
	I	Dr	Perda	I	Dr	Perda	I	Dr	Perda
	(mL)	(mL)	(%)	(mL)	(mL)	(%)	(mL)	(mL)	(%)
19/mai	365	47,83	13,11	430	53,67	12,48	333	27,50	5,51
20/mai	160	51,67	32,29	310	41,00	13,23	120	33,33	27,78
Média (%)			28,41			25,23			26,10

¹Valores médios para 6 plantas por porta-enxerto, independente dos tratamentos

*nc = valor não computado ou inexistente

**APÊNDICE 5 – DADOS DO ACOMPANHAMENTO DA CONDUTIVIDADE
ELÉTRICA DA ÁGUA DRENADA (CEdr) POR
TRATAMENTO AO LONGO DO EXPERIMENTO**

Tratamento	CEdr										MÉDIA
Data	19/3	19/3	19/3	26/3	7/4	17/4	25/4	5/5	12/5	19/5	
Tr1	3,76	4,75	4,26	nc*	3,75	3,41	3,58	3,48	3,49	3,53	3,78
Tr2	3,50	4,09	3,80	nc	3,92	4,33	4,68	5,10	5,20	5,74	4,48
Tr3	2,98	4,06	3,52	3,93	3,65	3,94	4,28	4,70	4,65	5,00	4,07
Tr4	3,19	3,48	3,34	3,48	3,52	4,02	4,32	4,97	4,80	5,24	4,04
Tr5	3,63	3,63	3,63	3,82	4,20	5,49	5,86	6,06	6,05	7,27	4,96
Tr6	3,86	4,07	3,97	nc	4,59	5,97	6,34	7,62	7,23	7,39	5,67
Tr7	3,16	4,25	3,71	4,24	3,70	3,68	3,86	2,99	2,22	1,17	3,30
Tr8	4,74	4,86	4,80	5,56	5,40	6,78	6,95	7,55	8,64	7,69	6,30
Tr9	2,95	3,64	3,30	4,03	3,84	4,24	4,02	3,64	3,19	2,88	3,57
Tr10	3,26	3,87	3,57	4,32	4,03	4,95	5,34	5,15	5,27	5,15	4,49
Tr11	4,15	4,63	4,39	5,45	4,97	6,57	7,38	7,39	7,86	7,75	6,05
Tr12	4,84	4,52	4,68	5,52	5,83	7,96	8,00	8,44	9,49	10,89	7,02
Tr13	3,67	5,21	4,44	5,35	4,40	4,28	4,17	3,67	4,37	3,86	4,34
Tr14	nc	4,40	4,40	4,46	4,25	6,00	5,14	5,99	6,76	6,76	5,35
Tr15	2,97	nc	2,97	3,75	3,33	3,86	4,14	4,54	4,06	4,18	3,76
Tr16	3,10	4,38	3,74	4,18	3,98	4,57	5,14	5,61	5,40	5,87	4,60
Tr17	3,91	4,06	3,99	4,34	3,81	4,48	5,18	5,78	6,19	6,39	4,81
Tr18	4,34	3,73	4,04	4,21	4,67	5,80	6,18	7,50	7,32	7,58	5,54

*nc = valor não computado ou inexistente

**APÊNDICE 6 . VALORES MEDIDOS EM CADA PARCELA PARA OS
PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO DOS PORTA-ENXERTOS AOS 41
DAT E RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

Tratamento	Alt (cm)	D (mm)	MSR (g)	MS PA (g)	MS Total (g)	R/PA
1	58,90	4,01	1,33	3,51	4,84	0,38
2	59,97	4,08	1,22	3,50	4,72	0,35
3	59,53	3,99	1,25	3,23	4,48	0,39
4	58,20	4,00	1,42	3,89	5,31	0,36
5	59,63	3,98	1,22	3,39	4,60	0,36
6	59,23	3,91	1,18	3,41	4,59	0,35
7	65,00	5,75	2,13	5,86	7,99	0,36
8	65,97	5,87	1,96	5,93	7,89	0,34
9	65,87	5,96	2,11	6,39	8,50	0,34
10	64,97	5,64	2,09	5,63	7,72	0,37
11	65,23	5,66	1,90	5,61	7,51	0,34
12	65,40	5,61	1,90	5,60	7,49	0,34
13	60,73	6,39	1,53	3,80	5,33	0,42
14	59,77	6,25	1,65	4,53	6,18	0,36
15	59,57	6,30	1,61	4,34	5,95	0,37
16	58,80	6,27	1,75	4,76	6,51	0,37
17	59,77	6,25	1,56	4,27	5,83	0,36
18	60,17	6,25	1,45	4,24	5,69	0,34

Causas da variação	Valores de F calculados					
P.E. ¹⁶	113.8*	2383*	81.51*	211.4*	197.9*	2.769
Ca	1.049	4.279*	7.218*	1.815	4.329*	7.320*
CE	0.883	3.214*	0.078	0.408	0.325	0.495
Ca x CE	0.635	0.750	1.585	2.790	2.630	1.023
Ca x CE x P.E	0.563	1.749	0.592	1.869	1.499	0.359
Ca x P.E.	0.188	1.077	0.354	0.192	0.194	0.04
CE x P.E.	0.166	1.170	0.136	2.014	1.331	1.212

Causas da variação	Probabilidade do efeito ter se dado ao acaso (Pr>F)					
P.E.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0684
vgCa	0.3087	0.0417	0.0087	0.1815	0.0405	0.0082
CE	0.4172	0.0452	0.9250	0.6665	0.7236	0.6116
Ca x CE	0.5324	0.4754	0.2110	0.0671	0.0780	0.3640
Ca x CE. x P.E	0.6900	0.1468	0.6697	0.1234	0.2099	0.8373
Ca x P.E.	0.8287	0.3451	0.7026	0.192	0.8242	0.9608
CE x P.E.	0.9550	0.3299	0.9684	0.0998	0.2653	0.3116

*Significativo a 5% de probabilidade.

¹⁶ Abreviaturas conforme Tabelas 8 e 13.

**APÊNDICE 7 . VALORES MEDIDOS EM CADA PARCELA PARA OS
PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO DOS PORTA-ENXERTOS AOS 63
DAT E RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

Tratamento	Alt (cm)	D (mm)	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	R/PA
1	76,00	4,32	1,77	6,19	7,97	0,285
2	75,50	4,26	1,66	6,23	7,89	0,266
3	74,67	4,19	1,82	6,17	8,00	0,297
4	72,33	4,09	1,73	5,70	7,43	0,305
5	78,33	4,29	1,85	6,85	8,70	0,269
6	69,67	3,80	1,54	5,36	6,90	0,287
7	79,17	6,83	3,85	11,85	15,70	0,326
8	81,67	6,31	3,25	10,89	14,14	0,297
9	86,17	6,76	3,52	11,67	15,19	0,301
10	85,83	6,47	3,30	11,18	14,48	0,294
11	83,83	6,62	3,64	11,25	14,88	0,324
12	85,00	6,27	3,40	11,44	14,84	0,298
13	73,00	7,17	2,86	8,32	11,18	0,343
14	65,83	6,71	2,49	7,12	9,61	0,353
15	73,17	7,06	2,45	7,75	10,21	0,316
16	65,00	6,59	2,28	6,68	8,95	0,348
17	72,17	6,61	2,55	7,56	10,11	0,340
18	73,33	6,91	2,70	7,93	10,63	0,340
Causas da variação	Valores de F calculados					
P.E. ¹⁷	45.79*	479.9*	147.4*	166.9*	162.7*	33.37*
Ca	0.0029	5.942*	0.660	0.166	0.226	0.597
CE	2.399	4.222*	1.626	1.499	1.909	0.285
Ca x CE	0.474	1.142	2.548	1.755	2.108	1.186
Ca x CE x P.E	2.146	2.016	0.993	1.143	1.320	1.166
Ca x P.E.	0.0214	0.573	0.362	0.356	0.209	2.684
CE x P.E.	1.903	0.487	0.496	0.397	0.477	2.319
Causas da variação	Probabilidade do efeito ter se dado ao acaso (Pr>F)					
P.E.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.9569	0.0169	0.4190	0.6844	0.6354	0.4418
CE	0.0969	0.0179	0.2027	0.2292	0.1546	0.7527
Ca x CE	0.6243	0.3240	0.0842	0.1791	0.1278	0.3104
Ca x CE. x P.E	0.0821	0.0994	0.4159	0.3418	0.2690	0.3318
Ca x P.E.	0.9788	0.5661	0.6974	0.356	0.8120	0.0741
CE x P.E.	0.1173	0.7450	0.7387	0.397	0.7528	0.0635

*Significativo a 5% de probabilidade.

¹⁷ Abreviaturas conforme Tabelas 8 e 13.

**APÊNDICE 8 . VALORES MEDIDOS EM CADA PARCELA PARA OS
PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO DOS PORTA-ENXERTOS AOS 85
DAT E RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

Tratamento	ÁF (cm ²)	Alt (cm)	D (mm)	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	R/PA
1	665,14	86,50	4,84	2,29	8,53	10,82	0,27
2	659,19	85,67	4,54	2,23	8,48	10,71	0,26
3	675,78	86,17	4,53	2,13	8,60	10,73	0,24
4	619,60	81,67	4,40	1,98	7,55	9,54	0,26
5	590,24	79,83	4,30	1,96	7,57	9,53	0,26
6	627,02	83,67	4,44	1,93	8,10	10,03	0,24
7	1170,05	104,00	7,39	4,94	16,26	21,20	0,30
8	1250,09	108,67	7,47	5,58	18,80	24,38	0,30
9	1296,84	112,50	7,80	5,60	19,16	24,76	0,29
10	1146,45	105,17	7,37	4,93	16,57	21,50	0,30
11	1223,33	110,17	7,24	5,02	18,23	23,25	0,27
12	1144,78	106,50	7,02	4,86	16,78	21,64	0,29
13	529,26	76,67	7,96	3,82	10,74	14,56	0,36
14	513,85	73,67	7,60	3,50	10,16	13,66	0,34
15	544,74	79,00	7,38	3,43	10,03	13,47	0,34
16	547,48	74,83	7,97	3,81	10,61	14,42	0,36
17	514,51	73,00	7,72	3,77	10,66	14,43	0,35
18	565,18	80,17	7,35	3,39	10,52	13,91	0,32

Causas da variação**Valores de F calculados**

P.E. ¹⁸	564.9*	244.2*	647.9*	293.5*	325.0*	334.0*	100.8*
Ca	0.572	0.175	6.837*	0.891	0.0582	0.0089	4.034*
CE	0.642	0.836	2.432	2.104	1.042	1.281	2.303
Ca x CE	2.309	2.860	0.192	0.2650	0.812	0.536	2.112
Ca x CE. x P.E	0.454	0.511	2.696*	1.504	1.695	1.739	1.192
Ca x P.E.	0.409	0.466	0.0537	0.2680	0.677	0.600	0.114
CE x P.E.	2.118	2.076	1.094	0.7790	1.245	1.140	0.594

Causas da variação**Probabilidade do efeito ter se dado ao acaso (Pr>F)**

P.E.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.4515	0.6770	0.0106	0.3480	0.8100	0.9250	0.0478
CE	0.5288	0.4369	0.0940	0.1283	0.3573	0.2830	0.1061
Ca x CE	0.1055	0.0628	0.8255	0.7680	0.4472	0.5868	0.1273
Ca x CE x P.E	0.7690	0.7278	0.0362	0.2082	0.1586	0.1489	0.3204
Ca x P.E.	0.6654	0.6294	0.9478	0.7659	0.5108	0.5509	0.8928
CE x P.E.	0.0855	0.0911	0.3647	0.5417	0.2982	0.3435	0.6677

*Significativo a 5% de probabilidade.

¹⁸ Abreviaturas conforme Tabelas 8 e 13.