



ELISÂNGELA APARECIDA DA SILVA

**TROCAS GASOSAS E POTENCIAL HÍDRICO
NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE
CULTIVARES APIRÊNICAS DE CITROS**

LAVRAS – MG

2013

ELISÂNGELA APARECIDA DA SILVA

**TROCAS GASOSAS E POTENCIAL HÍDRICO NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CULTIVARES APIRÊNICAS DE
CITROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. José Darlan Ramos

Coorientadora

Dra. Ester Alice Ferreira

LAVRAS – MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFPA**

Silva, Elisângela Aparecida da.

Trocas gasosas e potencial hídrico no desenvolvimento inicial de cultivares apirênicas de citros / Elisângela Aparecida da Silva. – Lavras : UFLA, 2013.

73 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: José Darlan Ramos.

Bibliografia.

1. *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. 2. *Citrus reticulata* (Blanco). 3. Caracterização fisiológica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.304

ELISÂNGELA APARECIDA DA SILVA

**TROCAS GASOSAS E POTENCIAL HÍDRICO NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CULTIVARES APIRÊNICAS DE
CITROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 20 de dezembro de 2012.

Dra. Ester Alice Ferreira	EPAMIG
Dra. Vânia Aparecida Silva	EPAMIG
Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun	UFLA
Dra. Débora Costa Bastos	EMBRAPA

Orientador
Dr. José Darlan Ramos

**LAVRAS – MG
2012**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus e à Nossa Senhora, que me permitem viver e ter ótimas oportunidades nessa vida.

Aos meus pais (Rosa de Fátima Miotto da Silva e Lázaro Celestino da Silva) e ao meu irmão (Evandro), que apesar da distância, sempre acompanharam minha trajetória acadêmica, incentivando-me e torcendo por mim.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, a todos os professores, técnicos e funcionários desta instituição, que acompanharam minha trajetória no curso de doutorado.

Agradeço à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e às Pesquisadoras Ester Alice Ferreira e Vânia Aparecida Silva, pelo apoio técnico e financeiro para execução do projeto que gerou estes resultados.

Ao Setor de Fisiologia Vegetal da UFLA, na pessoa do Prof. João Paulo R. A. D. Barbosa, pela orientação e ajuda nos trabalhos, além do empréstimo dos equipamentos.

À Hidroplan pelo fornecimento do gel e informações técnicas.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de doutorado.

Os agradecimentos especiais são para pessoas especiais: Ester Alice Ferreira e José Darlan Ramos, pela amizade, orientação, ensinamentos, pela paciência que tiveram em me orientar, enfim, pela oportunidade de trabalhar um pouco ao lado de cada um.

Ao amigo Helbert Rezende, companheiro de trabalho intenso, agradeço muito por ter me acompanhado em todos experimentos.

Aos membros da banca, pelo auxílio e sugestões feitas no trabalho, paciência e atenção.

Agradeço imensamente aos diversos amigos que fiz em Lavras, aqueles do curso de doutorado, outros da cidade..., mas principalmente às pessoas que conheci no Parque Francisco de Assis, foram elas que fizeram as horas mais difíceis ficarem muito mais leves, melhores...e isso mudou minha vida, para sempre.

Muito obrigada. Em Deus, sempre.

RESUMO

São poucas as informações sobre o comportamento das cultivares apirênicas de citros no Brasil e, nas condições de Minas Gerais, essas não existem. Considerando a demanda do mercado e tendo em vista a necessidade de ampliar o período de oferta de laranjas e tangerinas para consumo *in natura*, a introdução e a recomendação de novas alternativas para a diversificação da citricultura no Sul de Minas se fazem necessárias. Sendo assim, esta pesquisa objetivou estudar dados fisiológicos do comportamento de cultivares apirênicas de laranjeira e tangerineira. Os experimentos foram conduzidos na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. No experimento em campo, foi analisado o comportamento sazonal das cultivares apirênicas de tangerineira considerando as trocas gasosas das cultivares. Em casa de vegetação, cultivares de laranjeiras submetidas ao déficit hídrico, foram estudadas quanto ao potencial hídrico na antemanhã e ao meio-dia e quanto às trocas gasosas. No cultivo inicial da tangerineira 'Clemenules' foi utilizado o hidrogel, analisando as respostas das plantas quanto às trocas gasosas e potencial hídrico antemanhã e ao meio-dia. A tangerineira 'Okitsu' apresentou sensibilidade estomática nas condições de alta demanda evaporativa da atmosfera do verão. A tangerineira 'Ortanique' foi sensível à baixa temperatura no outono e a 'Clemenules' apresentou maior taxa fotossintética nesta estação. Não houve diferença significativa entre as cultivares de laranjeira quanto ao potencial hídrico quando submetidas ao déficit hídrico nas condições estudadas. Quanto às trocas gasosas, o déficit hídrico propiciou redução da taxa fotossintética pela limitação estomática em todas as cultivares, sendo que para a cultivar 'Lanelate' a manutenção da razão C_i/C_a sugere também limitações não estomáticas da fotossíntese. O hidrogel permite maior manutenção do *status* hídrico de mudas da tangerineira 'Clemenules', entretanto, essa cultivar é bastante sensível a variações no *status* hídrico.

Palavras-chave: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. *Citrus reticulata* (Blanco). Caracterização Fisiológica.

ABSTRACT

Little information about the behavior of seedless cultivars of citrus in Brazil and in the conditions of Minas Gerais, these do not exist. Considering the market demand and in view of the need to extend the offer period of oranges and tangerines for fresh consumption, introduction and recommendation of new alternatives to diversify the citrus industry in Southern Minas are necessary. Therefore, this research aimed to study the behavior of physiological data seedless cultivars and mandarin orange. The experiments were conducted at Agricultural Research Corporation of Minas Gerais. In the field experiment, we investigated the behavior of seasonal varieties of seedless mandarin considering gas exchange of cultivars. In the greenhouse, orange cultivars subjected to drought, were studied as to predawn leaf water potential and midday and as gas exchange. In the initial cultivation of mandarin 'Clemenules' hydrogel was used, analyzing the responses of plants as gas exchange and water potential predawn and midday. The mandarin 'Okitsu' showed stomatal sensitivity in conditions of high evaporative demand of the atmosphere of summer. The mandarin 'Ortanique' was sensitive to low temperature in autumn and 'Clemenules' showed higher photosynthetic rate this season. There was no significant difference between orange cultivars on the water potential when submitted to drought conditions studied. As for gas exchange, water deficit caused a reduction of photosynthetic rate by stomatal limitation in all cultivars and for cultivar 'Lanelate' maintaining the C_i/C_a ratio also suggests not stomatal limitations of photosynthesis. The hydrogel allows greater maintenance of water status of seedlings of tangerine 'Clemenules', however, this cultivar is quite sensitive to changes in water status.

Keywords: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. *Citrus reticulata* (Blanco). Physiological characterization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Importância da Citricultura	11
2.2	Citricultura em Minas Gerais: desafios e alternativas de cultivo	12
2.3	Citros apirênicos	14
2.4	Cultivares apirênicas de citros com potencial para o sul de Minas	15
2.4.1	Laranjeiras	15
2.4.1.1	Grupo Navel	15
2.4.1.1.1	‘Navelina’: <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	16
2.4.1.1.2	‘Navelate’: <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	17
2.4.1.1.3	‘Lanelate’: <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	18
2.4.2	Tangerineiras	18
2.4.2.1	Grupo Satsuma	18
2.4.2.1.1	‘Okitsu’: <i>Citrus unshiu</i> Marcovitch	19
2.4.2.2	Grupo Clementina	20
2.4.2.2.1	‘Clemenules’: <i>Citrus reticulata</i> Blanco	21
2.4.2.2.2	‘Ortanique’: [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck x <i>C. reticulata</i> Blanco]	22
3	Fisiologia	23
3.1	Fisiologia em citros	23
3.2	Efeitos da deficiência hídrica em citros	25
3.3	Porta-enxertos cítricos e deficiência hídrica	26
	REFERÊNCIAS	29
	CAPÍTULO 1 Variação sazonal das trocas gasosas em cultivares apirênicas de tangerineira em fase de formação de pomar no sul de Minas Gerais	35
1	INTRODUÇÃO	37
2	MATERIAL E MÉTODOS	39
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	46
	CAPÍTULO 2 Relações hídricas e trocas gasosas em mudas de cultivares apirênicas de laranjeira submetidas ao déficit hídrico	47
1	INTRODUÇÃO	49
2	MATERIAL E MÉTODOS	51
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4	CONCLUSÕES	60
	REFERÊNCIAS	61
	CAPÍTULO 3 Tangerineira ‘Clemenules’ cultivadas em hidrogel: trocas gasosas e <i>status</i> hídrico	63
1	INTRODUÇÃO	65
2	MATERIAL E MÉTODOS	67
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4	CONCLUSÕES	72
	REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é uma atividade abrangente, estando presente em quase todas as regiões do Brasil, com pólos de produção consolidados em vários Estados. A cada ano o segmento firma-se como um dos principais geradores de renda, de empregos e desenvolvimento rural. Essa expansão pode ser atribuída à demanda por alimentos saudáveis, sendo que as frutas se enquadram pelo baixo nível calórico e altos teores de nutrientes; e ainda à demanda industrial para desenvolver e introduzir novos produtos derivados de frutas que satisfaçam à expectativa dos consumidores (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2008).

A maioria das regiões do estado de Minas Gerais apresenta comprovadas condições para cultivo de diversas frutíferas, devido às suas condições edafoclimáticas e localização privilegiada, estando próxima aos principais centros consumidores. O estado se destaca como o quarto maior produtor de laranja e o terceiro maior produtor de tangerinas. Os plantios expressivos dessas espécies estão concentrados em duas regiões do estado: no Triângulo Mineiro, considerado uma extensão da citricultura paulista, cuja produção é destinada principalmente às agroindústrias paulistas, e no sul do estado onde a citricultura é caracterizada por pequenas e médias propriedades, e as produções são destinadas ao consumo de frutas frescas e onde possui laranjeiras e tangerineiras, com destaque nos municípios de Campanha e Perdões (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010).

O sul de Minas, além de apresentar características climáticas para produção de laranjas e tangerinas para consumo na forma de frutas frescas, proporcionando boas características de coloração e de balanço açúcar/acidez, que são importantes aspectos de qualidade exigidos pelos consumidores; a citricultura apresenta ainda um potencial de desenvolvimento para a agricultura

familiar contribuindo para o desenvolvimento social da região (SOUZA; LOBATO, 2001).

Entretanto, na referida região, predominam-se plantios com as cultivares ‘Pera’ e ‘Ponkan’ de laranjeira e tangerineira respectivamente, que apesar de terem boa aceitação por parte dos consumidores, tem sua produção restrita a determinados períodos do ano. Falta ao citricultor sul mineiro alternativas que possibilitem a ampliação dos períodos o que, se agregada à demanda do mercado consumidor, poderá contribuir para que se torne mais competitiva e gere maior renda.

A nova tendência do mercado consumidor de citros é a ausência de sementes. Diante dessa demanda, cultivares já consagradas no mercado internacional já foram introduzidas no Brasil (OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005; PIO, 2003) e têm como principais características diferenciais: sabor, aroma, cor e, principalmente, a apirenia. A literatura relata que, nas regiões onde são plantadas, estas cultivares apresentam ainda colheita de frutos fora da época das tradicionalmente plantadas o que possibilita a entrada nas “janelas” de mercado.

São poucas as informações sobre o comportamento das cultivares apirênicas de citros no Brasil e, nas condições de Minas Gerais, essas não existem. Sendo assim, considerando a demanda do mercado consumidor por frutos apirênicos e também a necessidade de ampliar o período de oferta de laranjas e tangerinas para consumo *in natura*, faz-se necessário o estudo do comportamento das cultivares nas condições de clima da região sul de Minas, para possíveis recomendações de cultivo de novas cultivares que atendam tais demandas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da Citricultura

O potencial do agronegócio dos citros é notório no Brasil onde este movimenta mais de três bilhões de dólares por ano (IBGE, 2010). São cultivadas cerca de 250 milhões de plantas cítricas no País, em uma área de 940 mil ha, com manutenção de 500 mil empregos diretos. Por meio do parque citrícola nacional, são produzidas 18,3 milhões de toneladas de laranja, 1,2 milhões de toneladas de tangerina e 1 milhão de toneladas de limas ácidas e de limões por ano (LARANJA, 2008).

No grupo das frutas cítricas se destacam as laranjas e as tangerinas que podem ser usadas tanto na indústria, principalmente na fabricação de suco, quanto no consumo *in natura*. O mercado industrial de suco cítrico no Brasil é consolidado, e a produção brasileira de suco de laranja concentrado congelado é a maior do mundo. Este ramo citrícola é voltado basicamente para o mercado externo, e é considerado um dos líderes do processo de ajuste e aumento de competitividade experimentado pela economia nacional nos anos recentes. Do processo de fabricação de suco, obtém-se ainda subprodutos como farelo que representa 49,24%, as células congeladas, 2,67%; os óleos essenciais, 1,7%, a d'limonene, 0,92%; e os líquidos aromáticos, 0,57%, sendo as aplicações em solvente industrial, componente aromático, obtenção de sabores artificiais, utilização na indústria farmacêutica e alimentícia e fabricação de adesivos.

Apesar da posição de destaque na produção de suco de laranja concentrado congelado, visando o mercado externo, ter trazido inúmeros ganhos econômicos para o país, atualmente não tem como os citricultores dependerem apenas do mercado externo de suco. A citricultura brasileira precisa de um novo modelo de desenvolvimento, com opções diversificadas na citricultura e menos

dependentes de outros países (ANUÁRIO BRASILEIRO DE AGRICULTURA, 2012).

No mercado de consumo de frutas frescas, a demanda de frutas cítricas é bastante expressiva. Apesar dos problemas fitossanitários enfrentados nos pomares de laranja, que provocaram alta de preços no mercado interno e resultou no afastamento principalmente dos consumidores de baixa renda (VILELA; BICALHO, 2010); segundo dados da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo - CEAGESP (2010), o Brasil ainda precisa importar para atender a demanda do mercado *in natura* de frutas cítricas.

Outra característica importante da citricultura é que esta pode ser tanto empresarial, onde são usadas tecnologias de ponta em toda cadeia produtiva, a exemplo de algumas regiões de São Paulo, mas também pode ser de pequenas propriedades ou familiar, desenvolvida com insumos baratos, como esterco de gado, palhadas de café e outros produtos que podem ser encontrados em abundância em qualquer região agrícola; contribuindo assim para o aumento da renda das pequenas propriedades.

2.2 Citricultura em Minas Gerais: desafios e alternativas de cultivo

O Estado de Minas Gerais apresenta características que favorecem a citricultura, como amplitude climática, solos adequados, boa distribuição de energia elétrica, disponibilidade de mananciais hídricos, malha rodoviária de boa qualidade e bem distribuída e localização adequada para comercialização da produção (SOUZA; LOBATO, 2001).

Na região do Triângulo Mineiro, a influência do Estado de São Paulo e a proximidade das indústrias de suco lá localizadas, atraíram os empresários paulistas e a citricultura lá se estabeleceu com o perfil empresarial, com produção destinada à indústria. Estimava-se em 2001, que a região possuía

aproximadamente 28 mil hectares, sendo estes com 10 milhões de plantas, tendo como principais variedades: ‘Pêra’, ‘Natal’, ‘Valência’ e ‘Hamlin’. Já na região Sul do Estado de Minas Gerais predomina o cultivo de tangerineira, onde estimou-se uma população acima de 1,5 milhão de plantas, em uma área aproximada de 4.200 ha (ESTANISLAU et al., 2001).

Existe enorme demanda nacional por frutas cítricas para mercado *in natura*, uma vez que a produção paulista é destinada à produção de suco concentrado, deixando grande lacuna na produção de frutas cítricas frescas. Entretanto, este mercado está cada dia mais exigente e sofisticado, ou seja, além de frutas suculentas, de tamanho médio, uniformes, de coloração intensa, com equilíbrio entre acidez e teor de açúcares, é desejável que estas sejam sem sementes (PIO, 2003). De acordo com o mesmo autor, o grupo das tangerinas agrupa apenas quatro variedades comerciais: tangerinas ‘Ponkã’ e ‘Cravo’, tangor ‘Murcote’ e ‘Mexerica do Rio’. Como consequência, a cultura vem, ao longo dos anos, apresentando alta vulnerabilidade e restam poucas chances de escolha para o consumidor brasileiro.

O mercado consumidor de laranjas e tangerinas apirênicas tem sido crescente na Europa e a mesma tendência é esperada para o mercado brasileiro, pois estas frutas, por suas boas características agronômicas e organolépticas, aliadas ao fato de não possuírem sementes, tornam-se muito mais valorizadas pelos consumidores e atingem cotações superiores às demais variedades existentes no mercado.

Outra demanda do consumidor é a oferta do produto o ano todo, com isso, tanto para laranjas quanto para tangerinas, produzir na entressafra é o grande segredo. A produção nas chamadas “janelas de mercado” proporciona melhores condições de comercialização e ganhos satisfatórios para os produtores. Se for considerado o mercado externo, enorme espaço a ser

conquistado, é ainda mais promissor uma vez que a produção brasileira de frutas cítricas pode preencher os meses onde não há colheita no hemisfério norte.

É importante ressaltar que a identificação de cultivares promissoras por meio de pesquisa, e a sua recomendação aos produtores são apenas algumas das etapas de um processo, cujo sucesso dependerá de uma série de procedimentos, onde todos os níveis da cadeia produtiva devem estar comprometidos.

2.3 Citros apirênicos

Considerado o primeiro produtor mundial de citros e o maior exportador de suco concentrado e congelado de laranja, o Brasil domina 80% do mercado internacional, com enorme potencial de crescimento na produção de frutas para o consumo *in natura*.

Segundo Paiva et al. (2005), embora os citros sejam uma das frutíferas mais pesquisadas no mundo, fatores biológicos e genéticos têm limitado o número de cultivares disponibilizadas aos agricultores. Além disso, sempre houve maior preocupação com as cultivares aptas à produção de suco, que, necessariamente, não são as mais indicadas para o mercado *in natura*. Assim, as cultivares apirênicas de citros de mesa consagradas em todo mundo eram desconhecidas pelos produtores e consumidores brasileiros, existindo apenas em bancos de germoplasma.

Ausência de sementes em frutos cítricos é uma característica altamente desejável, uma vez que existe grande preferência do mercado consumidor por frutos apirênicos (OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005).

A apirenia, associada ao *ratio* (razão entre sólidos solúveis totais e acidez), ao tamanho médio, à uniformidade, à coloração intensa e à facilidade de remoção da casca, influenciam positivamente a comercialização dos frutos em vários mercados, uma vez que, atualmente, é crescente a demanda nacional por

frutas cítricas para mercado *in natura* (OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005).

Em 1999, a Embrapa Clima Temperado (Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado - CPACT) iniciou um programa de introdução de borbulhas indexadas das principais cultivares de citros de mesa do mundo, estabelecendo plantas matrizes e borbulheiras para multiplicação e distribuição de material sadio e com fidelidade genética aos viveiristas.

Os materiais introduzidos produzem frutos sem sementes, apresentam grande aceitação no mercado internacional e são cultivados comercialmente em vários países (OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005).

Foram introduzidas as cultivares apirênicas de laranjeiras ‘Lane Late’, ‘Navelate’, ‘Navelina’ e ‘Salustiana’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]; e as tangerineiras ‘Clemenules’ e ‘Marisol’ (*Citrus reticulata* Blanco) e a satsuma ‘Okitsu’ (*Citrus unshiu* Marcovitch); e os híbridos ‘Nova’ [*Citrus clementine* x (*Citrus paradisi* x *Citrus tangerina*)] e ‘Ortanique’ (tangor natural provavelmente entre *Citrus sinensis* (L.) Osbeck e *Citrus reticulata* Blanco) (OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005).

A produção de citros de mesa sem sementes tem se mostrado uma alternativa viável, face à tendência mundial (OLIVEIRA; WREGGE, 2005).

2.4 Cultivares apirênicas de citros com potencial para o sul de Minas

2.4.1 Laranjeiras

2.4.1.1 Grupo Navel

Neste grupo estão as laranjas facilmente reconhecidas pela presença do umbigo ou do inglês ‘navel’ que são mundialmente apreciadas pelos

consumidores. As flores das cultivares desse grupo têm um verticilo carpelar que, ao se desenvolver, dá lugar a um segundo fruto, incluído no principal, podendo aparecer no exterior da região estilar, na forma que recorda um umbigo (GONZÁLEZ-SICILIA, 1963). A ausência de sementes neste grupo se deve ao fato de que as células dos grãos de pólen se desintegram, não dando lugar à formação dos mesmos, e o saco embrionário normalmente é estéril, ocorrendo assim a apirenia, mesmo na presença de cultivares polinizadoras (OLIVEIRA et al., 2004).

2.4.1.1.1 ‘Navelina’: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

É uma das cultivares de laranja de umbigo ou Navel, com cor intensa e com características próximas à laranja ‘Bahia’ que é internacionalmente conhecida como ‘Washington Navel’. Trata-se de uma das variedades mais exploradas juntamente com a ‘Newhall’ navel, representa a base da citricultura espanhola, onde as laranjas de um modo geral respondem por 54% da produção (ADRIAENSENS, 1999).

A sua origem é controversa. Para alguns estudiosos é desconhecida, para outros ocorreu na Califórnia, nos Estados Unidos, em 1910, decorrente de mutação espontânea, onde recebeu o nome de ‘Smith’s Early navel’. Foi adaptada na Espanha, em 1933, no Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), onde, devido às suas menores dimensões e menor vigor em relação a ‘Washington Navel’ recebeu o nome ‘Navelina’. Seus plantios naquele local foram crescendo desde a sua introdução, fazendo com que seja atualmente a principal cultivar plantada (GUARDIOLA et al., 1974).

Como características morfológicas as ‘Navelinas’ apresentam porte médio com copa relativamente arredondada, bem desenvolvida, aspecto globoso, folhagem abundante densa e de cor verde escuro. Apesar de ser vigorosa, nunca

apresenta um grande porte, mesmo depois de adulta. A planta é bastante produtiva com floração abundante (AMORÓS, 1995; SAUNT, 1990).

Seus frutos apresentam forma redonda ou ligeiramente oval, com peso oscilando entre 220 e 260 g. O “umbigo” externo é menos saliente que nas outras cultivares do grupo ‘Navel’, não possui semente e a polpa é suculenta (OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005).

Em termos de época de produção, os mesmos autores relatam que a cultivar apresentou precocidade na região de Rosário do Sul-SP, com colheita iniciando-se a partir da segunda quinzena de abril. Já na região de Capão Bonito-SP, onde foi avaliada sob diferentes porta-enxertos (citrumeleiro ‘Swingle’ e *Poncirus trifoliata*); estes não apresentaram diferença significativa e a colheita dos frutos iniciou-se no mês de maio, com boa qualidade (BARROS et al., 2008). Assim, é considerada de maturação precoce, sendo a colheita realizada de maio a junho.

Uma das limitações da cultivar é que a casca dos frutos é sensível a ventos fortes e constantes, sendo recomendada a utilização de quebra-ventos nos pomares. Além disso, a cultivar apresenta alta suscetibilidade ao cancro cítrico.

2.4.1.1.2 ‘Navelate’: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

Esta cultivar foi descoberta como uma mutação da ‘Washington Navel’ em Castellon Province na Espanha em 1948 e foi importada para a Austrália em 1988 e no Brasil, pelo programa da Embrapa Clima Temperado em 1999. Apresenta características muito próximas às cultivares Navel com potencial para consumo *in natura* e grande aceitação no mercado internacional. Sua maturação ocorre depois da ‘Washington Navel’, mas antes da ‘Lanelate’. Quanto às características dos frutos, são considerados superiores a ‘Lanelate’ (COELHO, 2002; OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005).

2.4.1.1.3 ‘Lanelate’: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

Originada por mutação espontânea da ‘Washington Navel’, detectada em 1950, na Austrália, onde atualmente ocupa quase 50% das plantações. Na Espanha, sua difusão comercial ocorreu a partir de 1987, sendo atualmente, uma das cultivares do grupo Umbigo de maior importância (SAUNT, 1990).

A árvore é vigorosa, grande, com copa arredondada e com bom desenvolvimento. A folhagem é densa, com coloração escura. Os ramos apresentam poucos espinhos. A cultivar é muito produtiva e precoce na entrada em produção. A floração é muito abundante, com flores de tamanho grande com grãos de pólen e sacos embrionários estéreis (AMORÓS, 1995).

As amostras de laranja da cv. Lanelate produzidas em Rosário do Sul, na safra de 2003, apresentaram 240,3 g de peso médio, conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) de 12,6° Brix, acidez total titulável (ATT) de 0,74% de ácido cítrico, pH de 3,9 e relação SST/ATT de 17,0, representando bom equilíbrio entre açúcar e acidez (OLIVEIRA; SCIVITTARO; NAKASU, 2005).

A cultivar apresenta um amplo período de colheita, podendo iniciar a colheita coincidindo com a cv. Washington Navel ou ser realizada após vários meses.

2.4.2 Tangerineiras

2.4.2.1 Grupo Satsuma

A principal característica desse grupo de tangerinas é a tolerância às baixas temperaturas e a necessidade por calor é baixa, o que permite que algumas cultivares do grupo amadureçam precocemente (IWAMASA, 1986). Mesmo assim, precisam de certa quantidade de calor durante a época de

crescimento para obter uma produção e qualidade satisfatória. Por isso, a região de adaptação climática para seu cultivo comercial é muito ampla.

2.4.2.1.1 ‘Okitsu’: *Citrus unshiu* Marcovitch

Sua origem é nucelar, a partir de uma semente de satsuma ‘Miyagawa’ por meio da polinização controlada com *Poncirus trifoliata*. Foi registrada em 1963 e introduzida na Espanha em 1983, na estação de quarentena do IVIA, com material procedente da Argentina (coleção de cultivares de Concórdia - INTA). Durante a safra 1987/88, iniciou sua distribuição comercial na Espanha (GONÇALVES, 1998).

A árvore possui porte médio e bastante vigor. Seus ramos têm tendência ao crescimento vertical, podendo aparecer alguns espinhos, sendo este fato pouco frequente nas cultivares do grupo Satsuma. Apresenta, geralmente, uma flor por broto que, normalmente, dá origem a um fruto quando a planta está bem nutrida. A folhagem é pouco densa e tem coloração verde intensa. A árvore resiste ao frio, é muito produtiva e muito precoce na colheita.

As flores de cor branca são grandes e têm as anteras com coloração branca-creme. Os grãos de pólen e o saco embrionário das flores são estéreis (AMORÓS, 1995). O fruto não possui sementes, mesmo na presença de cultivares polinizadoras. Apresenta bom tamanho; mesmo assim, é conveniente realizar o raleio para melhorar a uniformidade. Possui bom conteúdo de açúcares e suco de qualidade aceitável. Tolerar o transporte e o armazenamento. Pode-se dizer que as frutas desta cultivar apresentam melhor sabor quando alcançam a maturação naturalmente, o que coincide com o momento em que a casca esteja totalmente laranja (SAUNT, 1990).

Trata-se de uma cultivar muito produtiva e de maturação precoce, podendo ser colhida a partir da segunda quinzena de março. Para realizar a

desverdização, deve-se realizar a colheita quando a fruta alcança a maturação interna e a casca está mudando a coloração de verde intenso para amarelo-claro. A fruta possui sabor muito agradável, devido ao equilíbrio na relação SST/ATT. A maturação nas condições das regiões sul e sudeste ocorrem no mês de março (COELHO, 2002; OLIVEIRA et al., 2005a, 2005b).

2.4.2.2 Grupo Clementina

As árvores das cultivares desse grupo são vigorosas e de tamanho médio, de porte arredondado, praticamente sem espinhos e com densa folhagem. As folhas são de tamanho variável e com forma lanceolada com a base arredondada (GONZÁLEZ-SICILIA, 1963).

Os frutos são de tamanho médio a pequeno, com forma variável, desde achatada até globosa e/ou oblonga. Ocasionalmente, apresentam um pequeno umbigo que afeta somente a casca. O número de gomos por fruta oscila entre 8 e 12, ligeiramente aderentes. A polpa é de cor laranja intensa, tenra e fundente, com muito suco e suave aroma, de sabor sub-ácido. Este grupo caracteriza-se por ser autoincompatível e não produzir sementes, a não ser quando existe polinização cruzada com cultivares compatíveis (OLIVEIRA et al., 2005a, 2005b).

Os mesmos autores relatam ainda que a casca dos frutos é de espessura média, moderadamente firme e aderente, de fácil descasque e não apresenta bufado mesmo depois da maturação completa. Elevadas temperaturas favorecem sua precocidade e a colheita da fruta ocorre pouco depois das tangerinas do grupo das Satsumas.

2.4.2.2.1 ‘Clemenules’: *Citrus reticulata* Blanco

Esta cultivar originou-se de uma mutação espontânea de Clementina ‘Fina’, em Nules (Castellón de la Plana), na Espanha. O cultivo comercial iniciou-se na década de 60, uma vez que os frutos produzidos eram ótimos para a comercialização (GONZÁLEZ-SICILIA, 1963). Também é conhecida com os nomes de ‘Clementina de Nules’, ‘Clementina Gorda de Nules’, ‘Nulesina’, ‘Clementina Reina’ e ‘Clementina Victoria’. Atualmente, é cultivada nos principais países produtores de citros de mesa (OLIVEIRA et al., 2005b).

A árvore apresenta bom vigor e desenvolvimento, ramos com hábito de crescimento aberto, estrutura globosa e folhagem densa, com folhas compridas de coloração verde-clara. Os ramos praticamente não apresentam espinhos. A entrada em produção é relativamente rápida e esta cultivar possui regularidade de produção. Apresenta tendência a produzir uma floração escalonada, onde a primeira é mais uniforme e depois mais duas ou três mais heterogêneas, que originam frutos cuja casca varia de lisa a ligeiramente rugosa, onde podem ser encontrados frutos em diferentes estádios (DAVIES; ALBRIGO, 1994; HODGSON, 1967).

As flores são pequenas, brancas, com anteras amarelas e abundante número de grãos de pólen (BONO; SOLER; FERNÁNDEZ, 1995). O fruto é de bom tamanho, com peso entre 130 e 180 g, cor laranja intensa e forma arredondada ou ligeiramente plana, não possuindo sementes, ainda que possa polinizar ou ser polinizado por cultivares compatíveis. A polpa é de coloração laranja-avermelhada, fundente, com poucos resíduos após a mastigação e o suco de boa qualidade. As frutas da cultivar são facilmente descascadas e com a maturação avançada apresentam propensão a soltar a casca. Esta cultivar tem floração e maturação escalonada. Por isso, no período da colheita, devem ser realizados de dois a três repasses (OLIVEIRA et al., 2005b).

2.4.2.2.2 ‘Ortanique’: [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *C. reticulata* Blanco]

O tangor ‘Ortanique’ é um híbrido natural entre laranja doce e tangerina que foi descoberto na Jamaica, e é resultado da combinação de laranja e tangerina. A denominação ‘Ortanique’ vem da junção dos termos, em inglês: orange –laranja; tangerine -tangerina e unique - única. Apesar da origem tropical, seu cultivo se expandiu nas regiões subtropicais, onde os frutos desenvolvem melhor coloração na casca e suco. Com características marcantes das tangerinas, os frutos apresentam um pequeno umbigo, alto teor de suco, sabor típico e adocicado, porém a casca é relativamente difícil de remover (OLIVEIRA et al., 2005b).

As suas árvores são vigorosas e altamente produtivas. Porte médio, de forma esférica e bastante vigorosa. Os frutos são abundantes com predominância nos meses de agosto e setembro. Tamanho médio, ligeiramente achatado, com visível auréola estilar, às vezes com pequeno umbigo. Casca ligeiramente rugosa, com grande quantidade de óleo essencial, aderente, oferecendo certa dificuldade para descascar, o que é, entretanto, favorável ao transporte à longas distâncias. Coloração alaranjada intensa, quando cultivado em regiões de clima mais ameno. Suco abundante (mais de 55% de rendimento), de sabor agradável, com relação de açúcares e ácidos bastante adequada por ocasião do pico de colheita. A variedade é apirênica quando em plantios isolados, mas se colocada próxima à variedades compatíveis, há o aparecimento de sementes (CANTILHANO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005a, 2005b).

A maturação é tardia. Nas condições do Rio Grande do Sul, Cantilhano et al. (2004) relatam que esta ocorreu entre os meses de agosto a outubro destacando que o fruto desta cultivar pode se manter na planta por longo período sem perder suas qualidades organolépticas. Nas condições de Capão Bonito - SP, Borges e Pio (2003) relatam que a cultivar Ortanique apresentou valores de

massa, diâmetro e forma do fruto e rendimento de suco, semelhantes aos do tangor 'Murcott' com colheita em agosto e setembro.

3 Fisiologia

3.1 Fisiologia em citros

São poucos os estudos sobre a influência do clima na fisiologia dos citros, sendo a maior parte dos estudos realizados em regiões citrícolas localizadas no hemisfério norte e/ou outros continentes. Os vários tipos climáticos certamente afetam o metabolismo das plantas de forma diferenciada, como acontece no estado de São Paulo (RIBEIRO, 2006).

O conhecimento da fisiologia das plantas, além da física do ambiente, fornece informações sobre a produtividade potencial, os efeitos do clima sobre o crescimento das plantas (por exemplo, períodos de seca), permitindo entender os efeitos das práticas culturais e quais devem ser adotadas. Além de permitir recomendações de cultivares para cada região, com características climáticas diferenciadas.

São vários os processos que governam o crescimento, destacando-se aqueles que ocorrem à nível de folhas, relacionados com a captura de carbono (fotossíntese), e a perda de água pela planta (transpiração) (LARCHER, 2006).

A fotossíntese é um dos processos fundamentais na modelagem de aspectos de crescimento das plantas, utilizada como ferramenta para indicar condições de crescimento apropriadas para diferentes espécies (DIXON et al., 1990; LIN; HSU, 2004; PASTENES et al., 2003; ZHANG et al., 2007).

Fotossíntese e transpiração são processos relacionados através dos estômatos. Ao mesmo tempo em que os estômatos oferecem resistência à difusão de água de dentro da folha para a atmosfera, constituem-se de uma

barreira para aquisição de CO₂. Assim, as reduções na condutância estomática com o objetivo de diminuir a perda de água também reduzem as taxas fotossintéticas (PEARCY; PFTISCH, 1991).

Segundo Paiva et al. (2005), a produção agrícola é dependente de vários fatores, tais como água, nutrientes e luz, sendo a água o fator mais limitante para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Por isso torna-se necessário o conhecimento das necessidades hídricas das plantas, a fase de maior exigência de água, para garantir o sucesso no cultivo.

Com a disponibilidade de água reduzida no solo, ocorre a queda no potencial de água nas folhas das plantas, ocasionando a perda de turgescência e à redução da condutância estomática (SHALHEVET, 1983). Segundo Rosa, Dillenburg e Forseth (1991), a redução da taxa de assimilação de CO₂ durante o estresse hídrico deve-se à redução na disponibilidade de CO₂ no interior da folha, causada pelo fechamento dos estômatos em resposta à redução da disponibilidade de água no solo. Tal aumento na resistência à difusão gasosa e a diminuição na taxa de assimilação de CO₂ determina menor perda de água por transpiração, além de poder afetar a fotossíntese (PAIVA et al., 2005).

Algumas pesquisas com citros objetivam elucidar os efeitos das condições ambientais sobre os mecanismos fisiológicos dos citros nas condições de clima subtropical úmido, principalmente na região paulista, maior parque produtor de citros do país (GIRARDI, 2008; MACHADO et al., 2005; MEDINA et al., 2002; RIBEIRO, 2006).

A produção dos citros é afetada pelos fatores ambientais, sendo a disponibilidade hídrica e radiação solar os principais. Tais fatores são afetados pela sazonalidade, ocorrendo variações de temperatura e umidade do ar, devido às mudanças nos regimes hídricos e de radiação (ORTOLANI; CARMARGO, 1987).

A maior parte da citricultura no Brasil é desenvolvida sob condições de sequeiro. Portanto, o suprimento de água constitui um dos principais fatores limitantes à produção, sendo o conhecimento da retirada de água do solo pelos vegetais muito importante, principalmente para os estudos de economia hídrica das culturas (CRUZ, 2003).

3.2 Efeitos da deficiência hídrica em citros

Em laranjas *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, a taxa máxima de fotossíntese ocorre em temperaturas do ar em torno de 22 a 25°C (KHAIRI; HALL, 1976; KRIEDMANN, 1971 citados por MEDINA et al., 2005).

Quando em condições naturais, sem deficiência hídrica no solo e com fluxo fotossintético de fótons saturante, a taxa de fotossíntese é máxima ao redor das 9h30m, decrescendo posteriormente, com o aumento da temperatura e do déficit de pressão de vapor (DPV) (HEBERMANN, 1999; MEDINA et al., 1999 citados por MEDINA et al., 2005).

O aumento do DPV e da temperatura e a redução na taxa de fotossíntese estão relacionados com a queda da condutância do mesófilo e da condutância total da folha. A taxa de transpiração na folha aumenta com o DPV, apesar dos estômatos se fecharem parcialmente, com isso a eficiência instantânea do uso da água pela planta é menor nos horários de alta demanda atmosférica por água (MEDINA et al., 2005).

Segundo Pereira, Villa Nova e Alfaro (2009), as plantas cítricas apresentam capacidade de conservação de água devido à elevada resistência e à cerosidade das folhas. Com o aumento da demanda evaporativa, os estômatos tendem a fechar, reduzindo as taxas de transpiração. A mudança nas condições ambientais, em termos de saldo de radiação e das diferenças entre a pressão de

vapor nas folhas e no ar, faz com que a planta responda aumentando a resistência estomática.

3.3 Porta-enxertos cítricos e deficiência hídrica

Para produção de mudas cítricas, o método de propagação utilizado é a enxertia, sendo que neste caso, os porta-enxertos afetam características tais como produtividade, desenvolvimento vegetativo, tolerância à doenças, qualidade interna e externa dos frutos, relações hídricas e trocas gasosas; e adaptabilidade à hipoxia e salinidade (MEDINA; MACHADO; PINTO, 1998). Assim, afetando mais de 20 características hortícolas e patológicas da cultivar copa e seus frutos, os porta-enxertos são essenciais na citricultura (CASTLE et al., 1992).

A citricultura mundial é sustentada por um pequeno número de porta-enxertos e, devido à essa base genética limitada, os pomares brasileiros sofrem efeitos negativos, devido à incidência de doenças em porta-enxertos suscetíveis (OLIVEIRA et al., 2011).

Para cultivares apirênicas de citros, onde a produção é direcionada para o mercado de mesa, além de levar em conta a compatibilidade entre a copa e o porta-enxerto, deve se considerar aqueles porta-enxertos que induzem alta qualidade dos frutos, tais como ‘Trifoliata’ e seus híbridos (OLIVEIRA et al., 2011).

No Rio Grande do Sul, estado pioneiro na produção de citros apirênicos, o Trifoliata vem sendo o porta-enxerto mais utilizado pelos citricultores de mesa. Este porta-enxerto tem como característica proporcionar alta qualidade aos frutos, confere tolerância ao frio (visto que a região é considerada de clima temperado), resistência ao vírus da tristeza, à gomose de *Phytophthora* spp. e ao

nematoide *Tylenchulus semipenetrans*, e tem tolerância à morte súbita dos citros (CASTLE, 1987; HERRERO et al., 1996; OLIVEIRA et al., 2011).

Os maiores viveiros de produção de mudas de cultivares apirênicas de citros, incluindo as cultivares estudadas neste trabalho, estão localizados no Rio Grande do Sul, e abastecem grande parte do sul e sudeste do Brasil com suas mudas de qualidade. Devido à localização no sul do Brasil, a grande maioria das mudas são formadas com o porta-enxerto Trifoliata.

As taxas de fotossíntese e das relações hídricas em laranjeiras são afetadas pelo porta-enxerto utilizado, tanto sob condições normais quanto sob estresse hídrico, com consequências sobre o vigor geral da planta (MEDINA; MACHADO; PINTO, 1998; SYVERTSEN; GRAHAM, 1985).

Segundo Magalhães Filho et al. (2008), a adaptação das laranjeiras à deficiência hídrica é influenciada pelo uso de porta-enxertos de diferentes espécies cítricas, gêneros afins e híbridos. Tais porta-enxertos podem modificar o vigor e a produtividade das plantas, a absorção de nutrientes minerais, o balanço hormonal, a qualidade dos frutos, a taxa de assimilação de gás carbônico, a transpiração, além de afetar a tolerância à doenças, à seca, à salinidade e à hipoxia.

De acordo com Bray (1993), a adaptação à seca é função multigênica e depende de várias características fisiológicas e morfológicas. A tolerância à seca pode ser relacionada com a arquitetura, extensão e com a condutividade hidráulica do sistema radicular (MEDINA; MACHADO; PINTO, 1998; PINHEIRO et al., 2005; STEUDLE, 2000), visto que a arquitetura radicular e sua capacidade de exploração das camadas mais profundas e úmidas do solo, juntamente com maior razão entre a raiz e parte aérea, são características importantes de escape aos déficits hídricos (MAGALHÃES FILHO et al., 2008).

Em estudo da deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira ‘Valência’ sobre dois tipos de porta-enxertos, o limão ‘Cravo’ e o

‘Trifoliata’, Magalhães Filho et al. (2008) concluíram que esta cultivar de laranjeira sobre o limoeiro ‘Cravo’ teve o sistema radicular mais desenvolvido em relação ao ‘Trifoliata’, tanto no controle (irrigado), quanto nas plantas submetidas ao déficit hídrico. Portanto, os autores concluem que a maior tolerância à seca conferida às laranjas sobre ‘Cravo’ esteja relacionada a este fator.

Portanto, apesar do Trifoliata não ser tão tolerante à deficiência hídrica quanto o limoeiro ‘Cravo’, tem outras características que o faz ser um dos porta-enxertos mais utilizados mundialmente, tais como indução das copas para produção de frutos com melhores características comerciais que as obtidas em outros porta-enxertos (BORDIGNON et al., 2003), o que é de extrema importância para frutos cítricos destinados ao mercado de fruta fresca.

REFERÊNCIAS

- ADRIAENSENS, Z. S. Variedades de mandarinas y naranjas cultivadas en España. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA, 1., 1999, Botucatu. **Proceedings...** Botucatu: FAPESP, 1999. p. 47-78.
- AMORÓS, C. M. **Producción de agrios**. Valencia: Mundi, 1995. 286 p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Cenário**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.anuarios.com.br/upload/publicacaoCapitulo/pdfpt/pdf209.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2012.
- _____. _____. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.gaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2012/04/20120402_0061a1612/pdf/3158_2012_fruticultura_double_web.pdf>. Acesso em: 25 set. 2012.
- BARROS, V. L. N. P. de et al. Determinação da maturação de frutos da laranjeira Navelina para região de Capão Bonito, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2008. 1 CD-ROM.
- BONO, R.; SOLER, J.; FERNÁNDEZ, C. L. Variedades de Clementina cultivadas actualmente en España. **Levante Agrícola**, Valencia, v. 2, n. 1, p. 89-93, 1995.
- BORDIGNON, R. et al. Características da laranjeira ‘Valência’ sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 381-395, 2003.
- BORGES, R. de S.; PIO, R. M. Comparative study of the mandarin hybrid fruit characteristics: nova, Murcott and Ortanique in Capão Bonito, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 448-452, dez. 2003.
- BRAY, E. A. Molecular responses to water deficit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 103, n. 4, p. 1035-1040, Dec. 1993.
- CANTILLANO, F. R. F. et al. Caracterização física, química e sensorial do híbrido sem sementes cv. Ortanique produzido no sul do Rio Grande do Sul.

Brazilian Journal of Plant Physiology, Piracicaba, v. 16, p. 13, 2004. Suplemento.

CASTLE, W. S. Citrus rootstocks. In: ROM, R. C.; CARLSON, R. F. (Ed.). **Rootstocks for fruit crops**. New York: Wiley, 1987. p. 361-399.

CASTLE, W. S. et al. **Rootstocks**. Gainesville: University of Florida, 1992. Disponível em: <<http://www.hammock.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

COELHO, Y. S. Frutas cítricas importadas no mercado de Salvador, Bahia. **Bahia Agriculturae**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 29-33, nov. 2002.

COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Quantidade de frutas importadas em 2007**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br>>. Acesso em: 27 nov. 2010.

CRUZ, A. C. R. **Consumo de água por cultura de citros cultivada em latossolo vermelho amarelo**. 2003. 92 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

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

DIXON, R. K. et al. **Process modeling of forest growth responses to environmental stress**. Portland: Timber, 1990. 441 p.

ESTANISLAU, M. L. L. et al. Laranjas e sucos: aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 209, p. 8-20, mar./abr. 2001.

GIRARDI, E. A. **Fisiologia da produção de mudas cítricas sob deficiência hídrica**. 2008. 176 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2008.

GONÇALVES, A. S. Características y desarrollo de las principales variedades de cítricos producidas y comercializadas en España. **Levante Agrícola**, Valencia, n. 342, p. 4-20, 1998.

GONZÁLEZ-SICILIA, E. **El cultivo de los agrios**. Valencia: Bello, 1963. 814 p.

GUARDIOLA, J. L. et al. Caracterización et sélection sanitaire de la variété d'orange 'Navelina'. **Fruits**, Paris, v. 29, n. 10, p. 661-669, 1974.

HERRERO, R. et al. Genetic diversity in the orange subfamily Aurantioideae: I., intraspecies and intragenus genetic variability. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 92, n. 5, p. 599-906, Apr. 1996.

HODGSON, R. W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 2, p. 431-591.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=27&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u2=28>>. Acesso em: 20 out. 2010.

IWAMASA, M. Citrus cultivars in Japan. **HortScience**, Davis, v. 23, p. 687-690, 1986.

LARANJA. In: AGRIANUAL. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2998. p. 273-303.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550 p.

LIN, M. J.; HSU, B. D. Photosynthetic plasticity of *Phalaenopsis* in response to different light environments. **Journal of Plant Physiology**, Amsterdam, v. 161, n. 11, p. 1259-1268, Nov. 2004.

MACHADO, E. C. et al. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, dez. 2005.

MAGALHÃES FILHO, J. R. et al. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira 'Valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 75-82, 2008.

MEDINA, C. L. et al. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC, 2005. p. 147-195.

_____. Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, n. 1, p. 115-125, Dec. 2002.

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

OLIVEIRA, R. P. D. et al. **Características dos citros apirênicos produzidos no Rio Grande do Sul**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2005a. 41 p. (Documentos, 141).

_____. **Fisiologia da formação de sementes em citros**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2004. 27 p. (Documentos, 119).

_____. Porta-enxertos. In: OLIVEIRA, R. P. D.; SCIVITTARO, W. B. (Ed.). **Cultivo de citros sem sementes**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2011. p. 51-64. (Sistema de Produção, 21).

_____. **Tecnologias para produção de frutas cítricas sem sementes: escolha de cultivares e planejamento do pomar**. Pelotas: EMBRAPA, 2005b. 4 p. (Boletim Técnico, 113).

OLIVEIRA, R. P. D.; SCIVITTARO, W. B.; NAKASU, B. H. Cultivares apirênicas de citros de mesa: nova alternativa para os produtores do Sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 8., 2005, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EMBRAPA, 2005. p. 13-21.

OLIVEIRA, R. P. D.; WREGGE, M. S. **O mapa dos citros no RS**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2005. 2 p.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 71-81.

PAIVA, A. S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 161-169, jan./abr. 2005.

PASTENES, C. et al. Domestication of the Chilean guava (*Ugni molinae* Turcz.), a forest understorey shrub, must consider light intensity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 98, n. 1, p. 71-84, Mar. 2003.

PEARCY, R. W.; PFITSCH, W. A. Influence of sunflecks on the $\delta^{13}\text{C}$ of *Adenocaulon bicolor* plants occurring in contrasting forest understory microsites. **Oecologia**, Berlin, v. 86, n. 4, p. 457-462, 1991.

PEREIRA, A. B.; VILLA NOVA, N. A.; ALFARO, A. T. Necessidades hídricas de citros e macieiras a partir da área foliar e da energia solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 671-679, set. 2009.

PINHEIRO, H. A. et al. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, London, v. 96, n. 1, p. 101-108, June 2005.

PIO, R. M. A qualidade e as exigências do mercado de tangerinas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 375-376, dez. 2003.

RIBEIRO, R. V. **Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranja 'Valência'**. 2006. 157 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2006.

ROSA, L. M.; DILLENBURG, L. R.; FORSETH, I. N. Responses of soybean leaf angle, photosynthesis and stomatal conductance to leaf and soil water potential. **Annals of Botany**, London, v. 67, n. 1, p. 51-58, 1991.

SAUNT, J. **Citrus varieties of the world**. Norwich: Sinclair International, 1990. 126 p.

SHALHEVET, J. Plants under salt and water stress. In: FOWDEN, L.; MANSFIELD, T.; STODDART, J. (Ed.). **Plant adaptation to environmental stress**. London: Chapman & Hall, 1983. p. 133-154.

SOUZA, M.; LOBATO, L. C. Citricultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 209, p. 5-7, mar./abr. 2001.

STEUDLE, E. Water uptake by roots: effects of water deficit. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 350, p. 1531-1542, Sept. 2000.

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

VILELA, P. S.; BICALHO, E. **Mudanças no perfil do consumo da laranja no Brasil**. Disponível em: <<http://www.faemg.org.br/>>. Acesso em: 24 ago. 2010.

ZHANG, S. B. et al. Flexible and reversible responses to different irradiance levels during photosynthetic acclimation of *Cypripedium guttatum*. **Journal of Plant Physiology**, Amsterdam, v. 164, n. 5, p. 611-620, May 2007.

CAPÍTULO 1

Variação sazonal das trocas gasosas em cultivares apirênicas de tangerineira em fase de formação de pomar no sul de Minas Gerais

RESUMO

As medições de trocas gasosas têm sido indicadas para avaliar a resposta das espécies vegetais às variações climáticas, uma vez que fornecem informações dos processos vitais do metabolismo das plantas. Objetivou-se avaliar no verão e no outono, o comportamento das taxas de fotossíntese, transpiração e condutância estomática da tangerineira ‘Clemenules’ (*Citrus reticulata* Blanco), da satsuma ‘Okitsu’ (*C. unshiu* Marcovitch) e do tangor ‘Ortanique’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck e *C. reticulata* Blanco], durante o primeiro ano de cultivo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Dr. Sílvio Menicucci, da Unidade Regional Sul de Minas, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). As avaliações foram realizadas durante o primeiro ano de cultivo, em duas estações do ano: verão e outono; pelas seguintes variáveis: taxa de assimilação de CO₂ (*A*), transpiração (*E*), condutância estomática (*g_s*) e razão entre concentrações interna e externa de CO₂ (*C_i/C_a*). A ‘Okitsu’ apresentou sensibilidade estomática nas condições de alta demanda evaporativa da atmosfera do verão. A ‘Ortanique’ foi sensível à baixa temperatura no outono e a ‘Clemenules’ foi mais estável fisiologicamente quanto às variações ambientais.

Palavras-chave: Citros. Apirenia. Fisiologia. Minas Gerais.

ABSTRACT

The gas exchange measurements have been proposed to assess the response of the species to climatic variations, as they provide information on the vital processes of plant metabolism. This study aimed to evaluate the behavior of mandarin 'Clemenules' (*C. reticulata* Blanco), the satsuma 'Okitsu' (*C. unshiu* Marcovitch) and murcott 'Ortanique' (*C. sinensis* (L.) Osbeck and *C. reticulata* Blanco), in the summer and autumn of the first year of cultivation, by rates of photosynthesis, transpiration and stomatal conductance (gas exchange). The experiment was carried out at the Experimental Farm 'Dr. Sílvia Menicucci' from Research Agricultural Company of Minas Gerais – EPAMIG. The evaluations were performed during the first year of cultivation, in two seasons: summer (09/03) and fall (19/05) by the following variables: CO₂ assimilation rate (A), transpiration (E) and stomatal conductance (g_s) and the ratio between internal and external concentrations of CO₂ (C_i/C_a). The cultivar Okitsu showed stomatal sensitivity under conditions of high evaporative demand of the atmosphere of summer. The cultivar Ortanique was sensitive to low temperature in autumn and 'Clemenules' showed higher photosynthetic rate this season.

Keywords: Citrus. Apirenia. Physiology. Minas Gerais.

1 INTRODUÇÃO

A adoção de cultivares apirênicas pode ser uma alternativa para alavancar a citricultura de mesa sul mineira, região que apresenta potencial para cultivo destas frutíferas, sendo responsável por grande parte da produção de tangerina no Estado de Minas Gerais.

Dentre as cultivares introduzidas no Brasil, destacam-se a tangerineira ‘Okitsu’ (*Citrus unshiu* Marcovitch), de origem nucelar pertencente ao grupo das Satsumas, a ‘Clemenules’ (*C. reticulata* Blanco) que pertence ao grupo das Clementinas, sendo a mais cultivada nos principais países produtores de citros de mesa; e o tangor ‘Ortanique’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck e *C. reticulata* Blanco], híbrido natural entre laranja doce e tangerina.

Além do diferencial da apirenia e grande aceitação no mercado internacional, estas cultivares podem ser produzidas em diferentes épocas do ano, possibilitando a comercialização nas janelas de mercado (GONZÁLEZ-SICILIA, 1963; IWAMASA, 1986 citados por OLIVEIRA et al., 2005).

O desenvolvimento de plantas cítricas, assim como as demais plantas cultivadas, é fortemente influenciado pelas condições climáticas. Em condições subtropicais, temperatura e disponibilidade de água, são os elementos ambientais mais importantes que afetam as relações hídricas dos citros (RIBEIRO; MACHADO, 2007).

Em plantas em fase de produção, o crescimento dos frutos depende do suprimento de substrato fotossintetizado sendo, portanto, favorecido por condições adequadas a altas taxas de fotossíntese. No entanto, ocorrem variações da taxa de fotossíntese em relação às variações de temperatura do ar, umidade do solo e condições do déficit de pressão de vapor (EAMUS; COLE, 1997; PRIOR et al., 1997 citados por MACHADO et al., 2002).

Foi observado para as condições climáticas do estado de São Paulo, em laranjeiras, que fluxos característicos de crescimento vegetativo ocorrem em função das estações do ano, e que isso possivelmente está relacionado com variações na taxa de fotossíntese (MACHADO et al., 2002). Com as oscilações na temperatura, precipitação e radiação solar em diferentes épocas do ano, conhecer as respostas das plantas às condições climáticas é fundamental na avaliação de adaptabilidade das diferentes cultivares cítricas numa determinada região.

As medições de trocas gasosas têm sido indicadas para avaliar a resposta das espécies vegetais às variações climáticas, uma vez que fornecem informações dos processos vitais do metabolismo das plantas. Além disso, no processo de recomendação de cultivares adaptadas às características climáticas de cada região, busca-se aquelas que maximizam a produção com maior economia de água, sendo necessários estudos para conhecer os atributos fisiológicos relacionados com a disponibilidade hídrica no solo, que varia ao longo das estações do ano.

Na identificação de cultivares de tangerineira promissoras para o cultivo nas condições climáticas do sul de Minas Gerais, este trabalho teve como objetivo avaliar comparativamente no verão e no outono, os efeitos do clima nas trocas gasosas da tangerineira ‘Clemenules’ (*C. reticulata* Blanco), da satsuma ‘Okitsu’ (*C. unshiu* Marcovitch) e do tangor ‘Ortanique’ (*C. sinensis* (L.) Osbeck e *C. reticulata* Blanco), durante o primeiro ano de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Dr. Sílvio Menicucci, da Unidade Regional Sul de Minas, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG. O local possui latitude de 21° 14' 43'' S, longitude de 44° 59' 59'' W de Greenwich, e uma altitude de 919 m (PAIS et al., 2011).

O clima é do tipo Cwa, conforme a classificação climática de Köppen, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, e temperatura do mês mais quente maior que 22°C (22,8°C em fevereiro) (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

A precipitação pluvial anual é de 1530 mm; a evaporação total do ano é 1343 mm e a umidade relativa média anual 76% (BRASIL, 1992 citado por PAIS et al., 2011).

O solo da área experimental é do tipo Cambissolo.

Os tratamentos foram as cultivares: 'Clemenules', 'Okitsu' e 'Ortanique', enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., obtidas de um viveiro certificado, localizado no Rio Grande do Sul. O plantio foi realizado em setembro de 2011 e as plantas foram dispostas no espaçamento 6 m x 4 m, seguindo delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 (cultivares) x 2 (estações), com duas plantas por parcela e quatro repetições.

As avaliações foram realizadas durante o primeiro ano de cultivo, em duas estações do ano: verão (09 de março de 2012) e outono (19 de maio de 2012) pelas seguintes variáveis fisiológicas de trocas gasosas: taxa de assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s) e razão entre concentrações interna e externa de CO₂ (C_i/C_a).

A medição das trocas gasosas acima citadas foi realizada entre 09:00 e 10:30h, sob luz saturante artificial ($1800 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) após calibração; e concentração de CO_2 ambiente, com um analisador de gás a infravermelho (IRGA) portátil (LICOR 6400, LiCOR, Nebraska, USA) seguindo o método descrito por Vu, Yelenosky e Bausher (1986).

Foram obtidas para as duas estações consideradas as variáveis sazonais representativas das estações do ano, sendo: déficit de pressão de vapor entre a folha e a atmosfera ($\text{DPV}_{\text{folha-atm}}$), temperatura foliar (TF), temperatura do ar (TA) e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Essas variáveis foram obtidas utilizando-se o IRGA no momento de avaliação, nas duas estações consideradas.

As trocas gasosas foram medidas em oito folhas de cada cultivar nas duas estações do ano (tratamento). Para isso foram selecionadas em cada planta folhas completamente expandidas, localizadas no terço superior e semelhantes em tamanho.

Avaliou-se também, em cada estação considerada, as variáveis fitotécnicas: altura e diâmetro das plantas. Para medição da altura, utilizou-se uma trena, considerando a distância entre o colo da planta ($\sim 5 \text{ cm}$ do solo) e o ápice da maior perna, sendo a leitura expressa em centímetros. O diâmetro foi registrado utilizando-se um paquímetro digital, considerando a medida 5 cm acima do ponto de enxertia, com a leitura dada em milímetros.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o *software* SISVAR (Sistema para Análise de Variância) (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis ambientais representativas das estações de verão e do outono, observadas nos dias de avaliação das trocas gasosas, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 Variação sazonal* do déficit de pressão de vapor entre a folha e a atmosfera ($DPV_{\text{folha-atm}}$), temperatura foliar (TF) e do ar (TA) e da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no sul de Minas Gerais. Lavras-MG, 2012.

Variáveis	Verão	Outono
$DPV_{\text{folha-atm}}$ (kPa)	2,75a	1,46 b
TF (°C)	32,83 a	23,80 b
TA (°C)	32,28 a	24,10 b
RFA ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	677,82 b	1186,53 a

*Valores seguidos de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Tanto a temperatura foliar quanto a do ar foram significativamente maiores no verão, quando comparadas às de outono, estação sazonal que apresentou maiores valores de radiação fotossinteticamente ativa. Esses fatores, entre outros, são determinantes do déficit de pressão de vapor entre a folha e a sua atmosfera ($DPV_{\text{folha-atm}}$), que foi maior no verão.

Quanto maior o DPV, maior a tendência da planta em perder água, visto que, no ar com umidade relativa alta, o gradiente de difusão que move a perda de água é aproximadamente 50 vezes maior do que o gradiente que promove a absorção de CO_2 (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Segundo Almeida (2003), o DPV é uma variável que impulsiona a transpiração e, altos valores ao longo do dia causam o fechamento estomático e reduzem o crescimento.

A temperatura foliar é um dos indicadores de estresse hídrico nas plantas, pois a água transpirada resfria a folha. Conforme o teor de água no solo diminui, a transpiração diminui e a temperatura das folhas aumenta, ficando mais alta que a temperatura do ar, devido à maior absorção da radiação.

Na comparação das trocas gasosas das cultivares no verão, a ‘Okitsu’ apresentou menor A , g_s e E , mas não menores valores de C_i/C_a (Tabela 2), sugerindo que a menor A pode ser atribuída tanto a limitações estomáticas, através da diminuição da disponibilidade de CO_2 no mesofilo e sítios de carboxilação; como por limitações não estomáticas, determinadas possivelmente pela inativação parcial da rubisco bem como pela quantidade desta enzima (RIBEIRO; MACHADO, 2007).

Tabela 2 Valores médios* de trocas gasosas de cultivares apirênicas de tangerineiras em diferentes estações do ano no sul de Minas Gerais. Lavras-MG, 2012.

Variáveis	Cultivares	Verão	Outono
Taxa de assimilação de CO_2 ($\mu mol m^{-2} s^{-1}$)	‘Okitsu’	5,48 bB	9,17 aA
	‘Ortanique’	9,20 aA	9,56 aA
	‘Clemenules’	8,84 aB	10,77 aA
Condutância estomática ($mmol m^{-2} s^{-1}$)	‘Okitsu’	0,09 bA	0,12 aA
	‘Ortanique’	0,18 aA	0,12 aB
	‘Clemenules’	0,14 aA	0,13 aA
Transpiração ($mmol m^{-2} s^{-1}$)	‘Okitsu’	2,77 bA	1,84 aB
	‘Ortanique’	4,77 aA	1,86 aB
	‘Clemenules’	4,06 aA	2,00 aB
Razão entre concentrações interna e externa de CO_2	‘Okitsu’	0,67 aA	0,59 aB
	‘Ortanique’	0,68 aA	0,60 aB
	‘Clemenules’	0,67 aA	0,59 aB

*Valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Quando ocorre queda na condutância estomática, isso indica fechamento parcial dos estômatos, que acarreta não somente queda da transpiração, mas

também queda na assimilação de CO_2 , visto que ambos processos são difusivos (MAGALHÃES FILHO et al., 2008).

Não houve diferenças entre as cultivares quanto às trocas gasosas no outono (Tabela 2).

Na análise da variação sazonal, as cultivares ‘Okitsu’ e ‘Clemenules’ apresentaram menor A no verão do que no outono (Tabela 2). Houve maior controle no fluxo transpiratório na ‘Okitsu’ que apresentou menor g_s , indicando maior sensibilidade ao $\text{DPV}_{\text{folha-atm}}$ no verão. A ‘Ortanique’ apresentou menor g_s no verão, o que não resultou em menor A na referida estação e pode ser indicativo de sensibilidade à quedas de temperatura, que são comuns no outono da região em estudo.

Os valores de E e a relação C_i/C_a registrados no outono foram inferiores aos do verão para todas as cultivares. As menores taxas transpiratórias verificadas no outono devem-se principalmente ao menor déficit de pressão de vapor entre a folha e a sua atmosfera ($\text{DPV}_{\text{folha-atm}}$). Os menores valores de C_i/C_a das cultivares Okitsu e Clemenules devem-se as maiores A e da ‘Ortanique’ à menor g_s .

A alta sensibilidade do estômato da cultivar Okitsu registrada em condições de alta demanda evaporativa na atmosfera pode permitir a manutenção do estado hídrico da mesma em períodos de déficit hídrico e favorecer seu crescimento.

Por outro lado, sob disponibilidade hídrica esta sensibilidade pode ser desfavorável, uma vez que a redução da fotossíntese pode resultar em menor crescimento das plantas. Já as cultivares Clemenules e Ortanique, por apresentarem menor sensibilidade dos estômatos em condições de disponibilidade hídrica, possivelmente serão capazes de manter a transpiração e a fotossíntese, o que poderá refletir positivamente no crescimento destas cultivares.

Em relação à altura e diâmetro das cultivares, em ambas estações, foi constatado que a ‘Ortanique’ apresentou menor altura e diâmetro, tanto no verão quanto no outono, quando comparada às demais cultivares, o que possivelmente caracteriza plantas dessa cultivar (Tabela 3). ‘Okitsu’ e ‘Clemenules’ tiveram valores estatisticamente iguais entre si e superiores à ‘Ortanique’, nas duas estações consideradas.

Tabela 3 Valores médios* de altura e diâmetro de cultivares apirênicas de tangerineiras em diferentes estações do ano no sul de Minas Gerais. Lavras-MG, 2012.

Variáveis	Cultivares	Verão	Outono
Altura (cm)	‘Okitsu’	68,37 aB	82,87 aA
	‘Ortanique’	60,62 bB	74,37 bA
	‘Clemenules’	71,12 aB	83,50 aA
Diâmetro (mm)	‘Okitsu’	11,25 aB	14,37 aA
	‘Ortanique’	11,00 bB	12,37 bA
	‘Clemenules’	12,00 aB	14,37 aA

*Valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

No outono foi observado aumento significativo na altura e diâmetro de todas as cultivares, quando comparado ao verão. ‘Okitsu’ e ‘Clemenules’ mantiveram altura e diâmetro superiores comparadas à cultivar Ortanique no outono. A ‘Okitsu’ apresentou aumento de 17,4% na altura e 21,7% no diâmetro das plantas, possivelmente devido à sensibilidade estomática que a cultivar apresentou, impedindo a perda de água.

4 CONCLUSÕES

A 'Okitsu' apresentou sensibilidade estomática nas condições de alta demanda evaporativa da atmosfera do verão.

A 'Ortanique' foi sensível à baixa temperatura no outono e a 'Clemenules' foi mais estável fisiologicamente quanto às variações ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. **Application of a process-based model for predicting and explaining growth in *Eucalyptus* plantations**. 2003. 232 p. Tese (Doutorado em Fisiologia) - The Australian National University, Camberra, 2003.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- MACHADO, E. C. et al. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 53-58, jan./mar. 2002.
- MAGALHÃES FILHO, J. R. et al. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira 'Valência' sobre dois tipos de porta-enxertos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 75-82, 2008.
- OLIVEIRA, R. P. D. et al. **Características dos citros apirênicos produzidos no Rio Grande do Sul**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2005. 41 p. (Documentos, 141).
- PAIS, P. S. M. et al. Compactação causada pelo manejo de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-amarelo cultivados com cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 1949-1957, jan./fev. 2011.
- RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 393-411, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- VU, J. C. V.; YELENOSKY, G.; BAUSHER, M. G. CO₂ exchange rate, stomatal conductance, and transpiration in attached leaves of 'Valência' orange. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 1, p. 143-144, 1986.

CAPÍTULO 2

Relações hídricas e trocas gasosas em mudas de cultivares apirênicas de laranjeira submetidas ao déficit hídrico

RESUMO

O fator ecológico que mais afeta o crescimento e a produtividade das culturas é a deficiência hídrica, que ocasiona quedas nas taxas de fotossíntese, devido à quedas no potencial da água e perda de turgescência foliar. Objetivou-se avaliar as respostas fisiológicas ao déficit hídrico de três cultivares apirênicas de laranjeira. O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Fazenda Experimental de Lavras. As mudas foram mantidas em casa de vegetação, seguindo delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo: 3 cultivares de laranjeira ('Navelina', 'Navelate' e 'Lanelate'), dois regimes hídricos (com e sem irrigação) e duas épocas (1º e 15º dia após a imposição do déficit hídrico); com cinco repetições. Foram avaliados: potencial hídrico na antemanhã (Ψ_{am}) e ao meio dia (Ψ_{md}), taxa de assimilação de CO_2 (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e razão entre concentrações interna e externa de CO_2 (C_i/C_a). Não houve diferença entre as cultivares quanto ao potencial hídrico quando submetidas ao déficit hídrico nas condições estudadas. Quanto às trocas gasosas, o déficit hídrico promoveu redução da taxa fotossintética pela limitação estomática em todas as cultivares, sendo que para a 'Lanelate' a manutenção da razão C_i/C_a sugere também limitações não estomáticas da fotossíntese.

Palavras-chave: Estresse Hídrico. *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Fotossíntese.

ABSTRACT

The water deficiency is the main ecological factor which significantly affects the growing and the yield of crops, causing reduction in rates of photosynthesis due to decreases in water potential and leaf turgor loss. This study aimed to evaluate the physiological responses to water deficit of three cultivars seedless orange. The experiment was conducted at Agricultural Research Corporation of Minas Gerais, Experimental Farm. The seedlings were kept in a greenhouse with regular irrigation for a period of 15 days when they were defined treatments following a randomized block design in a factorial 3 x 2 with: 3 orange cultivars: 'Navelina'; 'Navelate' and 'Lanelate' and two hydric regimes: with and without irrigation; with five repetitions. It was evaluated the predawn (Ψ_{am}) and midday (Ψ_{md}) water potential, rates of net carbon assimilation (A), stomatal conductance (g_s), transpiration (E) and the ratio between internal and external concentrations of CO_2 (C_i/C_a). There was no difference among cultivars for water potential when submitted to drought conditions studied. As for gas exchange, water deficit caused a reduction of the photosynthetic rate by stomatal limitation in all cultivars and for cultivar 'Lanelate' maintaining the C_i/C_a ratio also suggests not stomatal limitations of photosynthesis.

Keywords: Water Stress. *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Photosynthesis.

1 INTRODUÇÃO

‘Navelina’, ‘Navelate’ e ‘Lanelate’ são cultivares apirênicas de laranjeira que já fazem parte da citricultura brasileira, acompanhando a tendência e a demanda internacional por frutos cítricos sem sementes. São oriundas de mutações em laranjeira do grupo “umbigo” ou “navel”, internacionalmente conhecida como ‘Washington Navel’; apresentam comprovado potencial para consumo *in natura*, grande aceitação no mercado internacional e características diferenciais como sabor, aroma e coloração. Além disso, apresentam amplo período de oferta, podendo assim atender outra demanda do mercado de consumo de frutas cítricas *in natura*: a oferta do produto o ano todo (COELHO, 2002; OLIVEIRA et al., 2005).

Um dos fatores limitantes ao cultivo de plantas cítricas é a restrição hídrica uma vez que pode reduzir substancialmente o crescimento e, conseqüentemente, a produção (RIBEIRO; MACHADO, 2007).

O déficit hídrico é definido como um conteúdo de água de um tecido ou célula que está abaixo do conteúdo de água mais alto exibido no estado de maior hidratação. O estresse hídrico interfere em diversos fatores da planta, como a inibição da fotossíntese no cloroplasto. Outros efeitos que podem ocorrer são a diminuição da área foliar, abscisão foliar (síntese de etileno), acentuado crescimento da raiz e fechamento estomático (ácido abscísico) (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O estresse por déficit hídrico é produzido tanto por deficiência de água no solo, quanto por perda excessiva pela transpiração em relação à absorção feita pelas raízes, sendo esses processos influenciados por fatores ambientais e características da própria planta (SANT’ANNA, 2009).

A eficiência do uso da água nos citros em geral é bastante baixa, quando comparada à outras plantas C3 (CRUZ, 2003). No entanto, as plantas cítricas são

capazes de resistir a longos períodos de seca, quando árvores adultas. Isso se deve à capacidade de reter água, devido à combinação de fatores anatômicos e fisiológicos, que limitam o movimento de água na planta (DAVIES; ALBRIGO, 1994).

Considerando a predominância da citricultura sob condições de sequeiro; a importância da relação porta enxerto/copa nas respostas da taxa fotossintética; das relações hídricas em laranjeiras e para suprir a ausência de informações relacionadas a este tema, este trabalho teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas ao déficit hídrico de três cultivares apirênicas de laranjeira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, Unidade Regional Sul de Minas, Fazenda Experimental de Lavras, localizada a 21° 13' 17'' S e 44° 57' 47'' W de Greenwich, numa altitude de 944 m.

As mudas, enxertadas sobre o porta-enxerto *Poncirus trifoliata*, foram transplantadas para vasos de 22 L contendo substrato composto de terra de subsolo e areia, na proporção de 3:1, que foi analisado e corrigido em acidez e demais nutrientes conforme recomendado para cultura. As mudas das cultivares foram obtidas de um viveiro certificado, localizado no Rio Grande do Sul.

As mudas foram mantidas em casa de vegetação com irrigações periódicas por um período de 15 dias quando então foram definidos os tratamentos seguindo delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo: 3 cultivares de laranjeira: 'Navelina'; 'Navelate' e 'Lanelate'; dois regimes hídricos: irrigado e sequeiro; e duas épocas de avaliação: início do experimento e 15° dia após a imposição do déficit hídrico; com cinco repetições. Cada unidade experimental consistiu de uma planta por vaso.

No início do experimento foi obtido os valores das variáveis fitotécnicas: altura e diâmetro das plantas. Para medição da altura, utilizou-se uma trena, considerando a distância entre o colo da planta (~ 5 cm do solo) e o ápice da maior perna, sendo a leitura expressa em metros. O diâmetro foi registrado utilizando-se um paquímetro digital, considerando a medida 5 cm acima do ponto de enxertia, com a leitura dada em milímetros.

As avaliações foram realizadas no dia da imposição do estresse hídrico e 15 dias após a suspensão da irrigação pelas seguintes variáveis: potencial hídrico na antemãhã (Ψ_{am}) e ao meio dia (Ψ_{md}), utilizando uma bomba de pressão tipo Scholander.

As trocas gasosas foram medidas entre 09:00 e 10:30h, considerando as variáveis: taxa de assimilação de CO₂ (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), razão entre concentrações interna e externa de CO₂ (C_i/C_a) e temperatura foliar (TF). Estas foram medidas em sistema aberto, sob luz saturante artificial ($1000 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração de CO₂ e temperatura ambiente, com analisador de gás a infravermelho (IRGA) portátil (LICOR 6400, LiCOR, Nebraska, USA).

Foram obtidas para as duas datas (1º e 15º dia) as variáveis ambientais dentro da casa de vegetação, sendo: déficit de pressão de vapor entre a folha e a atmosfera ($DPV_{\text{folha-atm}}$), temperatura do ar (TA) e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Essas variáveis foram obtidas utilizando-se o IRGA no momento de avaliação, nas duas datas consideradas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o *software* SISVAR (Sistema para Análise de Variância) (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, para fins de comprovação da uniformidade das mudas, são apresentados os dados fitotécnicos referentes ao diâmetro (mm) e altura (m) das plantas no início do experimento.

Observa-se que apenas para a ‘Lanelate’ foi registrado valor médio inferior para a variável diâmetro, entre as plantas selecionadas para serem submetidas ao tratamento com irrigação.

Tabela 1 Valores médios* de diâmetro e altura de mudas de cultivares apirênicas de laranja no início do experimento. Lavras-MG, 2012.

Parâmetros	Cultivar	Início do experimento	
		Irigado	Sequeiro
Diâmetro (mm)	‘Lanelate’	12,38 bA	12,10 aA
	‘Navelate’	14,27 aB	14,38 aA
	‘Navelina’	14,64 aB	13,72 aA
Altura (m)	‘Lanelate’	0,66 aA	0,61 aA
	‘Navelate’	0,63 aA	0,66 aA
	‘Navelina’	0,65 aA	0,66 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para os potenciais hídricos na antemanhã e ao meio dia são apresentados na Tabela 2. As cultivares não diferiram entre si quanto ao Ψ_{am} e Ψ_{md} sob irrigação, porém, após 15 dias da suspensão da irrigação, o déficit hídrico promoveu nestas cultivares, redução dos potenciais

hídricos para valores médios próximos de -2,20 na antemanhã e -2,94 MPa ao meio dia.

Isso evidencia que as cultivares não diferiram quanto à severidade do déficit hídrico alcançado, uma vez que Ψ_{am} pode ser considerado um indicativo do *status* hídrico do solo tal qual a planta o percebe.

Na citricultura, esse potencial hídrico já causa estresse severo (MEDINA et al., 2005). Valores de potencial hídrico foliar desta ordem foram registrados em outros experimentos, conduzidos com citros, aos nove, doze e dezesseis dias, conforme Cerqueira et al. (2004), Donato et al. (2007) e Medina, Machado e Gomes (1999). As pequenas variações observadas nos valores do potencial hídrico e no tempo necessário para atingir os valores podem ser atribuídas às diferenças entre substratos utilizados, idade das mudas, volume dos recipientes, espécies e cultivares utilizadas.

Tabela 2 Valores médios de potencial hídrico na antemanhã (Ψ_{am}) e ao meio dia (Ψ_{md}) em cultivares apirênicas de laranjeiras submetidas ao déficit hídrico. Lavras-MG, 2012.

Parâmetros	1º dia de déficit		15º dia de déficit		
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	
Ψ_{am} (MPa)	‘Lanelate’	-0,23 a	-0,23 a	-0,23 a	-2,30 b*
	‘Navelate’	-0,22 a	-0,22 a	-0,20 a	-1,98 b*
	‘Navelina’	-0,21 a	-0,21 a	-0,25 a	-2,30 b*
Ψ_{md} (MPa)	‘Lanelate’	-1,02 a	-0,88 a	-0,50 a	-3,35 b*
	‘Navelate’	-1,05 a	-0,57 a	-0,43 a	-2,45 b*
	‘Navelina’	-1,16 a	-0,87 a	-0,51 a	-3,02 b*

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. *refere à comparação na linha e indica diferença entre tratamentos nas diferentes épocas.

Independente do regime hídrico, também não houve diferenças entre A , g_s e E entre as cultivares (Tabela 3) e os valores registrados estão dentro da faixa de variação constante na literatura para citros, conforme reportado por Pérez-Pérez et al. (2007). Segundo Ribeiro e Machado (2007), como uma espécie perene com metabolismo C3, as plantas cítricas mostram baixas taxas fotossintéticas em condições naturais, com valores máximos em torno de $13 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

O déficit hídrico causou decréscimo nos valores nas características de trocas gasosas (Tabela 3).

Houve redução de 86% na A e de 70% na g_s , acompanhadas por diminuição de 65% na E e 25% na razão C_i/C_a para plantas de 'Navelate' e 'Navelina'. O decréscimo na A , acompanhado pela redução na g_s e na razão C_i/C_a , sugere limitações estomáticas à fotossíntese, pela diminuição da disponibilidade de CO_2 no mesófilo e sítios de carboxilação. Entretanto, as reduções na A ocorreram em maior extensão que as reduções em g_s e na razão C_i/C_a . Além disso, para a 'Lanelate' não ocorreu redução na razão C_i/C_a sob déficit hídrico, cujos dados sugerem que a inibição fotossintética pode ter sido ocasionada também uma inibição não-estomática da fotossíntese, determinada possivelmente pela inativação parcial da enzima ribulose-difosfato-carboxilase, bem como, na quantidade desta enzima.

Após a imposição do déficit hídrico, no 15º dia, foi observada uma queda significativa da temperatura foliar para as cultivares mantidas irrigadas, enquanto que para as cultivares submetidas ao déficit hídrico, apenas para a 'Navelate' foi observada queda na temperatura foliar (Tabela 3).

Geralmente, plantas submetidas à déficit hídrico no solo, sofrem aumento de temperatura foliar, pois ocorre a sinalização para fechamento estomático, que é uma tentativa da planta para evitar maiores perdas de água por transpiração (CAIRO, 1995; STEPPUHN, 2001).

Tabela 3 Valores médios de taxa de assimilação de CO₂ (*A*), condutância estomática (*g_s*), razão entre concentrações interna e externa de CO₂ (*C_i/C_a*), transpiração (*E*) e temperatura foliar (TF) em cultivares apirênicas de laranjeiras submetidas ao déficit hídrico. Lavras-MG, 2012.

Parâmetros	1° dia de déficit		15° dia de déficit		
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	
<i>A</i> ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	‘Lanelate’	6,84 a	10,81 a	9,72 a	3,16 b*
	‘Navelate’	9,37 a	9,37 a	9,63 a	5,99 b*
	‘Navelina’	9,01 a	8,08 a	9,96 a	3,96 b*
<i>g_s</i> ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	‘Lanelate’	0,10 a	0,16 a	0,17 a	0,037 b*
	‘Navelate’	0,15 a	0,15 a	0,14 a	0,077 b*
	‘Navelina’	0,14 a	0,11 a	0,16 a	0,032 b*
<i>C_i/C_a</i>	‘Lanelate’	0,59 a	0,67 a	0,68 a	0,62 b
	‘Navelate’	0,68 a	0,69 a	0,66 a	0,46 c*
	‘Navelina’	0,67 a	0,69 a	0,69 a	0,45 c*
<i>E</i> ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	‘Lanelate’	3,38 a	5,40 a	4,24 a	1,25 b*
	‘Navelate’	5,14 a	4,98 a	3,91 a	2,04 b*
	‘Navelina’	4,93 a	3,97 a	4,10 a	1,09 b*
TF (°C)	‘Lanelate’	32,65 a*	32,84 a	31,64 a*	32,80 a
	‘Navelate’	33,29 a*	34,12 b*	32,30 a*	32,64 a*
	‘Navelina’	33,61 a*	33,70 b	31,82 a*	32,98 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott à 5% de probabilidade. * refere à comparação na linha e indica diferença entre tratamentos nas diferentes épocas.

Segundo Ludlow e Muchow (1990), a manutenção da temperatura foliar igual ou ligeiramente inferior à temperatura do ar, comprova a capacidade de

refrigeração das diversas espécies vegetais, via transpiração, no intuito de manter a planta protegida das faixas térmicas muito elevadas. Tal comportamento é desejável, e já foi observado em várias espécies vegetais.

A temperatura foliar é um dos indicadores de estresse hídrico nas plantas, pois a água transpirada resfria a folha. Conforme o teor de água no solo diminui, a transpiração diminui e a temperatura das folhas aumenta, ficando mais alta que a temperatura do ar, devido à maior absorção da radiação. Segundo Millar (1972), o comportamento da temperatura foliar em relação à temperatura do ar pode ser usado como indicador da condição hídrica da planta, o qual, devidamente obtido, pode ser utilizado como indicador do momento de irrigar.

As variáveis ambientais representativas das duas datas de avaliação (1º e 15º dia após a suspensão da rega) são apresentadas na Tabela 4.

A temperatura do ar foi menor no 15º dia após a suspensão da rega, independente das cultivares e da rega, visto que essa é uma característica estritamente ambiental.

Para o déficit de pressão de vapor (DPV), não foram observadas diferenças entre as cultivares, no primeiro dia de análise. Após os 15 dias de imposição do estresse hídrico, todas as cultivares mantidas com irrigação, tiveram queda no DPV, provavelmente devido às alterações da temperatura do ar, observada neste dia de avaliação. Para 'Lanelate', no 15º de imposição do estresse, não foi observada diferença quando comparada ao início do experimento, no entanto, as plantas desta cultivar que foram mantidas sob irrigação até o 15º dia, tiveram queda significativa no DPV (Tabela 4).

Tabela 4 Valores médios de temperatura do ar (TA), déficit de pressão de vapor (DPV) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em cultivares apirênicas de laranjeiras submetidas ao déficit hídrico. Lavras-MG, 2012.

Parâmetros		1º dia de déficit		15º dia de déficit	
		Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
TA (°C)	‘Lanelate’	34,79aA*	34,71aA*	32,85aA*	33,27aA*
	‘Navelate’	34,70aA*	35,27aB*	33,30aA*	33,23aA*
	‘Navelina’	34,97aA*	35,14aA*	32,93aA*	33,30aA*
DPV (kPa)	‘Lanelate’	2,78aA*	2,82aA	2,23aA*	2,87aB
	‘Navelate’	3,05aA*	3,25aA*	2,40aA*	2,73aA*
	‘Navelina’	3,21aA*	3,09aA*	2,29aA*	2,62aA*
RFA (mmol m ⁻² s ⁻¹)	‘Lanelate’	652,52aA*	604,10aA	158,55aA*	288,14aA
	‘Navelate’	714,33aA*	706,33aA*	246,03aA*	259,12aA*
	‘Navelina’	536,31aA	557,56aA*	294,93aA	219,14aA*

Letra minúscula refere à comparação na coluna, quando seguidos de mesma letra não difere entre si. Letra maiúscula refere à comparação na linha entre tratamentos na mesma época, quando seguidos de mesma letra não difere entre si. * refere à comparação na linha e indica diferença entre tratamentos nas diferentes épocas.

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi estatisticamente igual entre as cultivares, nos dois tratamentos (irrigado e sequeiro), no primeiro dia de análise, ou seja, antes da imposição do estresse hídrico. Após a imposição do estresse por déficit hídrico, ou seja, no 15º dia, também não foi observada diferença em relação à RFA entre as cultivares nem entre os tratamentos de irrigação (Tabela 4).

No entanto, o que pôde ser observado para a RFA, entre os dois dias de análise, foi que para o tratamento de sequeiro nas cultivares ‘Lanelate’ e ‘Navelate’ houve diferença significativa para as épocas consideradas,

possivelmente pelo conjunto das variáveis ambientais que resultaram numa menor RFA no 15º dia. 'Navelate' e 'Navelina' também tiveram diferença de RFA no tratamento irrigado, quando comparados os dois dias de análise, sendo observados valores menores de RFA no 15º dia.

4 CONCLUSÕES

As cultivares de laranjeira foram semelhantes quanto ao potencial hídrico quando submetidas ao déficit hídrico.

Quanto às trocas gasosas, o déficit hídrico promoveu redução da taxa fotossintética pela limitação estomática em todas as cultivares, sendo que para a 'Lanelate' a manutenção da razão C_i/C_a sugere também limitações não estomáticas da fotossíntese.

REFERÊNCIAS

- CAIRO, P. A. R. **Curso básico de relações hídricas de plantas**. Vitória da Conquista: UESB, 1995. 32 p.
- CERQUEIRA, E. C. et al. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2004.
- COELHO, Y. S. Frutas cítricas importadas no mercado de Salvador, Bahia. **Bahia Agriculturae**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 29-33, nov. 2002.
- CRUZ, A. C. R. **Consumo de água por cultura de citros cultivada em latossolo vermelho amarelo**. 2003. 92 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.
- DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. **Citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254 p.
- DONATO, S. L. R. et al. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1507-1510, out. 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- LUDLOW, M. M.; MUCHOW, R. C. A critical evaluation of traits for improving crop yields in waterlimited environments. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 43, n. 1, p. 107-153, Feb. 1990.
- MEDINA, C. L. et al. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC, 2005. p. 147-195.
- MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. de M. de A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 29-34, 1999.
- MILLAR, A. A. Thermal regime of grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 23, n. 4, p. 173-176, 1972.

OLIVEIRA, R. P. et al. **Tecnologias para produção de frutas cítricas sem sementes**: escolha de cultivares e planejamento do pomar. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 113).

PÉREZ-PÉREZ, J. G. et al. Leaf water relations and net gas exchange responses of salinized carrizo citrange seedlings during drought stress and recovery. **Annals of Botany**, London, v. 100, n. 2, p. 335-345, Aug. 2007.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 393-411, 2007.

SANT'ANNA, H. L. S. de. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

STEPPUHHN, H. Pre-irrigation of a severely-saline soil with in-situ water to establish dryland forages. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 44, n. 6, p. 1543-1551, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

CAPÍTULO 3

Tangerineira ‘Clemenules’ cultivadas em hidrogel: trocas gasosas e *status* hídrico

RESUMO

O hidrogel, também conhecido como polímeros hidroabsorventes ou gel hidrorretentor, é uma das tecnologias disponíveis no fornecimento de água para plantas, utilizado com finalidade de armazenar e disponibilizar gradativamente água, aumentando a sobrevivência e o crescimento inicial de plantas. Objetivou-se verificar o efeito do hidrogel no *status* hídrico e nas trocas gasosas da tangerineira ‘Clemenules’ cultivada em vasos. O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Fazenda Experimental de Lavras. As mudas foram distribuídas seguindo o delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, sendo os tratamentos 3 sistemas de cultivo: IC – irrigação convencional (com irrigação periódicas); CH – com hidrogel e EH – estresse hídrico (irrigados somente no dia da instalação). Foram avaliados o potencial hídrico na antemanhã (Ψ_{am}) e ao meio dia (Ψ_{md}), a taxa de assimilação de CO_2 (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), razão entre concentrações interna e externa de CO_2 (C_i/C_a) e temperatura foliar. O hidrogel permitiu maior manutenção do *status* hídrico de mudas da tangerineira ‘Clemenules’, entretanto, essa cultivar é bastante sensível a variações no *status* hídrico.

Palavras-chave: citros, déficit hídrico, características fisiológicas, transpiração.

ABSTRACT

The hydrogel, also known as gel or hydro-absorbent polymers or hydro-retentor is one of the technologies available to supply water to plants, used to store and serve the purpose of gradually water, increasing the survival and early growth of plants. This study aimed to verify the effect of the hydrogel in water status and gas exchange of mandarin 'Clemenules' grown in pots. The experiment was conducted at Agricultural Research Corporation of Minas Gerais, Experimental Farm of Lavras. The saplings were distributed following the randomized complete block design with five replications, and treatments 3 cropping systems: Conventional IC Irrigation - with regular irrigation, CH - With Hydrogel and EH - Water stress - irrigated only on the day of installation. We evaluated the predawn water potential (Ψ_{am}) and midday (Ψ_{md}), rates of net carbon assimilation (A), stomatal conductance (g_s), transpiration (E) and the ratio between internal and external concentrations of CO_2 (C_i/C_a). The hydrogel allowed greater maintenance of water status of seedlings of tangerine 'Clemenules', however, this cultivar is sensitive to changes in water status.

Keywords: Citrus. Water Stress. Physiological Characteristics. Sweating.

1 INTRODUÇÃO

Introduzida no Brasil em 1999, pela EMBRAPA, a ‘Clemenules’ é uma cultivar apirênica de tangerineira, pertencente ao grupo das Clementinas, considerada muito produtiva e sem problemas com alternância de produção. Com maturação dos frutos considerada de meia-estação, esta cultivar é uma das opções disponíveis aos citricultores que visam diversificar a produção de frutos para consumo *in natura* (OLIVEIRA et al., 2011).

As espécies cítricas em geral são sensíveis ao estresse hídrico. Este fato aliado à distribuição desuniforme das chuvas comum às principais regiões citrícolas do Brasil e do mundo, é considerado um dos principais desafios ao desenvolvimento e expansão da citricultura.

A reposição de água mediante os diferentes sistemas de irrigação tem sido a prática mais comum nos pomares e viveiros cítricos para proporcionar condições que propiciem o crescimento ótimo das plantas. Porém a busca por sistemas agrícolas sustentáveis aponta para a necessidade de novas alternativas que contribuam para o uso racional da água também nos pomares cítricos.

O hidrogel, também conhecido como polímeros hidroabsorventes ou gel hidroretentor, é uma das tecnologias disponíveis no fornecimento de água para plantas. São produtos naturais, derivados do amido, ou sintéticos, derivados do petróleo, de forma granular e quebradiços quando seco e macios e elásticos após expandidos na água (BUZETTO; BIZON; SEIXAS, 2002).

É uma tecnologia promissora principalmente pela habilidade que o mesmo apresenta em armazenar e disponibilizar gradativamente água, aumentando a sobrevivência e o crescimento inicial de plantas (AZEVEDO; BERTONHA; GONÇALVES, 2002). Estudos realizados por Castillo (1996) e Vale, Carvalho e Paiva (2006), mostraram resultados positivos do hidrogel em

espécies arbóreas como *Swietenia macrophylla* e *Acacia auriculiformis* e *Coffea arabica*, respectivamente.

Os relatos do uso de hidrogel em plantas cítricas também são promissores, promovendo maior crescimento de plantas conforme reportado por Syvertsen e Dunlop (2004), maior sobrevivência de mudas e reduzindo os efeitos danosos do estresse hídrico (ARBONA et al., 2005). Porém ainda há necessidade de se conhecer melhor o efeito desta tecnologia nas características fisiológicas das mudas cítricas e neste contexto as medições de trocas gasosas e das relações hídricas têm sido indicadas para avaliar a resposta das espécies vegetais nestas condições.

No caso da 'Clemenules', tangerineira apirênica presente em algumas regiões citrícolas do Brasil, não há relatos sobre o efeito do hidrogel no *status* hídrico e nas trocas gasosas desta cultivar, sendo este o objetivo do presente trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Unidade Regional Sul de Minas, Fazenda Experimental de Lavras, localizada a 21° 13' 17'' S e 44° 57' 47 '' W de Greenwich, numa altitude de 944 m.

Foram utilizadas mudas de tangerineira 'Clemenules' com dois anos de idade, enxertadas sobre o porta-enxerto *Poncirus trifoliata*. Estas foram plantadas em vasos de 22 L contendo substrato composto de três partes de terra de subsolo para uma de areia, que foi analisado e corrigido em acidez e demais nutrientes conforme recomendado para cultura.

As mudas foram obtidas de viveiro certificado, localizado no Rio Grande do Sul. O hidrogel foi preparado seguindo a recomendação do fabricante, utilizando 4g de gel/L de água na diluição e 2 litros do gel expandido em cada vaso. As mudas foram distribuídas seguindo o delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, sendo os tratamentos: 3 sistemas de cultivo: IC – irrigação convencional (com irrigação periódica); CH – com hidrogel e EH – estresse hídrico (irrigados somente no dia da instalação).

As respostas fisiológicas das plantas foram avaliadas no primeiro e no décimo quinto dia após a imposição do estresse hídrico.

Foi avaliado o potencial hídrico na antemanhã (Ψ_{am}) e ao meio dia (Ψ_{md}), utilizando uma bomba de pressão tipo Scholander.

Para as trocas gasosas, foram consideradas as variáveis: taxa de assimilação CO_2 (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), razão entre concentrações interna e externa de CO_2 (C_i/C_a) e temperatura foliar (TF). Estas foram medidas 09:00 e 10:30h, em sistema aberto, sob luz saturante artificial ($1000 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração de CO_2 e temperatura ambiente, com

analisador de gás a infravermelho (IRGA) portátil (LICOR 6400, LiCOR, Nebraska, USA).

No início do experimento foi obtido os valores das variáveis fitotécnicas: altura e diâmetro das plantas. Para medição da altura, utilizou-se uma trena, considerando a distância entre o colo da planta (~ 5 cm do solo) e o ápice da maior perna, sendo a leitura expressa em metros. O diâmetro foi registrado utilizando-se um paquímetro digital, considerando a medida 5 cm acima do ponto de enxertia, com a leitura dada em milímetros.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o *software* SISVAR (Sistema para Análise de Variância) (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de diâmetro (mm) e altura (m) das plantas de ‘Clemenules’ no início do experimento, demonstrando a uniformidade das plantas.

Tabela 1 Valores médios* de diâmetro e altura de mudas da tangerineira ‘Clemenules’ submetidas aos tratamentos no início do experimento: IC Irrigação Convencional; CH – Com Hidrogel e EH – Estresse hídrico. Lavras-MG, 2012.

Variáveis	Início do experimento		
	IC	CH	EH
Diâmetro (mm)	10,25 a	10,25 a	11,00 a
Altura (m)	1,00 a	0,75 a	1,00 a

*Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

A adição do gel ao substrato não modificou o potencial hídrico na antemanhã (Ψ_{am}) e ao meio dia (Ψ_{md}) das plantas, pois os mesmos não diferiram nas plantas conduzidas sem hidrogel, conforme apresentado na Tabela 2.

O déficit hídrico causou decréscimos também nos valores dos parâmetros de trocas gasosas das mudas conduzidas em substrato com e sem a adição do hidrogel. Houve reduções de 70 a 80% em A e de 77% em g_s , acompanhadas por diminuição de 78% em E . Quanto ao parâmetro C_i/C_a , não houve redução sob déficit hídrico. Estes dados sugerem que na tangerineira ‘Clemenules’, a inibição fotossintética foi ocasionada por limitações estomáticas e não-estomáticas.

Tabela 2 Valores médios de potencial hídrico e trocas gasosas de mudas da tangerineira ‘Clemenules’ em IC – irrigação convencional; CH – com hidrogel e EH – estresse hídrico. Lavras-MG, 2012.

Variáveis	1º dia de estresse hídrico			15º dia de estresse hídrico		
	IC	CH	EH	IC	CH	EH
Ψ_{am} (MPa)	-0,31 a	-0,30 a	-0,30 a	-0,33 a	-1,14 b*	-2,55 c*
Ψ_{md} (MPa)	-1,3 a	-1,5 a	-1,5 a	-1,1 a	-2,5 b*	-3,3 c*
A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	7,81 a	7,83 a	8,08 a	7,53 b	1,38 a*	2,49 a*
g_s ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	0,090 a	0,097 a	0,097 a	0,17 b*	0,03 a*	0,04a*
E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	2,64 a	2,84 a	2,84 a	3,75 b	0,81 a*	1,13 a*
C_i/C_a	0,60 a	0,63 a	0,61 a	0,65 a	0,69 a	0,64 a
TF (°C)	31,00 a	30,75 a	31,00 a	31,50 b*	32,50 a*	32,50 a*

Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. *refere à comparação na linha e indica diferença entre tratamentos nas diferentes épocas.

Embora a utilização do gel no substrato tenha permitido uma manutenção do *status* hídrico das mudas, essa manutenção não foi suficiente para manter as trocas gasosas iguais às das plantas irrigadas, pois houve redução de A , g_s , e E , conforme ocorreu nas mudas submetidas ao déficit em substrato sem gel.

Tais resultados permitem inferir que a tangerineira ‘Clemenules’ é bastante sensível a variações do *status* hídrico, uma vez que o déficit hídrico das mudas cultivadas em gel já foi suficiente para causar efeitos negativos expressivos nas trocas gasosas dessa cultivar. Isso poderá resultar na ausência de efeito do hidrorretentor sobre o crescimento de mudas, conforme já foi verificado em outras culturas como o café (VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006).

A temperatura foliar (TF) foi diferente nas duas épocas de avaliação, sendo observado valores médios menores no primeiro dia de avaliação. Após a imposição do estresse hídrico, no 15º foi observada temperatura mais baixa nas

plantas que receberam irrigação convencional (IC) comparada àquelas que estavam cultivadas em hidrogel e sem irrigação (Tabela 2).

Para as variáveis ambientais, representativas de cada dia de avaliação, não foi observada diferença significativa para o déficit de pressão de vapor ($DPV_{\text{folha-atm}}$) e para a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), conforme apresentado na Tabela 3. Somente a temperatura do ar (TA) registrada no momento de leitura nas plantas foi estatisticamente menor no primeiro dia de avaliação (Tabela 3).

Tabela 3 Valores médios* de déficit de pressão de vapor (DPV), temperatura do ar (TA) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA), em experimento com mudas de tangerineira ‘Clemenules’, Fazenda Experimental de Lavras. Lavras-MG, 2012.

Variáveis	1º dia	15º dia
$DPV_{\text{folha-atm}}$ (kPa)	2,58 a	2,50 a
TA (°C)	31,58 b	32,50 a
RFA ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	485,50 a	370,00 a

*Valores seguidos de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

O hidrogel permitiu maior manutenção do *status* hídrico de mudas da tangerineira ‘Clemenules’, entretanto, essa cultivar é bastante sensível a variações no *status* hídrico.

REFERÊNCIAS

- ARBONA, V. et al. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young *citrus*. **Plant and Soil**, The Hague, v. 270, n. 1, p. 73-82, Mar. 2005.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.
- BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio**. Piracicaba: IPEF, 2002. 5 p. (Circular Técnica, 195).
- CASTILLO, E. T. Water retaining polymer: an ecological strategy for tree seedling survival and growth in volcanic-ash laden sites. **Sylvatrop**, Philippines, v. 3, n. 1, p. 1-19, 1996.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- OLIVEIRA, R. P. et al. Cultivares-copa. In: OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. (Ed.). **Cultivo de citros sem sementes**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2011. 378 p. (Sistema de Produção, 21).
- SYVERTSEN, J. P.; DUNLOP, J. M. Hydrophilic gel amendments to sand soil can increase growth and nitrogen uptake efficiency of citrus seedling. **Horticultural Science**, London, v. 39, n. 2, p. 267-271, Apr. 2004.
- VALE, G. F. R.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 7-13, abr./jun. 2006.