Pós-Graduação - IAC

PÓS GRADUAÇÃO AGRICULTURA TROPICAL E SUBTROPICAL
INSTITUTO AGRONÔMICO

Efeito da carga pendente na floração, frutificação e qualidade de frutos de laranjeira 'Valência'

Thiago Franco Duarte

Campinas (SP) 2010

Thiago Franco Duarte

INSTITUTO AGRONÔMICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL E SUBTROPICAL

EFEITO DA CARGA PENDENTE NA FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE LARANJEIRA "VALÊNCIA"

THIAGO FRANCO DUARTE

Orientadora: Ilana Urbano Bron
Co-orientador: Rafael Vasconcelos Ribeiro

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola

Campinas, SP
2010

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agronômico

D812e Duarte, Thiago Franco
Efeito da carga pendente na floração, frutificação e qualidade dos frutos de laranjeira 'Valência'./ Thiago Franco Duarte. Campinas, 2010. 39 fls

Orientadora: Ilana Urbano Bron
Co-orientador: Rafael Vasconcelos Ribeiro
Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agronômico

1. Laranjeiras 2. Laranjeiras – alternância de produção. 3. *Citrus sinensis* 4. Carboidratos I. Bron, Ilana Urbano II. Ribeiro, Rafael Vasconcelos III. Título

CDD 634.3

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA
DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO AGRONÔMICO
Pós-Graduação
Av. Barão de Itapura 1481 Caixa Postal 28
13001-970 Campinas, SP - Brasil
(019) 3231-5422 ramal 194
pgiac@iac.sp.gov.br

INSTITUTO AGRONÔMICO

Curso de Pós-Graduação

Agricultura Tropical e Subtropical

Certificado de Aprovação

Título: **Efeito da carga pendente na floração, frutificação e qualidade de frutos de laranjeira 'Valência'**

Aluno: **Thiago Franco Duarte**

Área de Concentração: **Tecnologia da Produção Agrícola**

Processo SAA nº: **12171/08**

Orientadora: **Dra. Ilana Urbano Bron**

Aprovado pela Banca Examinadora:

Dra. Ilana Urbano Bron - IAC

Dr. Ângelo Pedro Jacomino - Esalq/USP

Dra. Ana Maria Magalhães Andrade Lagôa - IAC

Campinas, 27 de abril de 2010

Visto:

Adriana Parada Dias da Silveira
Coordenadora
Pós-Graduação Instituto Agronômico

A Deus e aos meus pais
Sandra e Alfredo,

DEDICO

A todos meus familiares,
que sempre me apoiaram
em todos os momentos
mostrando o significado
de uma família, à minha
companheira Gisele,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- À pesquisadora e orientadora Ilana Urbano Bron pelos ensinamentos, dedicação e apoio ao trabalho.
- Ao pesquisador e co-orientador Rafael Vasconcelos Ribeiro pela dedicação, competência e ensinamentos.
- Ao pesquisador Eduardo Caruso Machado pela dedicação e sugestões.
- À pesquisadora Ana Maria Magalhães Andrade Lagôa pelas valiosas sugestões.
- Aos amigos Paulo, Leandro, Carlos Marcos, Zé, Verônica e Ricardo pela amizade e imensurável ajuda, sem a qual não seria possível conduzir o projeto.
- À Cintia, Karina, Daniela e Ana pela paciência e ajuda fundamental nas análises laboratoriais.
- Aos funcionários do Centro APTA Citros 'Sylvio Moreira' pela colaboração na execução projeto.
- A todos os professores da PG-IAC pela dedicação ao ensino.
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.
- Aos funcionários da PG-IAC, pelo auxílio no decorrer do curso.
- Ao grande amigo Afonso Peche Filho pelos ensinamentos de vida, incontestável ajuda e total apoio sem a qual não seria possível realizar esse curso.
- Ao grande amigo Jener Fernando Leite de Moraes, por estar sempre disposto a ajudar nas horas mais difíceis da vida e pela sincera amizade construída ao longo dos anos.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS vi
ÍNDICE DE TABELAS ix
RESUMO x
ABSTRACT xii
1 INTRODUÇÃO 1
2 REFERENCIAL TEÓRICO 3
2.1 Floração e Frutificação 3
2.2 Crescimento e Desenvolvimento dos frutos cítricos 7
2.3 Alternância de Produção 10
3 MATERIAL E MÉTODOS 12
3.1 Material 12
3.2 Avaliação da Floração e Frutificação 14
3.3 Avaliação da Qualidade do Fruto 15
3.4 Análise de Carboidratos das Folhas e Frutos 16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 17
4.1 Floração e Frutificação 17
4.2 Qualidade dos Frutos 26
5. CONCLUSÃO 31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Floração em laranjeiras 'Valência'. Setas indicam brotação surgindo a partir das gemas axilares..... 4

Figura 2 Floração e frutificação das plantas. PSD: planta sem desbaste; PCD: planta com desbaste**;** AC: alta carga de frutos; BC: baixa carga de frutos..... 13

Figura 3 Distribuição das plantas no campo experimental. Círculos vazios representam as plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e círculos preenchidos representam aquelas com Alta Carga de frutos (AC). As plantas foram divididas em cinco blocos, sendo cada bloco com 6 plantas. A primeira e a última planta da linha de plantio representam a bordadura..... 13

Figura 4 Guia adotada para avaliação da floração e frutificação. A guia foi posicionada sempre na altura média da copa da planta. O volume da amostragem foi de 0,5 m^3..... 14

Figura 5 Estruturas reprodutivas (botão + flor + fruto < 2,5 cm de diâmetro) de laranjeiras 'Valência' em plantas com Alta Carga de frutos (AC) em A e Baixa Carga de frutos (BC) em B – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n=5)…….... 18

Figura 6 Quantidade (A) e porcentagem (B) de frutos fixados em laranjeiras 'Valência' com Baixa Carga (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n=5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P \leq 0,05$)..... 18

Figura 7 Produção (caixas/planta) de laranjeiras 'Valência' na safra 2008 (A) e 2009 (B); em plantas BC (Baixa Carga de frutos) e AC (Alta Carga de frutos) – Cordeirópolis/SP. Barras indicam erro padrão (n=5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P \leq 0,05$)..... 19

Figura 8 Teor foliar de amido (A, B e C), sacarose (D, E e F) e açúcares solúveis (G, H e I) de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e diferentes letras indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos AC e BC (P≤0.05). BCm: folha abaixo da brotação mista em plantas com Baixa Carga de frutos; ACm: folha abaixo da brotação mista em plantas com alta carga de frutos; BCv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com Baixa Carga; ACv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com alta carga de frutos..... 21

Figura 9 Teor foliar de açúcares totais (amido + açúcares solúveis) de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos AC e BC (P≤0,05). BCm: folha abaixo da brotação mista em plantas com Baixa Carga de frutos; ACm: folha abaixo da brotação mista em plantas com alta carga de frutos; BCv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com Baixa Carga ACv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com alta carga de frutos..... 22

Figura 10 Número de sementes/árvore de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP safra 2008. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (P≤0,05)..... 22

Figura 11 Número de brotações mistas (A); reprodutivas (B) e vegetativas (C) de laranjeiras 'Valência' em plantas BC (Baixa Carga de frutos) e AC (Alta Carga de frutos) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. As barras indicam o erro padrão (n = 5)..... 23

Figura 12 Diâmetro dos frutos de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (P≤0,05)..... 24

Figura 13 Índice tecnológico de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) na safra 2008 (A) e 2009 (B). Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (P≤0,05).SS=sólidos solúveis..... 28

Figura 14 Ângulo Hue (H^o) de laranjas ‘Valência’ em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) no ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (P≤0,05)..... 30

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Sólidos solúveis (°Brix), acidez (% ácido cítrico), e ratio (SS:AT) de laranjas ‘Valência’ em plantas AC e BC. ± indicam o erro padrão (n = 5).*..... 27

Tabela 2 Teor de suco (%), massa dos frutos (g) e da espessura da casca (mm) de laranjas ‘Valência’ em plantas BC e AC. ± indicam o erro padrão (n = 5).*..... 29

Tabela 3 Quantidade de sementes/frutos de laranjas ‘Valência’ em plantas BC e AC em função do tempo. ± indicam o erro padrão (n = 5).*..... 29

Efeito da carga pendente na floração, frutificação e qualidade dos frutos de laranjeira 'Valência'.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da carga pendente na floração, frutificação e qualidade dos frutos da laranjeira 'Valência'. O experimento foi conduzido com laranjeiras 'Valência' enxertadas em tangerineiras 'Cleópatra' em condição de campo. Em janeiro de 2007, metade das plantas teve todos seus retirados. As plantas que tiveram seus frutos retirados em 2007 apresentaram floração mais intensa e, portanto, uma Alta Carga de frutos (AC, 752 frutos/árvore) em 2008 quando comparadas às plantas que não tiveram seus frutos retirados, que apresentaram Baixa Carga de frutos (BC, 317 frutos/árvore). A avaliação da floração e frutificação foi realizada no ano agrícola 2008/2009 nas plantas AC e BC pela contagem das estruturas reprodutivas (botões, flores e frutos < 2,5 cm de diâmetro) em um volume de 0,5 m^3 da copa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições de três plantas. As avaliações das características físico-químicas dos frutos foram realizadas durante 4 momentos do período de frutificação até a colheita em 2009. Os frutos da safra 2008 também foram analisados na colheita. As coletas de folhas para análise de carboidratos foram realizadas antes da floração (01/08/2008), na plena floração/frutificação (12/09/2008) e depois da fixação dos frutos (05/12/2008). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Plantas AC floresceram menos que as BC em 2008. O número máximo de estruturas reprodutivas observadas nas plantas AC foi 375 estruturas/m^3, enquanto que nas BC foi 536 estruturas/m^3. Não houve relação entre os teores de carboidratos foliares e a floração, haja vista que as plantas BC floresceram mais com teores de carboidratos semelhantes às plantas AC. Após a queda fisiológica dos frutos, as plantas AC e BC apresentaram, respectivamente, 24±3 e 28±3 frutos/m^3 de copa, ou seja, somente 9,5% e 6,0% dos frutos foram fixados. As plantas BC produziram maior quantidade de brotações reprodutivas enquanto que as plantas AC produziram mais vegetativas. Com relação à qualidade dos frutos colhidos em 2008, houve diferença na massa dos frutos com valores de 172 e 158g para as plantas BC e AC respectivamente.. O teor de sólidos solúveis e o índice tecnológico foi semelhante entre os tratamentos nas safras 2008 e 2009. Entretanto, vale considerar que como a produção de frutos nas plantas AC na safra 2008 foi 2,2 vezes maior comparada às das plantas BC, a quantidade total de sólidos solúveis por planta produzida também foi maior. As plantas AC tinham quase três vezes mais sementes por árvore quando comparadas às plantas BC, o que,

quando considerada a produção de giberelinas pelas sementes, poderia explicar a menor floração. Nas condições do presente trabalho, a influência da carga pendente na floração e na frutificação da laranjeira ‘Valência’ não teve relação com os teores de carboidratos foliares. Apesar de reduzir a massa do fruto, a diferença de carga pendente observada em laranjeira ‘Valência’ não influenciou a qualidade dos frutos quando considerada, como destino da fruta, a indústria citrícola.

Palavras Chave: *Citrus sinensis*,carboidratos, laranja, alternância de produção.

Effects of crop load on flowering, fruiting and fruit quality of 'Valencia' orange tree.

ABSTRACT

The aim of the work was to evaluate the effect of the crop load on flowering, fruiting and fruit quality of 'Valência' orange tree. The experiment was carried out under field conditions with 'Valência' orange scions grafted on 'Cleópatra' mandarin rootstocks. In January 2007, one group of plants had all oranges removed. Plants that had their fruit removed in 2007 showed more intense flowering, and therefore a high fruit load (HL, 752 oranges per tree) in 2008 compared to intact plants, which showed low fruit load (LL, 317 oranges per tree). The evaluation of flowering and fruiting was done in 2008/2009 crop year in HL and LL plants by counting the number of reproductive structures (buds, flowers and fruitlets <2.5 cm diameter) in 0.5 m^3 of plant canopy. The experimental design was in randomized blocks with five replications of three plants. The evaluations of the physicochemical characteristics of orange were done during four moments, from the fruiting period until the harvest in 2009. Oranges harvested in 2008 were also evaluated. Leaf carbohydrates were assessed before the flowering (08/01/2008), in the full flowering/fruiting (09/12/2008) and after the fruit set (12/05/2008). Data were submitted to the analysis of the variance and the averages compared by the Tukey test ($p < 0.05$). HL plants flowered less than LL in 2008. The maximum number of reproductive structures observed in HL plants was 375 structures /m^3, while LL plants had 536 structures/m^3. There was no relationship between the leaf carbohydrate content and flowering, since LL plants flowered more with carbohydrate contents similar to HL plants. After the physiological drop, HL and LL plants presented 24±3 and 28±3 fruits/m^3 of canopy, with 9.5% and 6.0% of fruit set respectively. LL plants produced more generative shoots while HL plants had more vegetative ones. Regarding the quality of the oranges harvested in 2008, there was found difference in individual fruit mass with values of 172 and 158 g for LL and HL plants respectively. The soluble solids content and the technological index was similar in 2008 and 2009 harvests; however, as the crop production in 2008 was 2.2 times higher in HL plants, the total amount of soluble solids per plant was also higher in such treatment. HL plants had almost three times more seeds per tree when compared to the LL plants. This difference may explain the lower flowering in HL plants, in which seed are potential sources of gibberellins. According to our results the influence of crop load on the flowering and fruiting of the 'Valência' orange tree was unrelated to the leaf carbohydrates content. In spite of reducing individual fruit mass, the

differences in crop load observed in ‘Valência’ orange tree did not influence the fruit quality when considered the citrus industry.

Key Words: *Citrus sinensis*, carbohydrates, orange, alternate bearing.

1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de laranja em 2008 foi de 411.724.951 caixas de 40,8 kg, o que corresponde a 16.798.378 toneladas. O Estado de São Paulo por sua vez, responde por aproximadamente 80% da produção brasileira, com 360.000.000 caixas em 2008 (AGRIANUAL, 2009).

Algumas espécies de citros apresentam produção irregular ao longo dos anos. Este tipo de comportamento é conhecido como alternância de produção, caracterizando-se por anos de excessiva carga de frutos, intercalados por outros com produção muito baixa ou nula. A alternância de produção ocorre em várias frutíferas, as principais espécies conhecidas são: macieira, mangueira, oliveira, abacateiro e algumas espécies cítricas como as laranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), as tangerinas (*Citrus unshiu* Marc.) e os híbridos de tangerinas (MONSELISE & GOLDSCHMIDT, 1982). Dentre as espécies cítricas, a alternância é um problema importante para laranjeira 'Valência' (WHEATON, 1986).

Vários fatores podem influenciar a produção, entre eles estão a geada, a seca e o ataque de pragas e doenças. A alternância de safra envolve fatores fisiológicos, como o balanço hormonal e de carboidratos, sendo motivo de muita discussão (MONSELISE & GOLDSCHIMIDT, 1982; SPÓSITO et al., 1998; SEKITA, 2008). De maneira geral, a maioria das variedades alternantes possui sementes, que são importantes fontes de giberelinas. Dentre os vários papéis exercidos pela giberelina, há evidências de que este hormônio inibe a floração e induz o crescimento vegetativo (GUARDIOLA et al., 1982). Com relação aos carboidratos, a alta produção de frutos compete pelos carboidratos disponíveis e reduz o crescimento vegetativo que será a base para a floração na safra seguinte. Segundo diversos autores (GOLDSCHMIDT & MONSELISE, 1982; RUIZ et al., 2001; IGLESIAS et al., 2003; IGLESIAS et al., 2006) a floração e frutificação são processos que dependem da disponibilidade de carboidratos, havendo relação positiva entre eles.

Além da safra irregular ao longo dos anos, a alternância de produção também interfere na qualidade dos frutos, característica cada vez mais valorizada pelos compradores de citros, que atualmente têm prezado o conteúdo de sólidos solúveis e não mais o peso dos frutos. Geralmente, uma carga excessiva de frutos é responsável pela menor quantidade de sólidos solúveis por fruto, uma vez que se trata de maior quantidade de drenos nas plantas. De acordo com WHEATON (1986), nos anos de excessiva floração, os frutos são de baixa qualidade, pequenos, aguados e ácidos. Todos estes atributos de qualidade são influenciados pelo teor de

carboidratos nos frutos. A determinação do sabor é consequência, principalmente, do balanço entre açúcares e ácidos (LADANIYA, 2008); o acúmulo de açúcares no exocarpo durante a maturação controla a conversão dos cloroplastos à cromoplastos, regulando assim, a coloração dos frutos (AGUSTÍ, 1999a).

De maneira geral, os citros produzem uma grande quantidade de flores (mais de 250.000) durante a floração, dependendo da cultivar, das condições ambientais e do estado nutricional da planta (AGUSTÍ, 1999b). Entretanto, apenas uma pequena proporção das flores produzidas se desenvolve em frutos maduros (0,1-3,5%) já que a maioria das estruturas reprodutivas cai durante a floração e frutificação (BUSTAN & GOLDSCHMIDT, 1998). Apesar da capacidade de fixar CO_2, as flores e os frutos cítricos dependem do fornecimento de fotoassimilados de outras partes da planta (VU & YELENOSKY, 1985). A diminuição nos níveis de carboidratos durante o período de floração e fixação dos frutos (HILGEMAN et al. 1967; GONZALEZ-FERRER et al. 1984) sugere que essas reservas são utilizadas durante o desenvolvimento reprodutivo. Além disso, experimentos que combinaram a desfolha com suplementação de sacarose demonstraram que, na ausência da fonte (folhas) a abscisão é acentuada, porém, este efeito é contrabalanceado com o fornecimento de sacarose, diminuindo assim a abscisão (IGLESIAS et al. 2003). Assim, o aumento da disponibilidade de carboidratos diminui a expressiva queda das estruturas reprodutivas durante a floração e frutificação culminando com o aumento da produção.

De acordo com SEKITA (2008), plantas desbastadas artificialmente floresceram mais quando comparadas às não desbastadas, e mesmo após a queda fisiológica ainda apresentavam maiores teores de amido. Esse fato sugere alguma limitação no uso de reservas pelas plantas.

Muitos dos trabalhos com laranjeira ‘Valência’ e outros citros foram conduzidos no hemisfério norte; em nossas condições, a relação entre o acúmulo de reservas, crescimento e qualidade dos frutos ainda é muito pouco explorada.

O trabalho visa testar a hipótese de que: a variação da carga de frutos afeta a floração e a frutificação de laranjeira ‘Valência’, de tal forma que há menor produção de estruturas reprodutivas e menor frutificação em situação de alta carga pendente devido à menor disponibilidade de carboidratos foliares. Ainda, a maior carga pendente na planta diminui a qualidade final dos frutos. O objetivo do trabalho foi avaliar como a quantidade de frutos presente na laranjeira ‘Valência’ em um ano afeta a floração, frutificação e a qualidade dos frutos na safra seguinte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Floração e Frutificação

De maneira geral, os citros apresentam mais de um fluxo reprodutivo e de crescimento durante o ano agrícola, sendo variada a importância de cada um conforme a variedade, clima e carga de produção. Nas condições subtropicais, o principal fluxo de crescimento vegetativo e a floração ocorrem no final do inverno ou no começo da primavera (IGLESIAS et al. 2007; GUARDIOLA, 1997a; SYVERTSEN, 1999). Já em climas tropicais, tanto o crescimento vegetativo como a floração, normalmente, ocorrem continuamente ao longo do ano, embora a floração principal ocorra durante a primavera (IGLESIAS et al. 2007).

Nos citros, as inflorescências são brotos floríferos (SAUER, 1951) classificadas botanicamente como cimose (KRAJEWSKI & RABE, 1995). À medida que os brotos dos fluxos de crescimento se desenvolvem, ocorre a formação das gemas axilares (laterais). As brotações surgem destas gemas axilares dormentes, principalmente, em ramos produzidos no ano anterior (Figura 1) e podem ser classificadas como: 1) Mista Terminal – várias folhas e uma flor terminal; 2) Mista – mais de uma flor e várias folhas; 3) Reprodutiva – apenas flores, sem folhas; 4) Vegetativa – apenas folhas, caracterizando-se por apresentar folhas maiores, com entrenós mais espaçados e numerosos do que as brotações mistas (VOLPE, 1992). A proporção do tipo de brotação varia de acordo com a intensidade floral, a cultivar e o clima. Assim sendo, a proporção de brotação reprodutiva aumenta com a intensidade da floração (IGLESIAS et al. 2007) e com a diminuição da temperatura (MOSS, 1969).

A definição do tipo de brotação (reprodutiva ou vegetativa) que a gema produzirá depende da condição fisiológica do ramo. As gemas podem permanecer indefinidas até imediatamente antes, ou logo após, a sua brotação, de modo que é impossível separar morfologicamente as gemas vegetativas das reprodutivas antes da brotação (ABBOTT, 1935). A floração dos citros é o primeiro passo para o sucesso da produção de frutos (GOLDSCHMIDT et al. 1985; GARCIA-LUIS et al. 1988). Na maioria das frutíferas tropicais e subtropicais, a iniciação floral ocorre após a paralisação do crescimento vegetativo, que ocorre durante o período de frio ou de estresse hídrico (LOVATT et al. 1992; SYVERTSEN, 1999; CHAIKIATTIYOS et al. 1994). A intensidade da floração aumenta com a duração do período de estresse. Em lima ácida ‘Tahiti’ por exemplo, SOUTHWICK & DAVENPORT (1986) observaram que as plantas submetidas a estresse hídrico de -3,5 MPa produziram mais flores que as plantas com estresse de - 2,25 MPa. Este período de estresse

indutivo leva à diminuição do crescimento da planta, permitindo o acúmulo de reservas nas folhas e/ou outros órgãos da planta que serão utilizadas durante a floração (VOLPE, 1992; IGLESIAS et al. 2007; ALBRIGO, 1997a). Como as temperaturas são normalmente baixas durante a estação seca nas condições subtropicais, é difícil distinguir o efeito do frio e da seca na indução floral (CHAIKIATTIYOS et al. 1994). Nas cultivares de laranjeira doce como 'Washington Navel' e 'Late Valência' a floração ocorre com temperaturas diurnas ou noturnas abaixo de 20 ^{o}C (HALL et al. 1977). Em contrapartida, segundo CHAIKIATTIYOS et al. (1994), o controle da floração em limão (*Citrus limon*) é determinado principalmente pelo estresse hídrico. Nas condições do estado de São Paulo, a deficiência hídrica é o principal fator ambiental determinante na indução da floração de laranjeiras na região centro-norte, enquanto que na região centro-sul a baixa temperatura é preponderante, e na região central ocorre associação desses dois fatores ambientais (RIBEIRO et al., 2006).

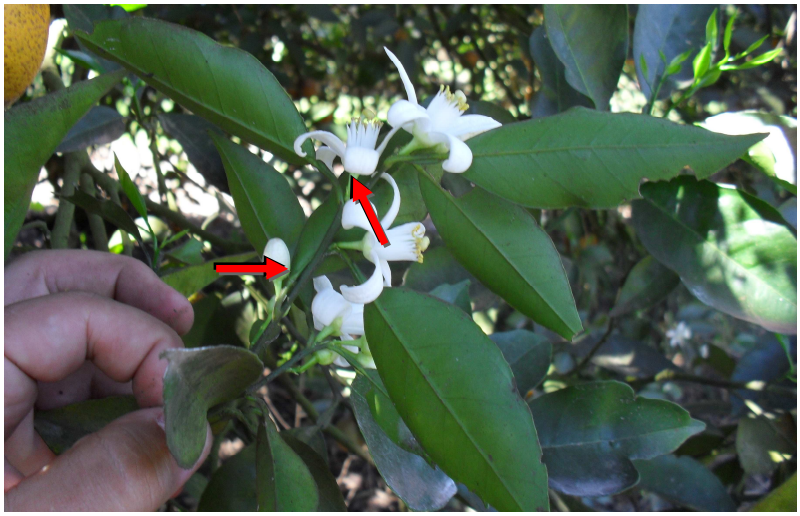

Figura 1- Floração em laranjeiras 'Valência'. Setas indicam brotação surgindo a partir das gemas axilares.

Além do efeito ambiental, a floração dos citros é afetada pelas condições fisiológicas da planta. Diversos trabalhos demonstram o efeito inibitório das giberelinas na floração dos citros. Em 'Satsuma mandarin' (*Citrus unshiu* Marc.) a baixa produção de flores relaciona-se com altas concentrações de $GA_{1/3}$ nas folhas (KOSHITA et al., 1999; KOSHITA & TAKAHARA, 2004). MOSS & BEVINGTON (1977) recomendam a aplicação de ácido giberélico (GA_3) como método de controle da alternância de produção em laranjeiras 'Valência', já que este hormônio reduz a floração e, consequentemente a produção. Além disso, GUARDIOLA et al. (1982) observaram que a aplicação de GA_3 resultou na acentuada redução da floração em 'Washington Navel' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)], 'Satsuma

mandarim' (*Citrus unshiu* Marc.) e 'Clementina mandarim' (*Citrus reticulata* Blanco). Apesar do exposto, o mecanismo de inibição das giberelinas sobre a floração ainda não é totalmente compreendido. Sabe-se, porém, que este hormônio interfere na iniciação floral, visto que a aplicação de GA_3 é mais efetiva no período indutivo à floração, ou seja, durante o inverno ou durante o estresse hídrico. Entretanto, aplicações mais tardias de GA_3, (no início da brotação da gemas quando a iniciação floral já pode ser detectada por microscopia), são também efetivas, sugerindo que ocorre a reversão da gema floral para ápice vegetativo (GUARDIOLA et al. 1982).

Além do fator hormonal, a floração dos citros é afetada pela quantidade de carboidratos disponíveis na planta, havendo uma correlação positiva entre o teor de carboidratos e a floração (GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982; SYVERTSEN et al., 2003; IGLESIAS et al. 2003; IGLESIAS et al. 2006; MATAA et al., 1998; YAHATA et al., 2006). Esta afirmação é sustentada pela adoção de técnicas que induzem o acúmulo de carboidratos nos órgãos da planta como o anelamento, que consiste na retirada de parte da casca do ramo, ou tronco, em toda a sua circunferência. Esse tratamento interrompe o transporte via floema para as demais partes da planta, favorecendo o acúmulo de carboidratos acima da região anelada (IWAHORI et al., 1990; SARTORI & ILHA, 2005). Deste modo, vários trabalhos demonstram a intensificação da floração como conseqüência do anelamento (AGUSTÍ, ALMEIDA & PONS, 1992; GOLDSCHMIDT et al. 1985; MATAA et al., 1998). Baseado nestas informações, vários autores assumem que os níveis de carboidratos não estruturais podem ser o fator limitante à floração (GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982; LOVATT et al., 1988). Apesar das evidências, em alguns casos a relação entre o acúmulo de carboidratos e a floração não pode ser evidenciada (GOLDSCHMIDT et al., 1985; GARCIA-LUIS et al., 1988; SANZ et al. 1987; GARCIA-LUIS et al., 1995; MOSS, 1971). Ao mesmo tempo, além do acúmulo de carboidratos, a prática do anelamento também propicia o acúmulo de outras substâncias, como os hormônios (MATAA et al., 1998; SARTORI & ILHA, 2005), dificultando a interpretação dos resultados. Portanto, a relação entre carboidratos e a floração, não está totalmente esclarecida.

Após a floração, a fixação dos frutos é o passo limitante à produção dos citros (RUIZ et al. 2001). Uma única planta cítrica pode produzir em torno de 250.000 flores a cada safra, dependendo da cultivar. Contudo, a grande maioria destas estruturas reprodutivas cai durante a floração, sendo que apenas 0,1–3,5% são colhidos como frutos maduros (GOLDSCHMIDT & MONSELISE, 1977; GUARDIOLA, 1988). A abscisão pode ocorrer antes da abertura da flor (abscisão do botão floral), na antese (abscisão floral) ou durante o desenvolvimento do

ovário (abscisão do fruto) (GUARDIOLA, 1997b). A máxima queda dos frutos ocorre no início do verão, fenômeno denominado de “queda de junho” já que ocorre neste período nas regiões subtropicais do hemisfério norte. Entretanto, no estado de São Paulo, este período de queda geralmente acontece do final de outubro até dezembro (VOLPE, 1992). Como conseqüência, uma grande quantidade de metabólitos e elementos minerais são perdidos, particularmente em anos de intensa floração (GUARDIOLA et al., 1984). Apesar da capacidade de realizar fotossíntese, os frutos são dependentes da importação de fotoassimilados de outras partes da planta para o seu crescimento e desenvolvimento (TODD et al. 1961). Segundo BUSTAN & GOLDSCHMIDT (1998), a demanda de carboidratos durante a floração e fixação dos frutos pode exceder a capacidade de fornecimento pela planta através da fotossíntese e das reservas. Por conseguinte, em condições de intensa floração a maior parte dos ovários em desenvolvimento sofrem abscisão, reduzindo significativamente a produção (AGUSTÍ, 1999a; GUARDIOLA, 1992; GUARDIOLA, 1997b; ALBRIGO, 1997b). Assim sendo, tanto o estabelecimento quanto o desenvolvimento inicial dos frutos são afetados pela competição entre os órgãos em desenvolvimento, como as folhas novas e os próprios frutos (MOSS et al. 1972; GUARDIOLA et al., 1984; (MATAA et al.,1998). Acredita-se que o processo de abscisão dos frutos regula a demanda de metabólitos com a capacidade de fornecimento pela planta (GUARDIOLA, 1992). Neste ínterim, o anelamento tem sido freqüentemente empregado como ferramenta de aumento da fixação dos frutos, por meio do incremento da disponibilidade de carboidratos para estes órgãos (MATAA et al., 1998; IGLESIAS et al., 2003; SCHAFFER et al., 1985). Baseado na correlação existente entre a abscisão dos frutos e os teores de carboidratos, sugere-se que a disponibilidade deste substrato pode ser o principal fator determinante à fixação dos frutos (SCHAFFER et al., 1985; SANZ et al., 1987; GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982; MEHOUACHI et al., 1995; IGLESIAS et al., 2003). Apesar disso, assim como na floração, nem sempre há uma evidente relação entre os teores de carboidratos e a fixação de frutos (JONES et al., 1974). Em alguns casos, o anelamento não induziu o aumento da fixação dos frutos (SCHAFFER et al., 1985; GUARDIOLA, 1997a), indicando que a carência de carboidratos não é o único fator responsável pela abscisão dos frutos. Vários autores demonstram o envolvimento das giberelinas no processo de fixação dos frutos (POZO, 2001; MEHOUACHI et al., 2009; BEN-CHEIKH et al., 1997), hormônio este, ativador da divisão e do alongamento celular (MAHOUACHI et al., 2009). Em ‘Satsuma mandarin’ (*Citrus unshiu* Marc.) a redução da abscisão dos frutos como consequencia do anelamento foi precedida pela elevação na

concentração de carboidratos e giberelinas nos ovários em desenvolvimento (MAHOUACHI et al., 2009), demonstrando a relação destes compostos na fixação dos frutos.

Há uma estreita relação entre o tipo de brotação com a fixação dos frutos. A probabilidade dos frutos de fixarem nas brotações reprodutivas é menor comparado às brotações mistas. Além disso, os frutos de brotações mistas normalmente têm uma taxa inicial de crescimento maior (IGLESIAS et al. 2007). Vários mecanismos foram propostos para explicar este fato, entre eles está o fato das folhas das brotações mistas, após atingirem a maturidade fisiológica, sintetizarem e exportarem metabólitos para o fruto em crescimento (da CUNHA BARROS & GRAVINA, 2006). Apesar disso, as folhas jovens das brotações são importantes drenos de fotoassimilados e não exportam assimilados até pelo menos duas semanas após a plena floração, quando estão completamente expandidas (MOSS et al. 1972).

Por outro lado, ERNER (1989) verificou que em frutos de brotações sem folhas, as concentrações de ABA foram maiores. Visto que o ABA acelera a abscisão de plântulas de citros em meio de cultura (SAGEE et al., 1980), postula-se que mesmo em condições de estresse hídrico moderado, o teor de ABA aumentaria e levaria os ovários à abscisão (ERNER, 1989). Sugere-se que as brotações mistas fixem mais frutos devido à melhor manutenção do status hídrico (ERNER & SHOMER, 1996). Nesse contexto, sabendo que as folhas induzem o desenvolvimento do tecido vascular por meio do fluxo polar de auxina (ALONI, 1992) e que o tecido vascular facilita o transporte da raiz para as folhas e frutos, espera-se que as brotações reprodutivas possuam o tecido vascular menos desenvolvido, comparados às brotações mistas, e assim, o transporte de água para os frutos jovens seria inferior (ERNER & SHOMER, 1996).

2.2 Crescimento e desenvolvimento dos frutos cítricos

O crescimento dos frutos de laranjeira segue o modelo sigmoidal, que se caracteriza por apresentar crescimento com taxas diferenciadas, da fecundação à maturação (CHITARRA & CHITARRA, 1990). O desenvolvimento da laranja pode ser dividido em três fases: I) fase de crescimento lento e intensa divisão celular, persistindo desde a antese até o fim da queda fisiológica dos frutos; II) período de rápido crescimento, com intenso aumento de tamanho provocado pelo alongamento celular e acúmulo de água. Inicia-se no fim do período de queda fisiológica dos frutos e perdura até aproximadamente a fase de mudança de cor dos frutos; III)

período de maturação (VOLPE, 1992; AGUSTÍ, 1999a; GUARDIOLA, 1992; IGLESIAS et al., 2007).

Devido à presença de clorofila, frutos cítricos imaturos são capazes de realizar fotossíntese, porém, não contribuem significativamente para sua nutrição (TODD et al. 1961). Assim, para o crescimento e desenvolvimento, os frutos dependem do fornecimento de metabólitos de outras partes da planta. A disponibilidade de metabólitos depende da mobilização das reservas armazenadas nos diversos órgãos da planta (raízes, ramos, e folhas) e da fotossíntese. Como os frutos são fortes drenos de carboidratos, a presença destes diminui o acúmulo de reservas em outras partes da planta. Por outro lado, a ausência de frutos favorece o acúmulo de carboidratos nas folhas, ramos e raízes durante o inverno. Além disso, frutos e flores em desenvolvimento competem entre si e com o crescimento vegetativo pela disponibilidade de metabólitos, e esta competição parece ser a principal determinante no estabelecimento e tamanho final dos frutos (EISSENSTAT & DUNCAN, 1992; GUARDIOLA, 1997b; ALBRIGO, 1997b). O transporte de fotoassimilados para os frutos em desenvolvimento é condicionado pela sua capacidade de dreno. Assim, a produção de fotoassimilados nas folhas é mediada, em parte, pela demanda dos frutos em crescimento (GOLDSCHMIDT & KOCH, 1996; GARCÍA-LUIS et al. 2002). BUSTAN et al., (1995) afirma que a demanda dos frutos pode se tornar maior do que a capacidade de transporte do sistema vascular o que, consequentemente, limita o crescimento dos frutos.

De acordo com AGUSTÍ (1999a), durante a fase inicial de desenvolvimento dos frutos (fase I) o teor de nutrientes limita a quantidade de frutos em desenvolvimento. Assim, frutos deficientes nutricionalmente não serão fixados (GUARDIOLA, 1992, AGUSTÍ, 1999a). Durante a fase II e III a abscisão fisiológica dos frutos praticamente inexiste, podendo, porém, haver exceções conforme as condições ambientais (IGLESIAS et al. 2007). Em uma situação em que a planta tenha florescido muito, provavelmente, a quantidade de nutrientes será insuficiente para nutrir todos os ovários em desenvolvimento e, como conseqüência, a maior parte destes se desprenderá, reduzindo significativamente a colheita (AGUSTÍ, 1999a; GUARDIOLA, 1992). Na fase II (alongamento celular), as vesículas de suco estão crescendo e acumulando os solutos. Estes solutos possuem, inicialmente, altos teores de ácidos orgânicos e baixos de açúcares (LADANIYA, 2008). No estádio III de desenvolvimento dos frutos (início da maturação), a clorofila começa a degradar e, consequentemente, ocorrem mudanças na coloração externa. Neste estádio final, a acidez total (AT) diminui enquanto que o conteúdo de sólidos solúveis (SS) aumenta. Assim, a relação SS/AT (ratio) aumenta ao longo do desenvolvimento dos frutos, sendo usado como índice de maturidade para

determinar o momento de colheita (RODRIGO & ZACARÍAS, 2006). O conteúdo de açúcar e ácido varia de acordo com a espécie e cultivar. O limão (*Citrus limon*) contém de 4% a 7% de ácido, enquanto que a lima doce (*Citrus limettioides*) contém menos de 1%. Esta diminuição no conteúdo de acidez titulável é conseqüência da diluição ocasionada pelo o aumento do tamanho no fruto e no conteúdo de suco (LADANIYA, 2008).

Nos citros, o amolecimento do fruto é resultado da perda de turgor. Nos frutos de laranjeira 'Valência', o teor de pectina total apresenta apenas uma leve diminuição quando o fruto está totalmente maduro. Durante o desenvolvimento do fruto, o amido é encontrado em praticamente todos os seus componentes, inclusive nas vesículas de suco, sendo abundante no albedo. À medida que o fruto se aproxima da maturação, o conteúdo de amido diminui, tornando-se ausente quando maduro (LADANIYA, 2008).

A coloração externa dos frutos é um dos principais atributos de qualidade e de aceitação pelo consumidor. O desenvolvimento da cor é resultado de mudanças no conteúdo e na composição de carotenóides, assim como da degradação da clorofila. O desenvolvimento da coloração externa nos citros ocorre com a transformação dos cloroplastos em cromoplastos, ou seja, diminuição no conteúdo de clorofilas e aumento de carotenóides, respectivamente. O conteúdo e a composição de carotenóides variam conforme a espécie. Em laranjeira 'Valência', os principais carotenóides encontrados no flavedo são a violaxantina e seus isômeros. Em laranjeiras 'Valência' a coloração do flavedo nos frutos maduros é dependente do teor de dois carotenóides: (9*Z*)-violaxantina e ß-citraurina. Uma coloração desejável é resultado do expressivo acúmulo de (9*Z*)-violaxantina associado ao menor acúmulo de ß -citraurina. Deste modo, a dinâmica nos níveis dos carotenóides (9*Z*)-violaxantina e ß -citraurina são essenciais para o desenvolvimento da coloração em laranjeiras 'Valência' (OBERHOLSTER & COWAN, 2001). Nos trópicos, geralmente os frutos permanecem esverdeados. Por outro lado, sob temperaturas baixas, aumentam as mudanças na coloração havendo a carotenogênese (GOLDSCHMIDT, 1997). A mudança de cor na região subtropical geralmente ocorre na metade do outono, quando a temperatura e o comprimento do dia diminuem (IGLESIAS et al. 2007).

A regulação do desenvolvimento do fruto é dependente da biossíntese de vários hormônios produzidos pelo próprio fruto, particularmente nas sementes. As giberelinas (GA) são hormônios que ativam a divisão e alongamento celular e, portanto, estão associados com a iniciação do crescimento dos frutos. Assim, a aplicação de GA_3 aumenta consideravelmente a fixação e crescimento dos frutos como da 'Clementine mandarin' (*Citrus reticulada* Blanco). Nos ovários em desenvolvimento, os níveis de GA são baixos antes da antese, e

aproximadamente o dobro após a antese. Além disso, a presença de folhas aumenta os níveis de GA, aumentando a fixação dos frutos (LOVATT et al. 1984; IGLESIAS et al. 2007). Além das giberelinas, as auxinas também estão relacionadas com o crescimento dos frutos. As auxinas promovem o alongamento celular e estão presentes em altas quantidades durante a fase II de crescimento dos frutos. A aplicação deste hormônio, nesta fase, promove o aumento do tamanho final dos frutos, demonstrando seu papel essencial na qualidade dos frutos.

2.3 Alternância de produção

Alternância de produção é um problema comum em diversas frutíferas, inclusive em algumas espécies cítricas. Uma planta alternante caracteriza-se por não apresentar produção regular ao longo dos anos, exibindo alta produção seguidas de baixa e vice-versa. O grau de alternância pode variar entre as espécies de citros. De maneira geral, as cultivares sem sementes (com exceção da 'Satsuma' mandarin'), os pomelos (C. *paradisi* Macf.) e limões (C.*limon* Burm.f.) produzem regularmente (MONSELISE & GOLDSCHMIDT, 1982). Em contrapartida, a alternância ocorre com freqüência em variedades que apresentam sementes como as tangerinas (C. *reticulata*) e os híbridos de tangerinas com laranjas (Tangores) ou com pomelos (Tangelos). A intensidade do esgotamento das reservas de carboidratos em anos de alta carga de frutos pode se tornar severa o suficiente para causar colapso da planta em algumas cultivares, como a 'Murcott' (SYVERTSEN, 1999). Entre as variedades de laranjeiras, a 'Valência' tem se apresentado como uma das mais propensas à alternância (SPÓSITO et al., 1998; MOSS et al. 1977; MONSELISE & GOLDSCHMIDT, 1982).

As causas da alternância podem ser variadas, sendo que a presença e a quantidade de frutos na planta são um dos fatores determinantes. Todos os órgãos perenes de uma árvore podem ter a função de armazenamento de reservas e, para árvores sempre verdes como os citros, as folhas também podem ter essa função. O amido é o principal carboidrato de armazenamento em todos os órgãos dos citros (GOLDSCHMIDT, 1997b). A brotação da primavera, a floração, a fixação e o desenvolvimento dos frutos demandam grande quantidade de energia que não consegue ser suprida somente pela a fotossíntese necessitando, portanto, da reserva acumulada previamente pela planta (BUSTAN & GOLDSCHIMIDT, 1998). As reservas de carboidratos da planta são de fato utilizadas para floração e frutificação, fato evidenciado pelo declínio de carboidratos nas folhas durante esses períodos (GONZALEZ-FERRER et al., 1984; SCHAFFER et al., 1985; SANZ et al., 1987; GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982; MEHOUACHI et al., 1995; IGLESIAS et al., 2003; SEKITA, 2008).

Assim, mais de 16% da matéria seca total de uma árvore pode ser exportada para os frutos em anos de alta produção (GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982) ocorrendo, como causa da alternância, uma severa exaustão de carboidratos de reserva, particularmente do amido. Os açúcares solúveis, por sua vez, são menos dependentes da carga pendente (GOLDSCHIMIDT & GOLOMB, 1982) não diminuindo da mesma maneira que o amido em anos com excessiva produção. Uma grande quantidade de frutos produzidos requer um contínuo fornecimento de carboidratos, tanto de reservas como da fotossíntese atuante. Além disso, essa situação é acentuada quanto maior for o tempo de permanência dos frutos na planta. A laranjeira 'Valência' apresenta como característica um longo período de crescimento do fruto da antese ao amadurecimento (11-12 meses) (MONSELISE & GOLDSCHMIDT, 1982). Esse fato faz com que a floração e frutificação ocorram enquanto a produção prévia ainda se encontra na planta. Esta circunstância resulta num baixo nível de carboidratos no final do ciclo e, conseqüentemente, pode ocasionar uma limitação na floração e fixação dos frutos no próximo ano agrícola, provocando a alternância de produção (COELHO & MEDINA, 1992; WHEATON, 1986; GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982; MONSELISE & GOLDSCHMIDT, 1982). De forma contrária, em um ano de baixa produção, o acúmulo de amido nas folhas, ramos e raízes é intensificado (GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982), podendo ser disponibilizado para os processos de floração e frutificação seguinte.

A carga de frutos pode também alterar o balanço hormonal por meio da disponibilidade de giberelinas, que inibe a formação de flores na safra seguinte e, consequentemente diminui a produção de frutos (MOSS, 1971; GOLDSCHMIDT & MONSELISE, 1972; AGUSTÍ et al. 1992). Dessa forma, a menor produção de frutos diminui a fonte de giberelina, propiciando o aumento da floração (GOLDSCHMIDT et al. 1985).

Além da quantidade de frutos, a alternância de produção afeta o tamanho e qualidade dos frutos para o mercado de frutas frescas (WHEATON, 1986). A aceitação dos frutos cítricos no mercado consumidor irá depender de propriedades como: cor, textura e sabor. Os carboidratos exercem papel primordial no sabor que é resultado principalmente do balanço entre açúcares e ácidos (LADANIYA, 2008), e na coloração, que é dependente do acúmulo de açúcares no exocarpo durante a maturação, já que controla a conversão dos cloroplastos à cromoplastos (AGUSTÍ, 1999a).

Sabe-se que em anos de alta produção, os frutos produzidos são pequenos e de qualidade inferior, provavelmente devido à maior competição por reservas. O raleio manual de frutos é uma técnica que reduz o número de frutos por planta, com objetivo de produzir frutos de melhor qualidade e, conseqüentemente, de maior valor comercial. Assim, esta

técnica dá uma idéia do efeito da disponibilidade de reserva (carboidratos) na qualidade dos frutos. Em 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), cultivar que apresenta alternância de produção, o raleio aumentou o diâmetro e massa média dos frutos (RUFINI & RAMOS, 2002). Todavia, o raleio manual não alterou os parâmetros internos de qualidade dos frutos, como sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares totais e rendimento de suco.

Além da relação com as reservas, a alternância pode afetar a qualidade dos frutos através do efeito hormonal. Sabe-se que em anos de baixa floração, a proporção de brotações mistas (folhas e flores no mesmo broto florífero) é maior. A atividade da giberelina é maior neste tipo de brotação, comparado com as brotações com apenas flores. Sabendo que as giberelinas são hormônios responsáveis pela divisão e alongamento celular, sua presença pode induzir o aumento no tamanho dos frutos (IQBAL & KARACALI, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

O experimento foi realizado em pomar localizado no Centro APTA Citros 'Sylvio Moreira' do Instituto Agronômico (IAC) em Cordeirópolis-SP (22º32'S; 47º27'O; 639 metros de altitude). Foram utilizadas laranjeiras doce 'Valência' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), enxertadas em tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reticulata* Blanco), com 20 anos, plantadas no espaçamento de 8 x 5 metros e com orientação da linha de plantio no sentido Norte-Sul. Os tratamentos fitossanitários e a adubação das plantas foram realizados periodicamente de acordo com as recomendações de MATTOS JUNIOR et al. (2005). O campo possui sistema de irrigação por gotejamento composto por duas linhas de gotejadores (4 Lh^{-1}) num total de 8 gotejadores por plantas. A quantidade de água aplicada foi equivalente a 100% da evapotranspiração de cultura. Os cálculos da evapotranspiração foram feitos segundo o método de Penman-Monteith, a partir de dados obtidos em estação meteorológica localizada a 500 m do campo experimental (CIIAGRO/IAC).

Em janeiro de 2007, metade das plantas teve todos seus frutos retirados manualmente, simulando plantas "off" (com desbaste), conforme método utilizado por diversos autores (SYVERSTSEN et al. 2003; SEKITA, 2008; WÜNSHE et al., 2000). As plantas que permaneceram com os frutos foram consideradas as plantas "on" (sem desbaste). As plantas que tiveram seus frutos retirados apresentaram, em 2007, floração mais intensa e, portanto,

uma Alta Carga de frutos (AC) em 2008 quando comparadas às plantas que não tiveram seus frutos retirados, que apresentaram Baixa Carga de frutos (BC) (Figura 2). Esse padrão simula a alternância de safra, porém com plantas no mesmo ano agrícola.

O delineamento adotado foi em blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram os dois níveis de carga (AC e BC). A disposição dos blocos seguiu a linha de plantio, conforme sorteio (Figura 3). Cada bloco continha 6 plantas, 3 desbastadas e 3 sem desbaste, portanto, cada parcela era composta por três plantas. A bordadura foi constituída por uma planta em cada extremidade da linha de plantio.

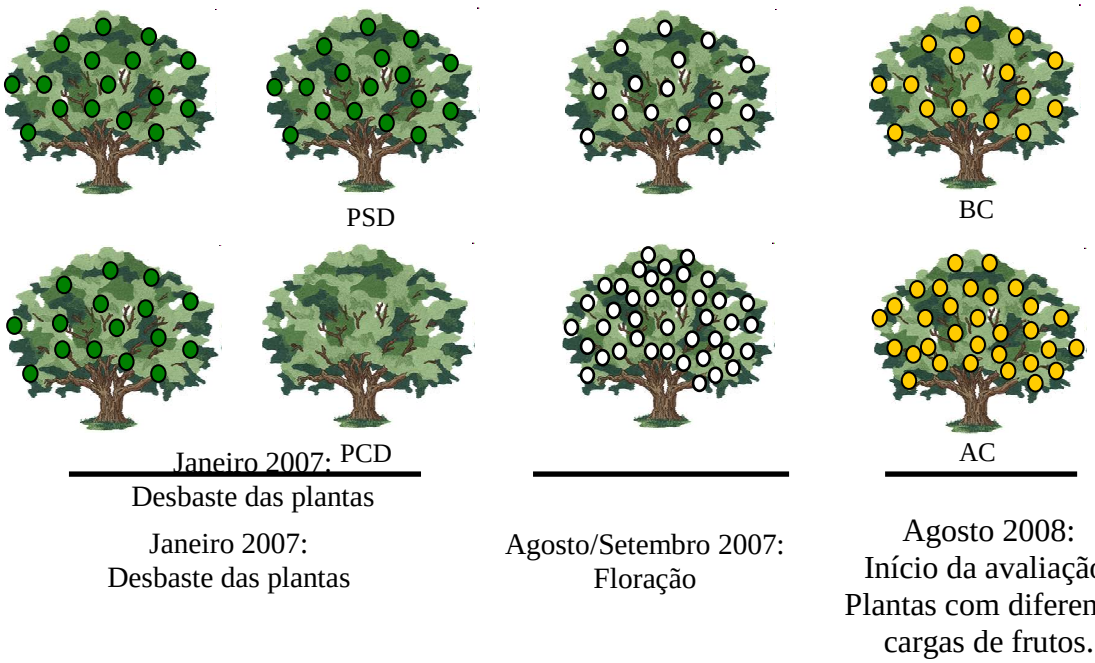

Figura 2 - Floração e frutificação das plantas. PSD: planta sem desbaste; PCD: planta com desbaste**;** AC: alta carga de frutos; BC: baixa carga de frutos.

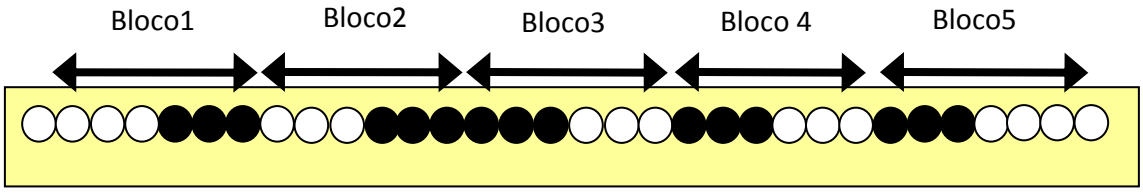

Figura 3 - Distribuição das plantas no campo experimental. Círculos vazios representam as plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e círculos preenchidos representam aquelas com Alta Carga de frutos (AC). As plantas foram divididas em cinco blocos, sendo cada bloco com 6 plantas. A primeira e a última planta da linha de plantio representam a bordadura.

3.2 Avaliação da Floração e da Frutificação

A irrigação do pomar foi suspensa no final de julho de 2008 com o objetivo de induzir a floração das plantas e religada dois meses após (início da floração).

As contagens e classificações das brotações e estruturas reprodutivas foram efetuadas na planta central de cada parcela. Foram tomadas 2 amostras, sendo uma na face leste e outra na face oeste da planta utilizando uma guia de 0,5 m^2 (RIBEIRO et al. 2008) . A guia foi posicionada sempre na altura média da copa da planta, que foi marcada com uma fita para fixar o local de avaliação. Considerando-se a quantificação das estruturas reprodutivas até 1 m de profundidade no dossel da árvore, o volume da amostragem foi de 0,5 m^3 (Figura 4).

Figura 4 - Guia adotada para avaliação da floração e frutificação. A guia foi posicionada sempre na altura média da copa da planta. O volume da amostragem foi de 0,5 m^3.

A avaliação da floração foi realizada através da contagem e classificação das brotações e das estruturas reprodutivas. A avaliação teve inicio em agosto de 2008 (início da floração) terminando com a colheita dos frutos em 2009. No início da floração até a máxima floração a avaliação foi semanal, sendo espaçada para intervalos quinzenais em novembro de 2008, e mensal a partir de dezembro de 2008 até o final do experimento.

As brotações foram contadas e classificadas como vegetativas (apresentando apenas folhas), reprodutivas (apenas estruturas reprodutivas como botão, flor ou fruto) e mistas (com estruturas reprodutivas e folhas).

As estruturas reprodutivas foram contadas e classificadas como: botões (somente sépalas e pétalas visíveis, correspondendo os tipos 56, 57 e 59 descritos por AGUSTÍ, (2000); flores (sempre que existir uma estrutura da flor, tal como pétala, sépala, estame ou pistilo, correspondendo os tipos 60, 61, 65, 67 e 69 (AGUSTÍ, 2000); frutos (sem estrutura da flor).

3.3 Avaliação da Qualidade do Fruto

Mensalmente foram realizadas avaliações do crescimento e da cor dos frutos. Em ambas as medidas utilizaram-se 10 frutos do quadrante leste e 10 do quadrante oeste da planta central de cada parcela, totalizando 50 frutos por tratamento. A avaliação de crescimento do fruto iniciou-se após fixação dos mesmos (outubro de 2008) perdurando até o momento da colheita (novembro de 2009). A avaliação do crescimento foi feita posicionando o paquímetro no sentido equatorial dos frutos, na posição de maior diâmetro. A avaliação da cor foi iniciada em fevereiro de 2009, quando os frutos alcançaram um diâmetro de aproximadamente 50 mm. Para esta avaliação, posicionava-se o colorímetro (Minolta CR-300) na região de maior diâmetro, obtendo-se uma leitura por fruto sendo os resultados expressos em H°. Essas avaliações não foram destrutivas, ou seja, os frutos permaneceram na planta.

As avaliações das características físico-químicas dos frutos foram realizadas em 4 momentos (abril, julho, outubro e na colheita (novembro de 2009)) visando acompanhar o desenvolvimento e maturação dos frutos até o momento da colheita. Além dessas avaliações, os frutos colhidos da safra 2008 também foram analisados. Em cada período de análise foram retirados 10 frutos do quadrante leste e 10 do quadrante oeste de cada parcela, totalizando 50 frutos por tratamento.

As avaliações físico-químicas realizadas foram:

Tamanho do fruto: foi avaliado o diâmetro longitudinal e equatorial do fruto com auxílio de um paquímetro digital (Digimess).

Cor da casca: A cor da casca foi determinada com colorímetro (Minolta CR-300, Japan), tomando-se uma leitura por fruto na região de maior diâmetro, sendo os resultados expressos em H°.

Sólidos solúveis: determinado por meio de uma gota do suco adicionada em um refratômetro digital portátil (Atago,PAL-1), que gera a leitura direta em ºBrix.

Acidez titulável: para essa determinação, 10 mL de suco foram diluídos em 90 mL de água destilada. A titulação foi feita com hidróxido de sódio (0,1 N) até que a solução atingisse pH 8,1 (ponto de viragem da fenolftaleína). Os cálculos foram realizados segundo CARVALHO et al. (1990) e os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100 mL de suco.

Rendimento de suco: determinado por meio da relação entre a massa do suco e a massa do fruto, com valores expressos em porcentagem de suco em relação a massa total.

Espessura da casca: determinada pela medição da casca e albedo com auxílio de paquímetro digital (Digimess) após o corte do fruto ao meio. As medidas foram expressas em mm.

Número de sementes: As sementes foram contadas manualmente após a abertura dos frutos.

3.4 Análise de Carboidratos das Folhas e Frutos

As folhas para as análises de carboidratos foram coletadas das plantas laterais de cada parcela, sendo destacada a primeira ou segunda folha abaixo da brotação, na face leste e oeste de ramos vegetativos e mistos. As coletas foram realizadas durante o ano agrícola 2008/2009: antes da floração (01/08/2008), na plena floração/frutificação (19/09/2008) e depois da fixação dos frutos (05/12/2008). Na primeira coleta (01/08/2008), como não era possível diferenciar o tipo de brotação, foram retiradas 6 folhas de brotações vegetativas do quadrante Leste e 6 folhas de brotações vegetativas do quadrante Oeste das plantas AC e BC em cada parcela. Nas coletas seguintes (19/09/2008 e 05/12/2008) foram retiradas 6 folhas abaixo das brotações vegetativas e 6 folhas abaixo das brotações mistas nos quadrantes Leste e Oeste nas plantas AC e BC em cada parcela das cinco repetições.

As folhas coletadas em campo foram mantidas e transportadas em gelo seco, armazenadas em freezer (-20 ºC) e, posteriormente, secas a 60 ºC em estufa de circulação forçada até atingir massa constante. Foram maceradas e armazenadas em vidros âmbar herméticos para as análises de carboidratos.

As amostras passaram por extração em etanol 80%, foram purificadas com clorofórmio (p.a) e concentradas em banho-maria a 55 ^{o}C. Uma vez obtidos os extratos, os açúcares solúveis totais (*AST*) e a sacarose (*SAC*) foram determinados pelo método com fenol-sulfúrico (DUBOIS et al. 1956; VAN HANDEL, 1968). O amido (*AM)* foi determinado pelo método enzimático proposto por AMARAL et al. (2007), sendo a absorbância (490 nm) avaliada em triplicata com um leitor de microplacas.

Todos os dados coletados foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação de médias pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Floração e Frutificação

As plantas com AC de frutos floresceram menos no ano agrícola 2008/2009. A quantidade máxima de estruturas reprodutivas (botão + flor + fruto < 2,5 cm de diâmetro) foi de 375 estruturas/m^3 para as plantas AC, enquanto que nas BC foi de 536 estruturas/m^3 (Figura 5).

Apesar da maior produção de estruturas reprodutivas pelas plantas BC, a quantidade de frutos estabelecidos após o período de abscisão fisiológica foi semelhantes às plantas AC. As plantas AC e BC apresentaram, respectivamente, 24±3 e 28±3 frutos/m^3 de copa (Figura 6A). A fixação dos frutos foi superior nas plantas AC comparado às plantas BC. As plantas AC fixaram 9,1 % das estruturas reprodutivas produzidas, enquanto que as BC fixaram apenas 5,2 % (Figura 6B).

A quantidade 1,9 vezes maior de estruturas reprodutivas produzidas pelas plantas BC pode estar relacionada com carga de frutos da safra anterior (Figura 7). Diversos trabalhos demonstram que a floração e frutificação correlacionam-se negativamente com a produção precedente (MOSS, 1971; GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982; SEKITA, 2008; PRADO, 2006).

O efeito dos frutos na floração e na frutificação pode estar relacionado, principalmente, com o alto consumo de reservas da planta no ano de alta produção, o que resulta na baixa disponibilidade de carboidratos para a safra seguinte e, consequentemente, na menor produção de flores e frutos (MOSS, 1971; GOLDSCHMIDT, 1999; GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982). Entretanto, não há evidências concretas de que o nível de carboidratos limite a formação das flores (GARCÍA-LUIS et al., 1995; SANZ et al., 1987; KRAJEWSKI & RABE, 1995). As coletas de folhas para análise de carboidratos foram feitas em três momentos: 01/08/2008 (antes da floração), 19/09/2008 (plena floração) e 05/12/2008 (após a queda fisiológica). As coletas nestes períodos permitiram acompanhar a dinâmica dos níveis de carboidratos (amido, sacarose e açúcares solúveis) durante a floração e frutificação.

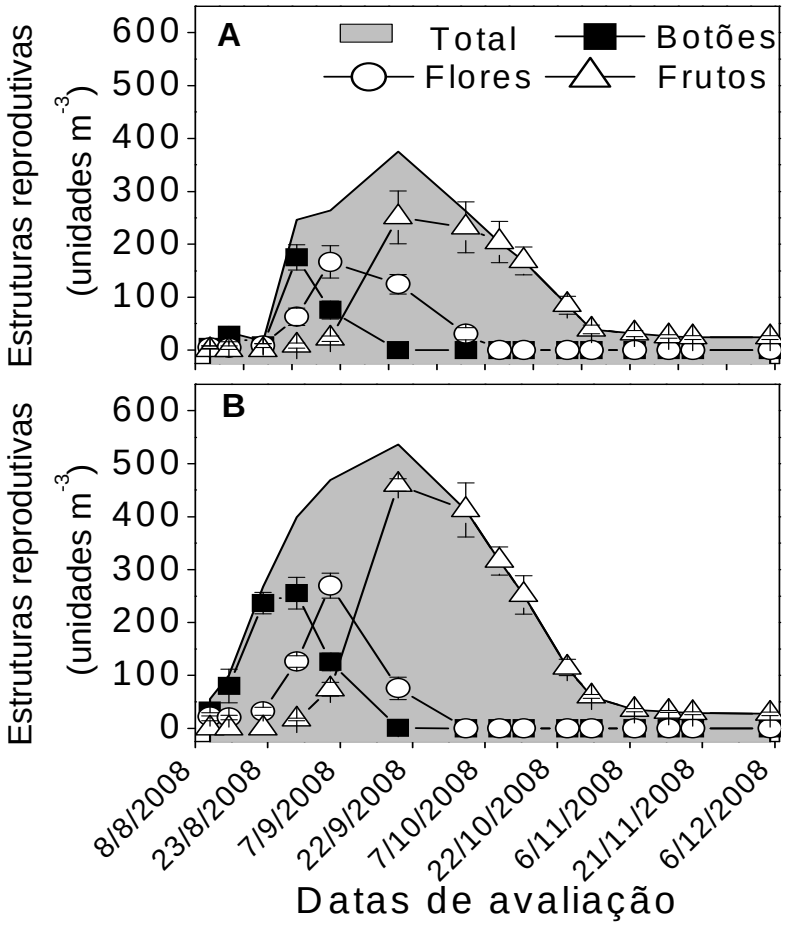

Figura 5 - Estruturas reprodutivas (botão + flor + fruto < 2,5 cm de diâmetro) de laranjeiras 'Valência' em plantas com Alta Carga de frutos (AC) (A) e Baixa Carga de frutos (BC) (B) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n=5).

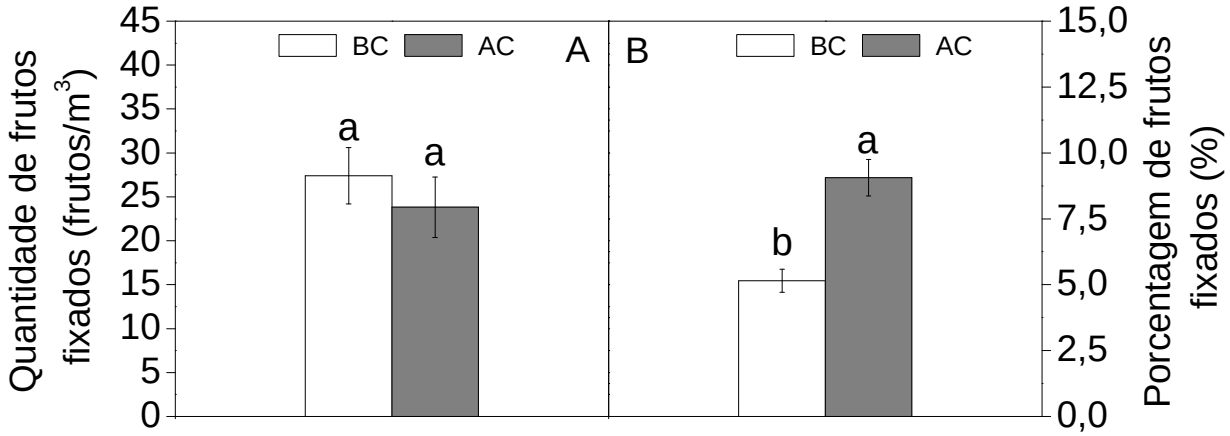

Figura 6 - Quantidade (A) e porcentagem (B) de frutos fixados em laranjeiras 'Valência' com Baixa Carga (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n=5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P \leq 0,05$).

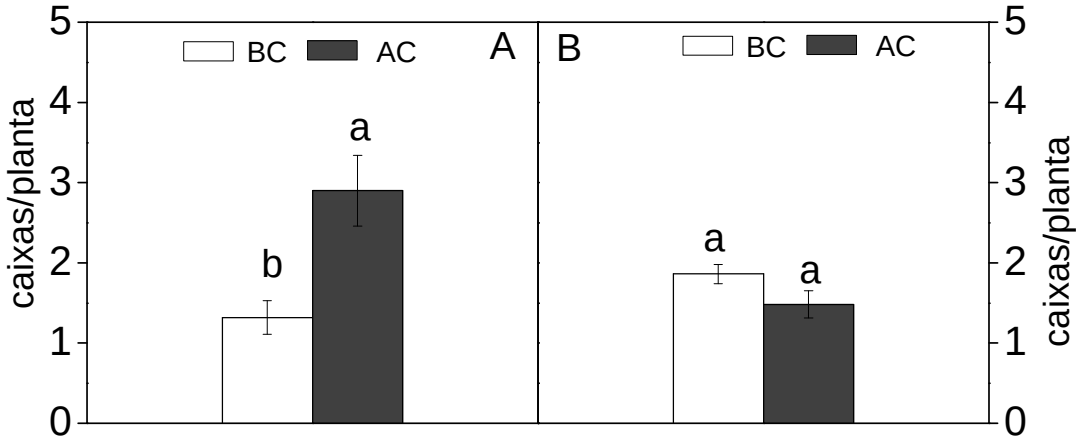

Figura 7 - Produção (caixas/planta) de laranjeiras 'Valência' na safra 2008 (A) e 2009 (B); em plantas BC (Baixa Carga de frutos) e AC (Alta Carga de frutos) – Cordeirópolis/SP. Barras indicam erro padrão (n=5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (P≤0,05).

Apesar de diversos autores sugerirem que o nível de carboidrato é o principal fator limitante à floração em plantas cítricas (GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982), não houve relação entre os teores de carboidratos foliares e a floração, haja vista que as plantas BC floresceram mais com teores de carboidratos semelhantes às plantas AC (Figura 8A, D e G e Figura 9A). A representação da disponibilidade dos carboidratos da parte aérea pela concentração nas folhas é apropriada, já que os níveis nas folhas têm variação semelhante à concentração nos galhos e ramos (GARCÍA-LUIS et al., 1995).

Considerando que o teor de carboidrato foliar não influenciou a formação de flores, a diferença na quantidade de flores produzidas entre as plantas AC e BC não pode ser explicada exclusivamente pelo teor de carboidratos. Diversos trabalhos demonstram o efeito das giberelinas na diminuição da floração em *Citrus* por meio da aplicação exógena do ácido giberélico ou do seu inibidor, o paclobutrazol (MOSS & BEVINGTON, 1977; SANCHES et al., 2001; SANTOS et al., 2004; GUARDIOLA et al., 1982). As sementes em desenvolvimento são uns dos principais locais de síntese de giberelina (TURNBULL, 1989), hormônio inibidor da floração em diversas frutíferas, inclusive nos citros (GOLDSCHMIDT & MONSELISE, 1972; GUARDIOLA et al., 1982). As plantas AC produziram quase 3 vezes mais sementes quando comparadas às plantas BC na safra 2007/2008 (Figura 10). Assim, considerando que as giberelinas produzidas nas sementes podem ser exportadas para os ramos (MOSS, 1971; TURNBULL, 1989) a alta produção de sementes/planta no ano agrícola 2007/2008 nas plantas AC poderia explicar a menor floração em 2008. Além de influenciar na quantidade de flores, as giberelinas induzem uma maior produção de brotações vegetativas.

TAKAGI & SUZUKI (1985) citado por KOSHITA et al. (1999) determinaram o conteúdo de GA no período da floração e observaram que os teores foram maiores nos ramos que produziram brotações vegetativas comparada àquelas que produziram brotos reprodutivos. No trabalho de KOSHITA et al. (1999), o conteúdo foliar de GA dos ramos com frutos (menor floração na safra seguinte) foi três vezes maior comparados aos ramos vegetativos (maior floração na safra seguinte). Segundo os autores, os altos níveis de GA explicariam ainda o maior crescimento vegetativo das plantas que floresceram menos. Nesse sentido, as plantas AC apresentaram maior produção de brotações vegetativas (Figura 11C), provavelmente devido aos altos teores de GA acumulados em suas brotações. Apesar das evidências do papel da giberelinas na floração, o mecanismo de ação envolvido não é completamente conhecido (GUARDIOLA et al., 1982). Sabe-se, porém, que a GA causa a reversão de gemas floríferas em gemas vegetativas (GUARDIOLA et al., 1982; LORD & ECKARD, 1987).

O pico da floração ocorreu em 19/09/2008. Apesar da diferença na quantidade de estruturas reprodutivas produzidas neste período (375 estruturas/m^3 para as plantas AC, e 536 estruturas/m^3 para BC) não houve diferença no teor de carboidratos em ambos os tratamentos (Figura 8B, E e H e Figura 9B). Apesar disso, o teor de amido variou acentuadamente em relação às concentrações iniciais em ambos os tipos de folhas (01/08/2008) (Figura 8A e B). O amido é o principal carboidrato de reserva de frutíferas. De maneira geral, durante o período indutivo da floração nos citros (seca e/ou frio) ocorre o acúmulo de amido nas folhas e em outras partes da plantas, como ramos, tronco e raízes. Com o início da floração, estas reservas de amido acumuladas passam a ser utilizadas como fonte energética, ou seja, são degradadas com a formação de glicose que será utilizada na respiração para obtenção de energia e o fornecimento de esqueletos de carbono aos tecidos na fase da retomada do crescimento ativo das gemas (STASSEN, 1980). Neste contexto, a redução dos teores de amido no período de 19/09/2008 comparados com o período anterior (01/08/2008), demonstra que essas reservas foram utilizadas no processo da floração.

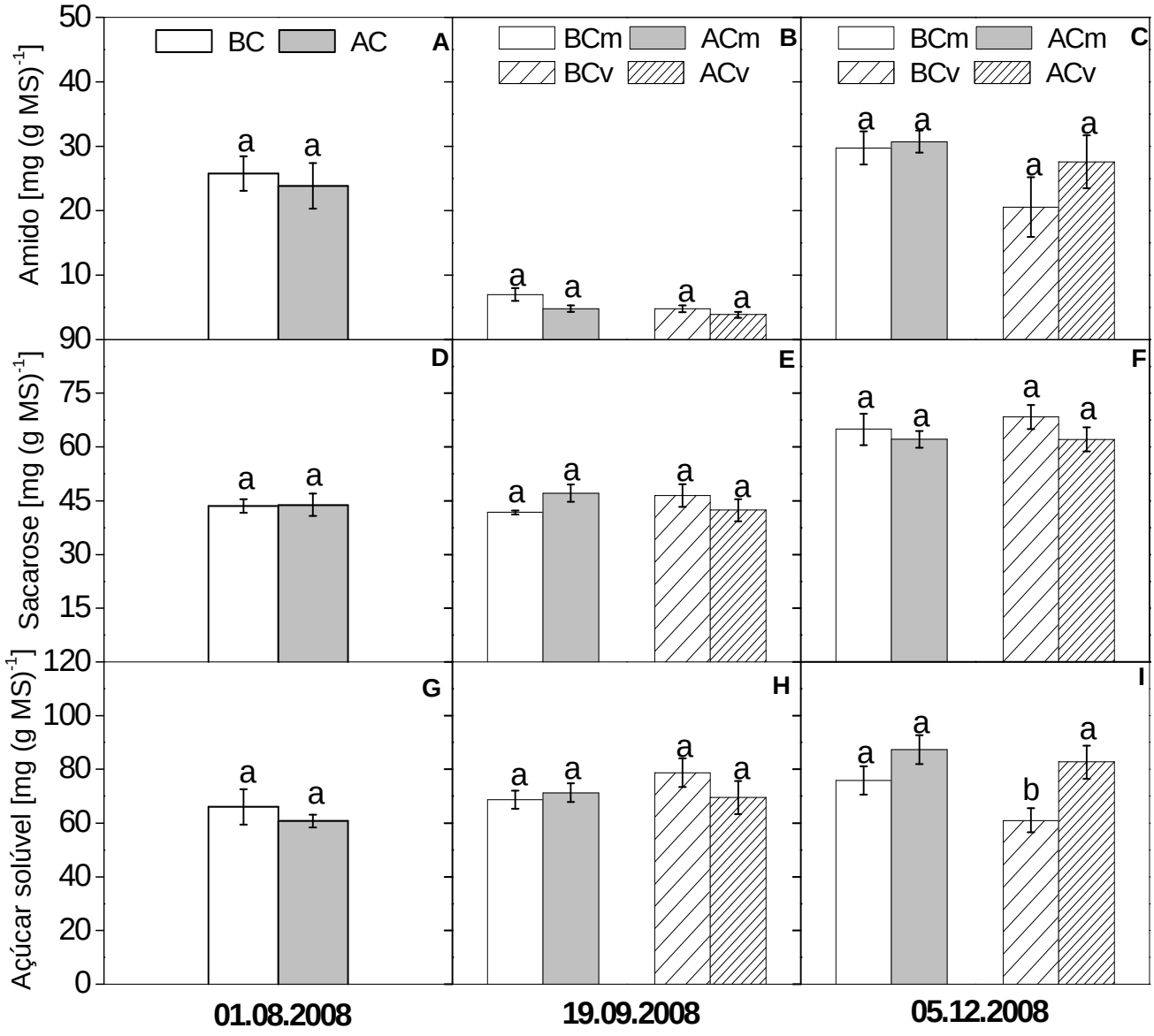

Figura 8 - Teor foliar de amido (A, B e C), sacarose (D, E e F) e açúcares solúveis (G, H e I) de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e diferentes letras indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos AC e BC ($P \leq 0.05$). BCm: folha abaixo da brotação mista em plantas com Baixa Carga de frutos; ACm: folha abaixo da brotação mista em plantas com alta carga de frutos; BCv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com Baixa Carga; ACv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com alta carga de frutos.

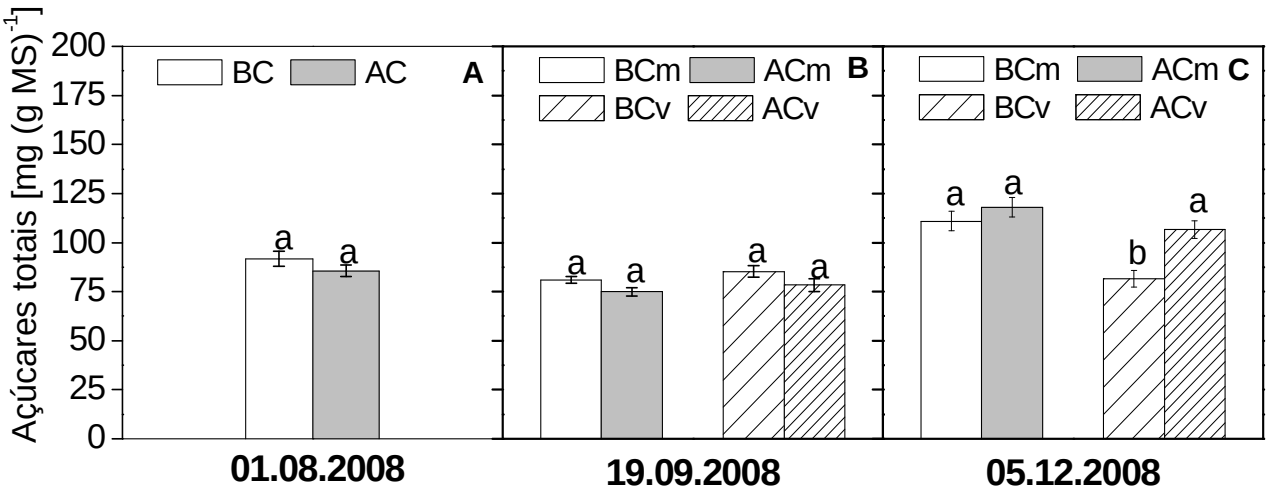

Figura 9 - Teor foliar de açúcares totais (amido + açúcares solúveis) de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos AC e BC (P≤0,05). BCm: folha abaixo da brotação mista em plantas com Baixa Carga de frutos; ACm: folha abaixo da brotação mista em plantas com alta carga de frutos; BCv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com Baixa Carga ACv: folha abaixo da brotação vegetativa em plantas com alta carga de frutos.

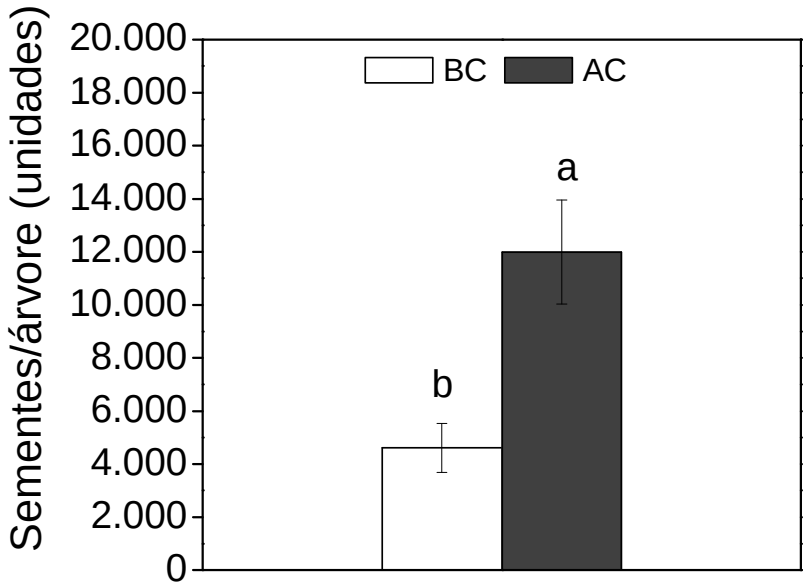

Figura 10 - Número de sementes/árvore de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) – Cordeirópolis/SP safra 2008. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (P≤0,05).

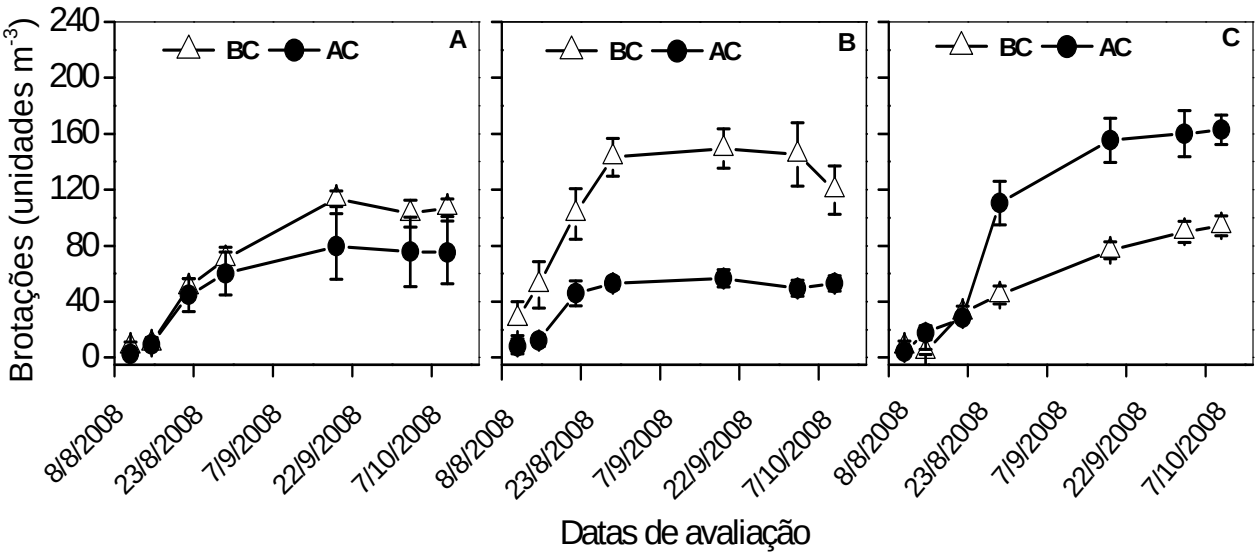

Figura 11 - Número de brotações mistas (A); reprodutivas (B) e vegetativas (C) de laranjeiras 'Valência' em plantas BC (Baixa Carga de frutos) e AC (Alta Carga de frutos) – Cordeirópolis/SP ano agrícola 2008/2009. As barras indicam o erro padrão (n = 5).

Do período de 19/09/2008 até início de dezembro ocorreu à abscisão fisiológica dos frutos com o pico ocorrendo em outubro. A fixação e o desenvolvimento inicial dos frutos dependem de fatores ambientais, nutricionais e hormonais (IGLESIAS et al., 2003). Acredita-se que a grande abscisão de frutos nos citros seja um mecanismo que regula o número de frutos à capacidade da planta de nutrir todos os órgãos em desenvolvimento (GOLDSCHMIDT & MONSELISE, 1977; GUARDIOLA, 1988). De acordo com SEKITA (2008), a concentração de carboidratos diminuiu acentuadamente durante o período de abscisão fisiológica. As plantas AC fixaram 9,1% das estruturas reprodutivas produzidas, enquanto que as BC fixaram apenas 5,2% (Figura 6B). No entanto, estas plantas apresentavam teores de carboidratos similares após a abscisão dos frutos (Figura 8 C, F e I e 9 C). Esse é mais um indício de que a variação da fixação de frutos não é explicada pela reserva de carboidratos nas folhas. Assim, pode-se sugerir que a fixação dos frutos seja limitada também pela capacidade dos frutos em utilizar as reservas disponíveis. Segundo outros autores, além da disponibilidade de carboidratos, a fixação dos frutos depende do tipo de brotação (AGUSTÍ et al. 1982; BARROS & GRAVINA, 2006; VOLPE, 1992). Nota-se que a maior produção de flores nas plantas BC foi acompanhada por uma quantidade 2,6 vezes maior de brotações reprodutivas comparadas às plantas AC (Figura 11B). Segundo diversos autores (BARROS & GRAVINA, 2006; VOLPE, 1992) as brotações mistas têm uma maior capacidade de fixar os frutos do que as reprodutivas devido, principalmente, ao fornecimento de fotoassimilados das folhas para os frutos (MOSS et al. 1972). Apesar disso, ERNER

(1989) demonstrou que não há diferenças na translocação de carboidratos para os frutos de brotações mistas e reprodutivas. Contudo, sabe-se que as folhas induzem e controlam o desenvolvimento dos tecidos vasculares por meio do fluxo de auxina. Logo, as brotações reprodutivas possuem o sistema vascular menor do que as brotações mistas (ERNER & SHOMER, 1996). Considerando que a capacidade de transporte do floema não limita o crescimento dos frutos (GARCÍA-LUIS et al. 2002), o xilema é o principal fator a ser considerado. Assim, sob condições de estresse hídrico, a baixa disponibilidade no fornecimento de água afetará principalmente as brotações reprodutivas, aumentando os níveis de ácido abscísico e, consequentemente, a abscisão dos frutos (ERNER & SHOMER, 1996). Dessa maneira, a grande produção de brotações reprodutivas nas plantas BC pode explicar a baixa taxa de fixação dos frutos.

Os teores de açúcares solúveis das folhas coletas abaixo da brotação vegetativa apresentaram diferença estatística, com valores de 82 e 61 mg g^{-1} para plantas AC e BC respectivamente (Figura 8I). Essa diferença é devida à menor quantidade de açúcares redutores nas plantas BC, uma vez que o conteúdo de sacarose era similar (Figura 8F). Como não houve diferença no crescimento em diâmetro dos frutos no ano agrícola 2008/2009 (Figura 12), aparentemente, a menor disponibilidade de açúcares redutores nas plantas BC após a fixação dos frutos não afetou o desenvolvimento inicial dos mesmos.

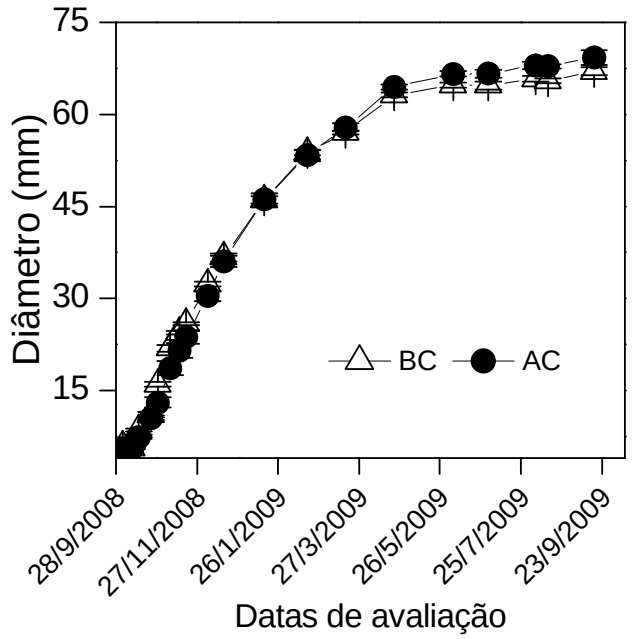

Figura 12 – Diâmetro dos frutos de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P \leq 0,05$).

O controle da floração e da frutificação nos citros envolve diversos fatores que podem agir em conjunto ou isoladamente. SEKITA (2008) conduziu um experimento com laranjeiras 'Valência' desbastadas totalmente e não desbastadas, ou seja, em condições extremas (com e sem frutos), e verificou que as plantas que foram desbastadas acumularam mais amido nas folhas quando comparadas às plantas não desbastadas, havendo uma relação positiva com a floração. Segundo diversos autores (GOLDSCHMIDT et al. 1985; JONES et al. 1974) esta relação inversa entre a carga de frutos e a produção de flores está relacionada com base na disponibilidade de carboidratos na planta. Apesar disso, o aumento da floração como conseqüência da retirada dos frutos é controverso visto que ao mesmo tempo em que remove um importante dreno de carboidratos, elimina também umas das principais fontes de giberelinas (MOSS, 1971). Desse modo, tanto as giberelinas quanto os carboidratos exercem papeis no controle da floração (GOLDSCHMIDT et al. 1985). Além disso, assim como no presente trabalho (Figura 9, 10), por vezes, a formação de flores não se relaciona com a disponibilidade de carboidratos (SANZ et al. 1987). Pouca atenção tem sido dada com relação à capacidade do sistema de transporte como fator limitante à disponibilidade de fotoassimilados. BUSTAN et al. (1995) observaram que há uma correlação positiva entre o diâmetro do pedicelo e o tamanho dos frutos, sugerindo que há possibilidade de limitação por parte do sistema de transporte. Em relação à frutificação, GARCIA-PAPI & GARCIA-MARTINEZ (1984), sugeriram que o controle da fixação e desenvolvimento dos frutos em 'Clementine mandarin' (*Citrus reticulada* Blanco) é mediado pelo equilíbrio entre substâncias auxínicas (na cultivar sem semente) ou giberelinicas (na cultivar com semente) e o ácido abscísico. TURNBULL, (1989) trabalhando com laranjeiras 'Valência', verificou que a aplicação de GA_3 ou paclobutrazol (inibidor da síntese de giberelinas) em ovários em desenvolvimento (frutinhos) influenciou na sua fixação. Segundo o autor, 29% dos ovários que foram tratados com GA_3 fixaram-se contra 2% daqueles não tratados. Além disso, a aplicação de paclobutrazol ocasionou a abscisão de 100% dos frutos.

Enfim, é incontestável que os carboidratos exerçam papel fundamental no desenvolvimento reprodutivo. Entretanto, assim como demonstrado por outros autores (GARCIA-LUIS et al. 1995), os resultados indicam que o teor foliar de carboidratos não limitou a floração e que este substrato não é o único fator limitante à floração e frutificação dos citros.

4.2 Qualidade dos frutos

A avaliação da qualidade dos frutos teve início com os frutos colhidos na safra 2008 (12/12/2008) em que a diferença de carga pendente era na ordem de 2,2 vezes maior nas plantas AC em relação às plantas BC (Figura 7A). Já a avaliação dos frutos na safra 2009 ocorreu com a carga de frutos semelhante entre as plantas AC e BC (Figura 7B).

Não houve influencia da carga de frutos na acidez do suco. Nos frutos da safra 2008 (12/12/2008) a porcentagem de acidez foi de 0,71% para as plantas BC e de 0,68 % para as plantas AC (Tabela 1). Segundo LADANIYA (2008), o conteúdo de ácido cítrico no suco varia de 0,1% a 6%; em laranjas esse teor é de aproximadamente 0,8–1%. Durante o desenvolvimento dos frutos da safra 2009, a acidez decresceu gradualmente em plantas AC e BC apresentando na colheita valores de 0,68% e 0,72% para as plantas BC e AC respectivamente (Tabela 1). Em laranjas, o ácido cítrico pode atingir 4% nos estádios iniciais de desenvolvimento do fruto diminuindo com a maturação (RODRIGO & ZACARIAS, 2006). Os frutos cítricos apresentam uma quantidade de ácidos orgânicos que, em balanço com os teores de açúcares, representam um importante atributo de qualidade. A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado em porcentagem de acidez titulável e não a total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectáveis (CHITARRA & CHITARRA, 1990). A acidez do suco de laranjas é na sua maioria devido ao ácido cítrico, já que este corresponde com 80-95% do total de ácidos presentes no suco. Outros ácidos orgânicos encontrados nos frutos são: malato, oxalato, acetato, piruvato, glutamato, succinato, entre outros. Assim, a acidez titulável do suco de laranja representa a porcentagem de ácido cítrico presente no suco.

Os sólidos solúveis (SS) representam todos compostos solúveis em água como açúcares, ácidos, vitaminas e aminoácidos. Em laranjas de 75 a 85% do total de SS do suco são açúcares, como a sacarose, e assim, sua determinação nos dá um indicativo da quantidade de açúcares presentes nos frutos e, consequentemente, da sua qualidade interna (MENEZES et al. 2001; LADANIYA, 2008). Para a laranja ‘Valência’, segundo FIGUEIREDO (1991), o valor aceitável deste índice é de 11,8 ºBrix. Os frutos da safra 2008 apresentaram valores de 12,5 °Brix independente do tratamento, mostrando que a carga de frutos não influenciou este parâmetro (Tabela 1). A concentração de açúcares no fruto tende a aumentar gradativamente com seu desenvolvimento (LADANIYA, 2008) e, como o teor de SS é dependente da quantidade de açúcares, seu valor também aumenta. Assim, o SS dos frutos aumentou de 7,7 °Brix para 11,15 °Brix nas plantas BC e de 7,81 °Brix para 11,4 °Brix nas plantas AC na safra

2009 com o desenvolvimento dos frutos (Tabela 1). Não houve diferença estatística no teor de sólidos solúveis entre as plantas AC e BC ao longo do tempo.

Tabela 1 - Sólidos solúveis (°Brix), acidez (% ácido cítrico), e ratio (SS: AT) de laranjas 'Valência' em plantas AC e BC. ± indicam o erro padrão (n = 5).*

Datas de Avaliação	Sólidos Solúveis (°Brix)		Acidez (% ácido cítrico)		Ratio (SS: AT)	
	BC	AC	BC	AC	BC	AC
12/12/2008	12,5 ±0,3a	12,5±0,2a	0,71±0,02a	0,68±0,01a	17,6±0,5a	18,5±0,6a
22/04/2009	7,7±0,9a	7,8±0,8a	2,59±0,43a	2,42±0,25a	3,2±0,3a	3,3±0,2a
01/07/2009	9,2±0,2a	9,7±0,5a	1,39±0,05a	1,46±0,02a	6,5±0,3a	6,7±0,1a
21/10/2009	10,3±0,3a	11,3±0,3a	0,81±0,05a	0,84±0,05a	13,0±0,5a	13,6±0,5a
10/11/2009	11,2±0,2a	11,4±0,2a	0,68±0,09a	0,72±0,02a	16,4±0,9a	16,0±0,5a

Letras iguais na mesma linha, dentro do mesmo parâmetro, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).* BC: plantas com Baixa Carga de frutos; AC plantas com alta carga de frutos. SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável.

A maturação dos frutos de laranja é acompanhada pela relação de sólidos solúveis e acidez; esta relação é chamada de *ratio* (LADANIYA, 2008). Segundo NONINO (1995), em laranjas 'Valência' o *ratio* ideal situa-se na faixa de 14. Tanto os frutos colhidos na safra 2008 (12/12/2008) como os da safra 2009 (10/11/2009) apresentaram valores de *ratio* aceitáveis independente do tratamento (Tabela 1). Além disso, a variação da carga de frutos não alterou esta relação ao longo do tempo. Entretanto, a avaliação da maturação baseada apenas nesta relação pode ser errônea. Uma relação SS/AT = 10 pode significar 10 % de SS e 1% de acidez, ou 5% de SS e 0,5% de acidez. No último exemplo, a qualidade do fruto ainda está inadequada pela insuficiente quantidade de açúcares acumulados. Assim, deve-se considerar também um limiar de SS no índice de maturidade (LADANIYA, 2008).

Os frutos cítricos destinados à industrialização devem conter um teor mínimo de suco igual a 40% e um teor de sólidos solúveis de 11%. Para a produção de sucos concentrados, a matéria prima é qualificada pelo índice tecnológico (IT), parâmetro que expressa à quantidade de sólidos solúveis por caixa de laranja (40,8 kg) (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Tanto o teor de suco quanto de sólidos de sólidos solúveis não foram influenciados pela carga pendente na safra 2008 e 2009 (Tabela 1 e 2). Apesar do teor de suco ser semelhante nos frutos das plantas BC e AC na safra 2008 (Tabela 2) deve-se considerar que a quantidade

absoluta de suco foi superior nos frutos das plantas BC (95g) em relação as AC (83g). E consequentemente, a quantidade de sólidos solúveis por fruto também será maior. O índice tecnológico foi semelhante entre as plantas BC na safra 2008 e 2009 (Figura 13). Segundo DI GIORGI et al. (1990), para laranjas o IT ideal varia de 2,49 a 2,86 kg de SS caixa^{-1}. Apesar da ausência de diferença estatística, vale considerar que como a produção de frutos pelas plantas AC na safra 2008 foi 2,2 vezes maior em relação às plantas BC (Figura 7A), ou seja, a quantidade total de sólidos solúveis produzida por planta também foi maior.

Os frutos das plantas BC na colheita da safra 2008 (12/12/2008) alcançaram massas maiores se comparados aos frutos AC, com uma diferença de aproximadamente 9% (Tabela 2). Considerando que a quantidade absoluta de suco foi superior nos frutos das plantas BC (95g) em relação as AC (83g), essa diferença justifica a variação observada nas massas dos frutos, maior nas plantas BC na safra 2008. GALLASCH (1978) avaliou a qualidade dos frutos de laranja 'Valência' em função da época de colheita e da carga pendente e observou que plantas com baixa carga de frutos pesaram até 53% a mais se comparadas com os frutos das plantas com alta carga de produção. A massa dos frutos e o seu tamanho final são resultado do acúmulo de matéria seca e água. Esse acúmulo é determinado pela força de dreno do fruto e pelo suprimento de metabólitos. O fornecimento de metabólitos por sua vez, depende da disponibilidade e da competição entre os drenos em desenvolvimento. Assim, quanto maior o número de frutos, maior será a competição por metabólitos e, consequentemente, menor será o seu tamanho e massa. Portanto, a massa dos frutos é inversamente proporcional à carga pendente (GUARDIOLA, 1992).

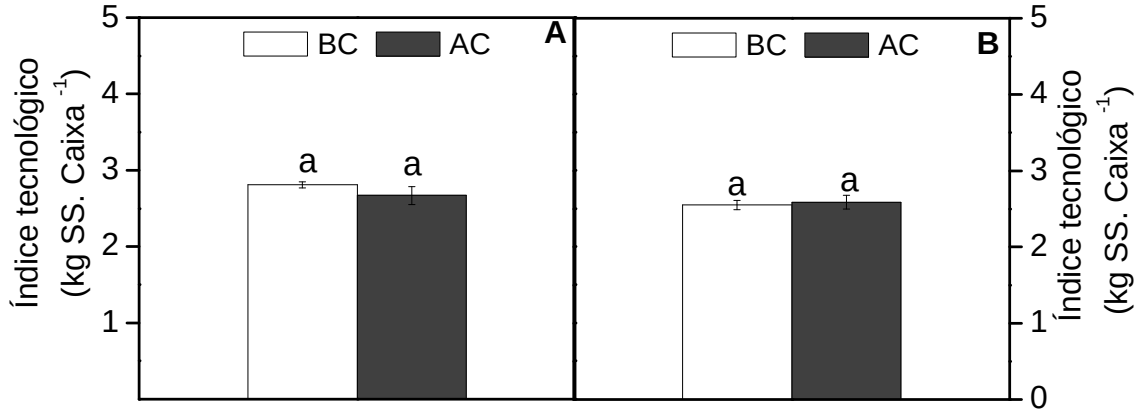

Figura 13 – Índice tecnológico de laranjeiras 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) na safra 2008 (A) e 2009 (B). Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (P≤0,05). SS=sólidos solúveis.

A espessura da casca dos frutos depende de cada cultivar. À medida que os frutos se desenvolvem, a espessura da casca diminui. Este atributo reflete principalmente no rendimento de suco, pois, quanto menor for à espessura da casca, maior será o aproveitamento do produto (CHITARRA & CHITARRA, 1990). A quantidade de carga pendente não alterou a espessura da casca entre as plantas AC e BC (Tabela 2).

Tabela 2 - Teor de suco (%), massa dos frutos (g) e da espessura da casca (mm) de laranjas 'Valência' em plantas BC e AC. ± indicam o erro padrão (n = 5).*

Datas de Avaliação	Teor de suco (%)		Massa dos frutos (g)		Espessura da casca (mm)	
	BC	AC	BC	AC	BC	AC
12/12/2008	55,2±0,6a	52,3±0,5a	172±4a	158±5b	4,2±0,0a	4,2±0,0a
22/04/2009	53,6±2,3a	51,0±0,8a	141±3a	143±2a	4,4±0,1a	4,6±0,1a
01/07/2009	55,4±0,6a	54,8±2,6a	160±4a	159±4a	4,0±0,1a	4,3±0,1a
21/10/2009	56,6±0,8a	58,0±0,2a	190±5a	182±4a	5,2±0,3a	4,8±0,1a
10/11/2009	56,2±0,6a	55,2±0,8a	172±4a	176±7a	4,2±0,2a	4,3±0,1a

Letras iguais na mesma linha, dentro do mesmo parâmetro, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p <0,05).* BC: plantas com Baixa Carga de frutos; AC plantas com alta carga de frutos.

Tabela 3 - Quantidade de sementes/frutos de laranjas 'Valência' em plantas BC e AC. ± indicam o erro padrão (n = 5). *

Datas de Avaliação	Sementes/fruto (unidade^{-1})	
	BC	AC
12/12/2008	7,0±0,3a	8,0±0,4a
22/04/2009	7,5±0,2a	7,0±0,3a
01/07/2009	6,5±0,3a	7,0±0,3a
21/10/2009	7,3±0,4a	6,6±0,3a
10/11/2009	7,6±0,4a	6,6±0,4a

Letras iguais na mesma linha não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p <0,05). * BC: plantas com Baixa Carga de frutos; AC plantas com alta carga de frutos.

Com relação ao número de sementes, apesar da quantidade por fruto não ter diferido estatisticamente na safra 2008 (12/12/2008) e 2009 (10/11/2009) (Tabela 3), quando

consideramos a quantidade na semente na árvore as plantas AC produziram quase três vezes mais quando comparadas às plantas BC na safra 2008 (Figura 10). A importância da quantidade de sementes já foi discutida no item anterior.

Em relação à coloração dos frutos, a variação da carga pendente não influenciou a coloração externa dos frutos. Observa-se que na medida em que os frutos se desenvolvem o ângulo de cor diminui indicando coloração mais amarela independe do tratamento (Figura 14). A coloração externa de frutos cítricos é um dos principais atributos de qualidade e o principal parâmetro de aceitação para os consumidores (RODRIGO & ZACARIAS, 2006). O desenvolvimento da coloração externa dos frutos é resultado de mudanças no balanço do conteúdo de carotenóides e de clorofilas (RODRIGO & ZACARIAS, 2006). Antes da maturação, a clorofila é o pigmento predominante na epiderme da maioria dos frutos cítricos. Em contrapartida, quanto os frutos atingem o estádio de maturação, ocorre um rápido aumento na síntese de carotenóides nos cromoplastos acompanhado pela degradação de clorofila (LADANIYA, 2008).

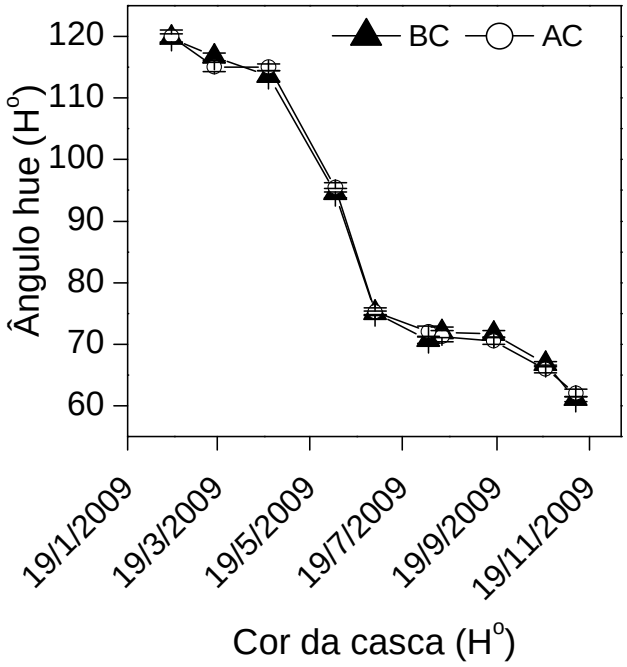

Figura 14 – Cor da casca (H^o) de laranjas 'Valência' em plantas com Baixa Carga de frutos (BC) e Alta Carga de frutos (AC) no ano agrícola 2008/2009. Barras indicam erro padrão (n = 5) e letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P \leq 0,05$).

Sabe-se que os atributos de qualidade de frutos de laranja como cor, textura e sabor são influenciados pela disponibilidade de carboidratos (LADANIYA, 2008). Segundo

WHEATON (1986), em anos de alta produção, os frutos produzidos são pequenos e de qualidade inferior, provavelmente devido à grande competição pelo substrato. Entretanto, no nosso trabalho, a carga pendente alterou apenas a massa dos frutos na safra 2008, ou seja, quando a diferença de carga entre os tratamentos era da ordem de 2,2 vezes (em caixas/plantas). Nos frutos na safra 2009 onde a quantidade de frutos entre as plantas AC e BC eram semelhante, não houve diferença na qualidade dos frutos.

5. CONCLUSÃO

A influência da carga pendente na floração e na frutificação da laranjeira 'Valência' não teve relação com os teores de carboidratos foliares.

Apesar de reduzir a massa do fruto, a diferença de carga pendente observada em laranjeira ´Valência' não influenciou a qualidade dos frutos quando considerada, como destino da fruta, a indústria citrícola

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, C.E. Blossom-bud differentiation in citrus trees. **American Journal of Botany**, v.22, p.476-485, 1935.

AGRIANUAL 2009. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos. 2003. 544p.

AGUSTÍ, M. Desarrollo y maduración de los frutos cítricos. In: Anais do I Simpósio Internacional de Fruticultura – Produção e Qualidade de Frutos Cítricos, Botucatu. **Anais.** 1999a, p.187 - 220.

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 416p

AGUSTI, M. ALMEIDA, V. & PONS, J. Effects of girdling on alternate bearing in citrus. **Journal of Horticultural Science,** v. 67, p.203-210, 1992.

AGUSTÍ, M. Floración y Fructificatión de los cítricos. In: Anais do I Simpósio Internacional de Fruticultura – Produção e Qualidade de Frutos Cítricos, Botucatu. **Anais.** 1999b, p.187 - 220.

AGUSTÍ,M; GARCÍA-MARÍ, F; GUARDIOLA, J.L. The influence of flowering intensity on the shedding of reproductive structures in sweet orange. **Scientia Horticulture**. v. 17, p.343–352, 1982.

ALBRIGO, L. G. Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society.** v.112, p.1-4, 1999.

ALBRIGO, L.G. Induction and flowering processes: Florida perspective. In: Citrus Flowering & Fruiting Short Course, 1, 1997. **Proceedings.** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1997a. p.22 – 24.

ALBRIGO, L.G. Competition factors influencing fruit set of citrus: Florida perspective. In: CITRUS FLOWERING & FRUITING SHORT COURSE, 1, 1997. **Proceedings.** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1997b. p.73 – 74.

ALBRIGO, L. G. Influence of climate on pouds solids and acid production under florida conditions. In: Citrus Flowering & Fruiting Short Course, 1, 1997b. **Proceedings.** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1997c. p. 98 – 99.

ALONI, R. Thec ontrol of vascular differentiation. **International Journal of Plant Science**, v. 153, p.90 -92, 1992.

AMARAL, L. I. V.; GASPAR, M.; COSTA, P. M. F.; AIDAR, M.P. M.; E BUCKERIDGE, M. S. Novo método enzimático rápido e sensível de extração e dosagem de amido em materiais vegetais. **Revista Hoehnea** v. 34, p.425-431, 2007.

BAIN, J. M. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of the valencia orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Australian Journal of Botany**, v.6, p.1-28, 1958

BEN-CHEIKH, W. PÉREZ-BOTELLA, J. TADEO, F.R. TALÓN, M. AND PRIMO-MILLO, E. 1997. Pollination increases gibberellin levels in developing ovaries of seeded varieties of Citrus. **Plant Physiology**. v. 114, pp. 557–564.

BLANKE, M. M; BOWER, J.P. Small fruit problem in *Citrus* trees. **Trees - Structure and Function**. v. 5, p. 239-243, 1991.

BUSTAN, A; ERNER, Y; GOLDSCHMIDT, E.E. Interactions between developing Citrus fruits and their supportive vascular system. **Annals of Botany**. v.76, p.657-666, 1995.

BUSTAN, A; GOLDSCHMIDT, E. Estimating the cost of flowering in a grapefruit tree**.** **Plant Cell & Environment**. v. 21, p.217-224, 1998.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. **Análises Químicas de Alimentos (Manual Técnico)**. Campinas: Biblioteca do ITAL, 1990.

CHAIKIATTIYOS, S.; MENZEL, C.M.; RASMUSSEN, T.S. Floral induction in tropical fruit trees: effects of temperature and water supply. **Journal of Horticultural Science**, v.69, p.397-415, 1994.

CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. 1. Lavras: Esal – Faepe, 1990.

CIIAGRO – CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS Disponível em: www.ciiagro.sp.gov.br. Acesso em 15 de fevereiro de 2007.

COELHO. Y. DA. S.; MEDINA. V.M. Fruit thinning in citrus. In: Annals of Second International Seminar on Citrus – Physiology, 2, 1992. Bebedouro: Instituto Agronômico, 1992. p. 195 - 206.

DA CUNHA BARROS, M; GRAVINA, A. Influencia del tipo del brote en el cuajado y crescimiento del fruto del tangor ortanique. **Agrociencia**. v. 10, p. 37 – 46, 2006.

DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, v. 12, p. 349-408, 1990.

DI GIORGI, F. et al. Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. **Laranja**, v. 11, p. 567-612, 1990.

DICKSON, R.E. Assimilate distribution and storage, p. 51. In: **Physiology of Trees**. Raghavendra, A. S. (Ed.), John Wiley Press, New York, 1991.

DUBOIS ET AL. 1956 M. DUBOIS, K.A. GILLES, J.K. HAMILTON, P.A. REBERS AND F. SMITH, Colorimetric method for determination of sugars and related substances, **Analytical Chemistry**, v. 28**,** pp. 350–356, 1956.

ERNER, Y.; SHOMER, I. Morphology and anatomy of stems and pedicels of spring flush shoots associated with Citrus fruit set. **Annals of Botany**, v. 77, p. 537-545, 1996.

EISSENSTAT, D. M. AND L. W. DUNCAN. Root growth and carbohydrate responses in bearing citrus trees following partial canopy removal. **Tree Physiology**. v.10, p. 245-257, 1992.

FIGUEIREDO, J. O. Variedades comerciais. In: RODRIGUEZ, O; VIÉGAS, F.; POMPEU JR. J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 228-57.

GALLASH, P.T. Effect of time of harvest on alternate cropping yields and fruit quality of Valencia orange trees. **Australian Journal of Agricultural and Animal Husbandry.** v. 18, p. 461 - 464 , 1978.

GARCÍA-LUIS, A. FORNES, F; SANZ, A; GUARDIOLA, J.L. The regulation of flowering and fruit set in Citrus-relationship with carbohydrate levels. **Israel Journal of Botany**. v. 37, p. 189-201, 1988.

GARCÍA-LUIS, A. FORNES, F; GUARDIOLA, J.L. Leaf carbohydrates and flower formation in *citrus*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 120, p. 222-227, 1995.

GARCÍA-LUIS, A; OLIVEIRA, M.E.M; BORDON, Y; SIQUEIRA, D.L; TOMINAGA, S; GUARDIOLA, J.L. Dry matter accumulation in *Citrus* fruit in not limited by transport capacity of the pedicel. **Annals of Botany**, v.90, p. 755-764, 2002.

GARCIA-PAPI, M.A., AND GARCIA-MARTINEZ, J.L. Endogenous plant growth substances content in young fruits of seeded and seedless Clementine mandarin as related to fruit set and development. **Scientia Horticulturae,** v.22, p. 265–274, 1984.

GOLDSCHMIDT, E. E; ASCHKENAZI, N; HERZANO, Y; SCHAFFER, A . A; MONSELISE, S. P. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. **Scientia Horticulturae**, v.26, p. 159-166, 1985.

GOLDSCHMIDT, E. E. GOLOMB, A. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 107, 206-208, 1982.

GOLDSCHMIDT, E.E; HUBERMAN M. The coordination of organ growth in development Citrus Flower: a possibility for sink type regulation. **Journal of Experimental Botany**. v.25, p.534-541, 1974.

GOLDSCHMIDT, E. E. Effect of climate on fruit development and maturation. In: Citrus Flowering & Fruiting Short Course, 1, 1997. **Proceedings...** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1997. p.93 – 96.

GOLDSCHMIDT, E.E. Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 34, p. 1020-1024, 1999.

GOLDSCHMIDT, E.E. & KOCH, K.E. CITRUS. IN: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. (eds.) **Photoassimilate distribution in plants and crops.** Source-sink relationships. Marcel Dekker, Inc. New York, 1996. p. 797-823

GOLDSCHMIDT, E. E. & MONSELISE, S. P. Hormonal control of flowering in Citrus and some other woody perennials In: CARR, D.J. (Ed.) **Plant growth substances**. Berlin: Springer, 1972. p.758-766.

GOLDSCHMIDT, E. E.; MONSELISE, S. P. Physiological assumptions toward the development of a *Citrus* fruiting model. **Proceedings of the International Society of Citriculture.** v. 2, p. 688-672, 1978.

GOLDSCHMIDT, E.E.; MONSELISE, S.P. Physiological assumptions toward the development of a Citrus fruiting model. P**roceedings of the International Society of Citriculture**. v.1, p.668-672, 1977.

GONZALEZ-FERRER, J; AGUSTÍ, M; GUARDIOLA, J.L. Fruiting pattern and retranslocation of reserves in Navelate and Washington navel oranges. In: International citrus congress, São Paulo. **Proceedings**... Piracicaba: International Society of Citriculture, 1984. v.1, p.194-200, 1984.

GÓMEZ-CADENAS,A.;J.MEHOUACHI,F.R.TADEO,E.PRIMO-MILLO;M.TALON. 2000.Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. **Planta** v. 210, p.636–643, 2000.

GOREN, R. Physiological aspects of abscission in citrus. **Acta Horticulture**. v. 137, p.15-28, 1983.

GUARDIOLA, J.; GARCÍA-MARI, F.; AGUSTÍ, M. Competition and fruit set in the Washington navel orange. **Physiologia Plantarum**, v.62, p. 297-302, 1984.

GUARDIOLA, J.L. Factors limiting productivity in *Citrus*. **Proceedings of the International Society of Citriculture**. v. 2, p. 381-394, 1988.

GUARDIOLA, J.L. Fruit set and growth. In: Second International Seminar on Citrus – Physiology, 2, 1992. **Proceedings..**. Bebedouro: Instituto Agronômico, 1992. p. 1 – 22.

GUARDIOLA, J. L. Overview of flower bud induction, flowering and fruit set. In: Citrus Flowering & Fruiting Short Course, 1, 1997a. **Proceedings...** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1997a. p. 5 – 21.

GUARDIOLA, J. L. Competition for carbohydrates and fruit set. In: Citrus Flowering & Fruiting short course, 1, 1997b. **Proceedings...** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1997b. p. 43 – 61.

GUARDIOLA, L. L; MONERRI, C; AGUSTI, M. The inhibitory effect of gibberelic acid on flowering in *Citrus.* **Physiologia Plantarum,** v. 55.p.136-142, 1982.

HALL, A.E. KHAIRI, M.M.A. & ASBELL, C.W. 1977. Air and soil temperature effects on flowering of Citrus. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.102, p.261-263.

HILGEMAN, R.H. DUNLAP, J.A AND SHARPIES, G.C Effect of time of harvest of 'Valencia' oranges on leaf carbohydrate content and subsequent set of fruit. In: **Proceedings of the American Society for Horticulture Science,** v. 90, p. 111–116, 1967.

IGLESIAS, D. J; TADEO, F. R; PRIMO-MILLO, E; TALÓN, M. Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus tress. **Tree Physiology**. v.23, p.199-204, 2003.

IGLESIAS, D. J, TADEO, F. R, PRIMO-MILLO, E; TALON, M. Carbohydrate and ethylene levels regulate citrus fruitlet drop through the abscission zone A during early development. **Trees - Structure and Function**, v. 20, p. 348: 355, 2006.

IGLESIAS, D. J; CERCÓS, M; COLMENERO-FLORES, J. M; NARANJO, M. A; RÍOS, G; CARRERA, E; RUIZ-RIVERO, O; LLISO, I; MORILLON, R; TADEO, F. R; TALON, M. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal of Plant Physiology,** v.19, p. 333- 362, 2007.

IQBAL, N.; KARACALI, I. Flowering and fruitset behavior of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc) as influenced by environment. **Pakistan Journal of Biological Science**, v. 7, p. 1832-1836, 2004.

IWAHORI, S.; GARCÍA-LUIS, A.; SANTAMARINA, P.; MONERI, C.; GUARDIOLA, J. L. The influence of ringing on bud development and flowering in Satsuma mandarin. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.1.341-1.346, 1990.

JONES, W.W; EMBLETON, T. W; BARNHART, E. L; CREE, C. B. Effect of time and amount of fruit thinning on leaf carbohydrates and fruit set in Valencia oranges. **Hilgardia**. v. 42,p. 441-449, 1974.

KLUGE, R. A; NACHTIGAL, J. C; FACHINELLO, J. C; BILHAVA, A. B**. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e editora rural, 2002.

KOSHITAA, Y; TAKAHARAA, T; OGATAA, T; GOTO, A. Involvement of endogenous plant hormones (IAA,ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae.** v.79, p. 185-194, 1999.

KOSHITA, Y.; TAKAHARA, T**.** Effect of water stress on flower-bud formation and plant hormone content of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae**, v. 99, p. 301-307, 2004.

KRAJEWSKI, A. J; RABE, E. Citrus flowering: A critical evaluation**. Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 70, p.357-374, 1995.

LADANIYA, M. S. **Citrus fruit: biology, technology and evaluation.** San Diego: Elsevier, 2008.

LOVATT, C. J; SAGEE, O; ALI, A. G; ZHENG, Y; PROTACIO, C.M. Influence of nitrogen, carbohydrate, and plant growth regulators on flowering, fruit set, and yield of citrus. In: Second International Seminar on Citrus – Physiology, 2, 1992. **Proceedings.** Bebedouro: Instituto Agronômico, 1992. p. 31 – 54.

LORD, E.M; ECKARD, K.J. Shoot development in Citrus Sinensis L. (Washington Navel orange). II. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA_3 treatment. **Botanical Gazette,** vol. 148, p. 17-22, 1987.

LOWATT, C. ZHENG, Y. & HAKE, K.D. 1988. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initition in Citrus. **Israel Journal of Botany**, v. 37, p.181-188, 1988.

MATAA, M.; S. TOMINAGA. Effect of shading stage and level on fruit set and development, leaf carbohydrates and photosynthesis in Ponkan (Citrus reticulata Blanco). **Japanese Journal of Tropical Agriculture**. v. 42, p.103–110, 1998.

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J (eds.) **Citros**.

Instituto Agronômico e Fundag: Campinas. p.147-195, 2005.

MEHOUACHI J, SERNA D, ZARAGOZA S, AGUSTI M, TALON M, PRIMO-MILLO E (1995) Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. **Plant Science**. v. 107, p.189-197.

MEHOUACHI J; IGLESIAS, D. J; AGUSTI, M; TALON, M. Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations. **Plant Growth Regulation,** v. 58, p. 15-23, 2009.

MENEZES, J.B; JUNIOR, J. G; NETO, S. E. A; SIMÕES, A. DO N. Armazenamento de dois genótipos de melão amarelo sob condições ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.19, p. 42-49, 2001.

MONSELISE, S.P.; GOLDSCHMIDT, E.E. Alternate bearing in fruit trees. **Horticultural Reviews**, v.4, p.128-173, 1982.

MONSELISE, S. P. Citrus and related genera. In: HALEVY, A.H. **Handbook of flowering**. Florida, CRC Press, Boca Raton, 1985. v.2, p.275-294.

MOSS, G. I. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinencis* L. Osbeck). **Journal of Horticultural Science**, v. 44, p. 311-320, 1969.

MOSS, G.I; Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). **Journal of Horticultural Science**. v. 46, p. 177-184, 1971.

MOSS, G.I; STEER, B.T; KRIEDEMANN, P.E. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit-setting by sweet orange (*Citrus sinensis*). **Physiologia Plantarum**, v. 27, p.432-438, 1972.

MOSS, G.I; BEVINGTON, K.B. The use of gibberellic acid to control alternate cropping of late valencia sweet orange. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 28, p. 1041-1054, 1977.

NONINO, A.E. Variedades de laranjas para fabricação de sucos. **Laranja**, v.16, p.119-132,1995.

OBERHOLSTER, R; COWAN, A. K. Biochemical basis of color as an aesthetic quality in *Citrus sinensis.* **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p. 303−307, 2001.

PAVEL, E.W; DEJONG, T.M. Source- and sink-limited growth periods of development peach fruits indicated by relative growth rate analysis. **Journal of American Society for Horticultural Science.** vol.118, p.820-824, 1993.

POZO, L.V. Endogenous hormonal status in citrus flowers and fruitlets: relationship with postbloom fruit drop. **Scientia Horticulturae**. vol 91, p. 251-260, 2001.

PRADO, A. K. SOUZA (2006) Florescimento e frutificação e teores de carboidratos em laranjeira 'Valência' com diferentes cargas de frutos e submetidas ou não à irrigação. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas. **Dissertação**.

MAZZAFERA, P. Florescimento e frutificação em laranjeiras 'Valência' com diferentes cargas de frutos e submetidas ou não à irrigação. **Bragantia**, v.66, p.173-182, 2007.

RIBEIRO, R.V; MACHADO, E. C; BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para indução do floração de laranjeiras no estado de São Paulo. **Revista Brasileira Fruticultura,** v. 28, p. 247-253, 2006.

RIBEIRO, R.V.; ROLIM, G.S.; AZEVEDO, F.A.; MACHADO, E.C. 'Valencia' sweet orange tree flowering evaluation under field conditions. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 389-396, 2008.

RODRIGO, M.J; & ZACARÍAS, L. Horticultural and Quality Aspects of Citrus Fruits. In: HUI, Y. H. (ed.) **Handbook of Fruits and Fruit Processing.** Iowa: Blackwell Publishing, 2006. p. 293-307.

RUIZ, R; GARCIA-LUIS, A; MONERRI,O; GUARDIOLA, J. L. Carbohydrate Availability in Relation to Fruitlet Abscission in Citrus. **Annals of Botany,** v. 87, p. 805-812, 2001.

SAGEE, R. GOREN AND J. RIOV, Abscission of citrus leaf explants—interrelationships of abscisic-acid, ethylene, and hydrolytic enzymes, **Plant Physiology,** v. 66, pp. 750–753, 1980.

SALVADOR, D. R. DE; GIOVANNINI, D; LIVERANI, A. Effects of crop load and rootstock on fruit quality in 'Suncrest' peach cultivar. **Acta Horticulturae,** v. 732, p. 279-283, 2007.

SANZ, A; MONERRI, C; GONZÁLEZ-FERRER, J. GUARDIOLA, J. L. Changes in carbohydrates and mineral elements in Citrus leaves during flowering and fruit set. **Physiologia Plantarum**, v. 69. p.93-98. 1987.

SANCHES, F. R; LEITE, I. C; CAMARGO E CASTRO, P. R. de. Efeito do ácido giberélico (AG_3) na floração e produção da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p. 504-509, 2001.

SANTOS, C. H. DOS; KLAR, A. E; FILHO, H. G; RODRIGUES, J. D; PIERRE, F. C. Indução do floração e crescimento de tangerina 'Poncã'(*Citrus reticulata* Blanco) em função da irrigação e da aplicação de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 8-12, 2004.

SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. **Ciência Rural**, v.35, p.724-729, 2005.

SAUER, M.R. Growth of orange shoots. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.2, p.105-117, 1951.

SEKITA, MC. (2008) Floração de laranjeira 'Valência' com variação de carga pendente. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas. **Dissertação**.

SCHAFFER, A. A; GOLDSCHMIDT, E . E; GOREN, R; GALILI, D. Fruit set and carbohydrates status in alternate and nonalternate bearing *Citrus* cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science,** v. 110. p. 574-578. 1985.

SOUTHWICK, S.M.; DAVENPORT, T.L. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. **Plant Physiology**, v.81, p.26-29, 1986.

SPIEGEL-ROY P, GOLDSCHMIDT EE. **Biology of Citrus**. Cambridge University Press, Cambridge, 1996.

SPÓSITO, M.B.; CASTRO, P.R.C.; AGUSTÍ, M. Alternância de produção em citros. **Laranja**, v. 19, p. 293-304, 1998.

SYVERSTSEN, J. P. Physiological Determinants of Citrus tree growth and development. In: I Simpósio Internacional de Fruticultura – Produção e Qualidade de Frutos Cítricos,1, 1999. **Anais...** Botucatu: FAPESP, 1999. p.123 - 160.

SYVERSTSEN, J.P.; GOÑI, C.; OTERO, A. Fruit load and canopy shading affect leaf characteristics and net gas exchange of 'Spring' navel orange tree. **Tree Physiology**. v.23, p. 899-906, 2003.

STASSEN, P.J.C. Reserves in deciduous plant trees and implications in deciduous fruit grower. **Deciduous Plant Grower,** v. 30, p. 467-472, 1980.

STANCATO, G.C.; MAZZAFERA, P. & BUCKERIDGE, M.S. 2001. Effect of a drought period on the mobilization on non-structural carbohydrates, photosynthetic efficiency and water status in an epiphytic orchid. **Plant Physiology and Biochemistry.** v. 39, p. 1009-1016, 2001.

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

TODD, G.W; BEAN, R.C; PROPST, B. Photosynthesis and respiration in developing fruits. II. Comparative rates at various stages of development. **Plant Physiology**, v. 36, p. 69–73.

TURNBULL, C.G.N. Gibberellins and control of fruit retention and seedlessness in Valencia orange. **Journal of Plant Growth Regulation**. v. 8, p. 270–272, 1989.

VAN HANDEL E. Direct microdetermination of sucrose. **Analytical Biochemistry** , v.22, p. 280–283, 1968.

VOLPE, C. A. Citrus Phenology. In: Second International Seminar on Citrus –Physiology, 2, 1992. **Proceedings...** Bebedouro: Instituto Agronômico, 1992. p. 103 – 121.

VU J.C.V. & YELENOSKY G. Photosynthetic activity in the flower buds of 'Valencia'orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck). **Plant Physiology,** v. 78, p. 420–423, 1985.

WHEATON, T. A. Alternate bearing. In: Citrus Flowering & Fruiting Short Course, 1, 1986. **Proceedings...** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1986. p.67 – 71.

WÜNSCHE,J.N.J.W.PALMERANDD.H.GREER..Effects of crop load on fruiting and gas exchange characteristics of 'Braeburn'/M.26 apple trees at full canopy. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 125, p.93–99, 2000.

YAHATA, D; MATSUMOTO, K; USHIJIMA, K. The Effect of the Time of Fruit Harvest on Flower Formation and Carbohydrate Contents in Shoots of Wase Satsuma Mandarin Trees. **Journal of Japan Society Horticultural Science**, v. 75, p. 32–37, 2006.

ZUCCONI, F;MONSELISE, S. P; GOREN, R. Growth-Abscission relationships in development orange fruits. **Scientia Horticulture**, v.9, p. 137-146, 1976.

PÓS

IAC
INSTITUTO AGRONÔMICO

apta
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

SECRETARIA DE
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
CADA VEZ MELHOR