

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DIFERENCIAÇÃO FLORAL, ALTERNÂNCIA DE PRODUÇÃO E APLICAÇÃO
DE ÁCIDO GIBERÉLICO EM TANGERINEIRA 'MONTENEGRINA'
(*Citrus deliciosa* Tenore)**

**Ana María Ramos-Hurtado
Engenheira Agrônoma/UNSA, Arequipa, Perú**

**Dissertação apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia
Área de Concentração Horticultura**

**Porto Alegre (RS), Brasil,
Janeiro de 2006**

**Aos meus pais Hugo e Consuelo,
por seu amor e compreensão**

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Otto Carlos Koller pelo apoio, confiança, orientação e amizade.

Ao Professor Jorge Mariath, pela orientação e colaboração.

Ao Professor Paulo Vitor Dutra de Souza por seu apoio e amizade desde o início do meu trabalho.

Ao Professor Valmir Duarte por sua colaboração e cessão do laboratório e equipamento para a realização dos estudos necessários.

Aos funcionários da Estação Experimental Agronômica da UFRGS pela ajuda para a realização do trabalho de campo.

Aos colegas de orientação, Ivar Sartori, Bernadete Reis e especialmente Sergiomar Theisen por sua amizade, colaboração e auxílio. A Felipe Graichen por seu auxílio nas análises estatísticas.

Aos colegas de Pós-Graduação, por sua amizade.

Aos professores de Pós-graduação do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Marisa Carvalho Bello, por sua atenção dispensada.

A meu irmão Juan Carlos, pelo carinho e moradia.

DIFERENCIAÇÃO FLORAL, ALTERNÂNCIA DE PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO EM TANGERINEIRA 'MONTENEGRINA' (*Citrus deliciosa* Tenore)

Autor: Ana Maria Ramos-Hurtado

Orientador: Otto Carlos Koller

Co-orientador: Jorge de Araújo Mariath

RESUMO

Após o descobrimento do ácido giberélico (AG_3) em sementes de frutos, os pesquisadores começaram a aplicar ácido giberélico de maneira exógena em diferentes concentrações e épocas de aplicação com variados resultados. Um deles é a possibilidade de inibir a floração. A alternância de produção é um dos problemas mais importantes em algumas cultivares de cítricos, especialmente em tangerineiras com sementes. Com o objetivo de estudar a possibilidade de usar AG_3 para inibir a diferenciação floral e controlar a alternância de produção, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul - RS, num pomar com 20 anos de idade, 96 tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* Raf., com desenvolvimento uniforme e em alternância de produção foram selecionadas e submetidas a pulverizações foliares em 2004, com as seguintes concentrações de AG_3 : 0, 20, 40 e 60 $mg.L^{-1}$, nas épocas: 30 de abril, 20 de maio e 10 de junho. Nenhum tratamento inibiu a floração. O número e a massa dos frutos colhidos também não foram afetados. No ano 2005, os tratamentos foram repetidos nas mesmas concentrações e épocas de aplicação, atingindo frutos na fase de pré-maturação. A acidez total titulável (ATT) e a porcentagem de suco não foram afetadas pelos tratamentos. O teor de SST e a relação SST/ATT aumentaram linearmente com o incremento das concentrações de AG_3 , ao passo que a intensidade da cor amarelada da casca diminuiu. Observações histológicas de cortes longitudinais de gemas, feitos quinzenalmente desde 30 de abril a 30 de agosto, evidenciaram que a diferenciação floral, com emissão das primeiras sépalas ocorre em meados do mês de agosto.

¹Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (70p.) Janeiro, 2006.

FLOWER BUD DIFFERENTIATION, ALTERNATE BEARING AND APPLICATION OF GIBBERELIC ACID ON 'MONTENEGRINA' (*Citrus deliciosa* Tenore) TANGERINES¹

Author: Ana María Ramos-Hurtado
Adviser: Otto Carlos Koller
Co-adviser: Jorge de Araújo Mariath

ABSTRACT

After the discovery of gibberellic acid (GA₃) in fruit's seeds, researches began applying GA₃ exogenously at different rates and timings with various results. Among them, inhibition of the flower bud differentiation. Alternate bearing is one of the most important problems of citrus cultivars, especially tangerines with seeds. The objective of this work was to suppress flower bud formation in light crop years and thereby reduce biennial bearing. In 2004, at the Estação Experimental Agronômica of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul, located in Eldorado do Sul – RS, on a twenty-year-old orchard, 96 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) tangerine trees, grafted onto *Poncirus trifoliata* Raf. were rated as having a very light fruit load. The trees were sprayed with 0, 20, 40 or 60 mg.L⁻¹ GA₃. The foliar applications were made on April 30, May 20 and June 10. GA₃ did not suppress flowering of the trees. The number of fruits per tree and yield were not affected by the treatments regardless of treatments. In 2005, the experiment was repeated. The rates and timings of GA₃ were the same, but were sprayed at the start of fruit color change. The treatments did not affect juice percent and acidity (TTA). GA₃ rates increased total soluble solids (TSS) and TSS/TTA ratio and delayed the fruit degreening. Histological studies on bud longitudinal sections were realized every 15 days between April 30 and August 30. The period in which the vegetative buds are induced to flower bud with emission of the first sepals occurs on the first half of August.

¹Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (70p.) January, 2006.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 A floração nos citros.....	4
2.2 Biologia floral dos citros.....	5
2.3 Indução e diferenciação floral.....	6
2.4 Mudanças anatômicas no meristema apical.....	7
2.5 Momento da diferenciação floral.....	8
2.6 Fatores que afetam a diferenciação floral.....	9
2.7 Órgãos que influenciam a indução floral.....	12
2.8 Nutrientes e a indução floral.....	13
2.9 Os fitorreguladores e a indução floral.....	14
2.10 Relação floração – frutificação.....	15
2.11 Alternância de produção.....	16
2.12 Controle da alternância.....	18
2.13 O ácido giberélico e a inibição da floração.....	19
2.14 Aplicação de ácido giberélico (AG ₃) para inibir a diferenciação floral	21
2.15. Reprodutibilidade na resposta à aplicação de fitorreguladores.....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. Local.....	27
3.2 Clima.....	28
3.3 Solo.....	29
3.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	29
3.5 Parâmetros avaliados.....	30
3.5.1 Coleta e preparo de gemas.....	30
3.5.2 Índice de florescimento.....	33
3.5.3 Produção de frutos.....	33
3.6 Análise estatística.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. Número de flores emitidas por 100 gramas de massa verde de ramos...	37
4.2 Diferenciação anatômica de gemas florais.....	39

4.2.1 Diferenciação anatômica de gemas em 2004.....	39
4.2.2 Diferenciação anatômica de gemas em 2005	40
4.3 Produção de frutos	43
4.3.1 Número de frutos produzidos por planta	43
4.3.2 Massa dos frutos produzidos por planta	45
4.4 Análise qualitativa dos frutos	47
4.4.1 Coloração do fruto.....	51
5. CONCLUSÕES.....	53
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
8. APÊNDICES.....	63

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Número de flores emitidas por 100 gramas de massa verde em ramos de tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG ₃ . Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005	38
2. Porcentagem de gemas vegetativas (GV) e gemas diferenciadas (GD) de árvores alternantes de tangerineira 'Montenegrina'. Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul, 2005.....	42
3. Número de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore) em decorrência de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG ₃ . Estação Experimental - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005..	44
4. Influência de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG ₃ sobre o número de frutos de primeira+segunda e de terceira categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005..	45
5. Massa total (kg) dos frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore) em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG ₃ . Estação Experimental - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.....	46
6. Massa (kg) de frutos de primeira + segunda e terceira categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore) em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG ₃ . Estação Experimental da UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.....	47
7. Teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e porcentagem de suco em frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore) em função de quatro doses e três épocas de aplicação de AG ₃ . Estação Experimental Agronômica da -UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.....	48

8. Cor da casca dos frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) submetidas à aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005 (escala: 0-25)..... 51

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Tangerineira 'Montenegrina' apresentando alternância (planta à direita). Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.....	28
2. Aplicação do ácido giberélico em tangerineira 'Montenegrina'. Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul, 2004-2005.....	30
3. Aspecto dos ramos de tangerineira 'Montenegrina' dos quais foram coletadas gemas para análise histológica. Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004 – 2005.....	32
4. Classificação dos frutos de tangerineira 'Montenegrina' colhidos em 2005. Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul RS, 2005.....	34
5. Fotomicrografia de seção longitudinal de gema vegetativa de tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore). C= corpus; Pf=primórdio foliar; T=túnica.....	39
6. Fotomicrografia de seção longitudinal de gema floral de tangerineira 'Montenegrina' (<i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Pf=primórdio foliar; s= sépalas.....	42
7. Teor de sólidos solúveis totais (SST) de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' submetidas à aplicação de AG ₃ . Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.....	49
8. Relação SST/ATT em frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina', submetidos a diferentes concentrações de AG ₃ . Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.....	50

9. Influência das concentrações de AG_3 sobre a coloração da casca de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina'. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.....	52
--	----

1. INTRODUÇÃO

As tangerinas são o segundo grupo de frutos cítricos em importância da citricultura mundial. Os principais países produtores ao nível mundial são a China, a Espanha e o Japão, sendo que o Brasil está situado como o quarto produtor, apresentando uma área cultivada superior a 65 mil hectares e uma produção de 1,3 milhões de toneladas por ano (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2005). Entre as variedades mais cultivadas no Brasil destacam-se a Ponkan, a Mexerica-do-Rio, a Dancy, a Cravo e a Satsuma, além dos híbridos Murcott e Lee (Figueiredo, 1991).

Os principais Estados produtores são pela ordem: São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Bahia e Minas Gerais, que perfazem, a soma de 90% da área total plantada (Amaro & Caser, 2003).

O clima do Rio Grande do Sul é favorável para produção de frutas cítricas de excelente qualidade físico-química (Koller, 1994), que satisfazem as exigências dos consumidores de frutas cítricas de mesa.

Entre as cultivares plantadas no Estado, salienta-se a tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), que ocupa a terceira parte da superfície plantada (Rodrigues et al., 1998). Originária do município de Montenegro (Donadio et al., 1995), a partir de uma mutação da cv. Caí (semelhante a Mexerica-do-Rio), diferencia-se desta por ser dois a três meses mais tardia, com frutos de casca mais resistente e de melhor conservação (Schwarz, 1989).

A tangerineira 'Montenegrina', à semelhança de todas as mexeriqueiras, apresenta as seguintes características: tamanho pequeno e forma lanceolada das folhas, aroma especial do óleo das folhas, aroma agradável do suco e natureza distinta da fragrância do óleo da casca do fruto (Marur et al., 1999).

Uma característica comum nos citros, especialmente das tangerineiras, é apresentar uma produção irregular ao longo dos anos, devido ao alto grau de alternância de produção. Esse comportamento caracteriza-se por um ano de excessiva carga de frutos, seguido de outro ano com produção muito baixa ou nula. Nos anos de florescimento excessivo, os frutos são de baixa qualidade, pequenos, de coloração deficiente, aguados e ácidos (Koller, 1994).

Entre as causas que propiciam a ocorrência da alternância de produção, citam-se fatores exógenos: condições climáticas, tais como temperaturas favoráveis ou desfavoráveis à frutificação e geadas ou secas (Hield & Hilgerman, 1969), ataque de pragas e doenças (Wheaton, 1986) e fatores endógenos: carência de carboidratos (Goldschmidt & Golomb, 1982), desbalanços hormonais (Moss, 1971).

A utilização de diversos métodos para resolver esse problema, como poda (Koller, 1994; Panzenhagen, 1991; Sartori, 2005); raleio químico e manual (Marodin, 1986; Schwarz, 1989; Souza, 1990); controle da floração com aplicação de fitorreguladores (Monselise & Halevy, 1964; Moss, 1971; Agustí, 2000), têm sido estudados e usados de forma crescente nas principais regiões citrícolas do mundo. No Brasil ainda são pouco utilizados e no Estado do Rio Grande do Sul, onde a maioria das propriedades é de exploração familiar, trabalhos como raleio de frutos são realizados manualmente.

A manipulação do florescimento pode corrigir ou pelo menos amenizar a alternância (Agustí & Almela, 1991), tentando inibir ou reduzir a floração num ano

em que as plantas não têm carga ou estimulando-a em anos de produção excessiva.

Aplicações de reguladores de crescimento, especialmente, mas não exclusivamente de AG₃ em citros, têm melhorado a produtividade e a qualidade dos frutos, sendo já utilizado em pomares comerciais faz alguns anos. Os reguladores de crescimento têm sido usados para alterar a floração, a fixação, o raleio e a abscisão de frutos (Berhow, 2000).

Sabe-se que as giberelinas (AG₃), além de promoverem o crescimento vegetativo, têm efeito inibitório sobre a diferenciação floral, evitando ou diminuindo a produção de flores (Monselise & Halevy, 1964; Moss & Bevington, 1977; Guardiola et al., 1982), mas devem ser aplicadas na época e na concentração adequadas (Guardiola et al., 1982; Garcia-Luis et al., 1992).

A inconsistência de resultados constitui uma das limitações mais importantes na generalização do uso de fitorreguladores (Guardiola, 1994) e várias são as causas que a provocam, resultando, sobretudo crítico o momento da aplicação.

O objetivo deste trabalho foi testar concentrações e épocas de aplicação de AG₃ para tentar neutralizar ou diminuir a alternância de produção da tangerineira 'Montenegrina', mediante a inibição da diferenciação floral, nas condições edafoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A floração nos citros

No seu desenvolvimento as plantas superiores apresentam duas fases: juvenil e adulta. Em todas as plantas, a fase juvenil é caracterizada pela incapacidade de florescer em resposta aos sinais indutivos da floração. A fase juvenil pode durar entre dois anos, nos limoeiros; cinco anos, nas tangerineiras, a treze anos em variedades de outras espécies de citros (Krezdorn, 1986; Pillitteri et al., 2004).

No final do período de juvenilidade, quando os genes formadores de flores são desbloqueados, a capacidade de florescimento é atingida. Substâncias florígenas, ainda não identificadas, são então deslocadas das folhas para as gemas, induzindo-as a produzir flores (Bernier et al., 1993).

A natureza desses sinais é ainda controvertida. Três principais teorias tentam explicar o controle químico da transição para a floração: 1) a teoria denominada do “florígeno/antiflorígeno”, propõe que o promotor e o inibidor floral são hormônios simples, específicos, que ainda não foram isolados nem identificados (Bernier et al., 1993; Kondoh et al., 1999); 2) a teoria “nutricional da transição floral” (Sachs & Hackett, 1983 citados por Martinez-Zapater & Salinas, 1996) para a qual as condições ambientais indutivas propiciariam um aumento no transporte de fotoassimilados desde as folhas até o meristema apical e que esses fotoassimilados atuariam como estímulo floral e 3) a teoria do “controle

multifatorial” (Bernier et al., 1993), propõe que a transição floral aconteceria como resultado da interação de fatores hormonais e nutricionais no meristema apical. A transição floral seria consequência da interação dos hormônios ou fatores reguladores do crescimento já conhecidos, como citocininas, giberelinas, etileno e outras (Martinez-Zapater & Salinas, 1996).

2.2 Biologia floral dos citros

Os citros geralmente apresentam entre dois a cinco surtos de crescimento. O número desses surtos e sua importância são determinados pelas características da cultivar, carga da colheita e o clima. Sob condições de clima subtropical, a maioria das cultivares tem três surtos predominantes de crescimento (Guardiola, 1997): o principal no final do inverno/início da primavera (surto de primavera), e dois adicionais: um no final da primavera e outro, no final do verão.

Na maioria dos casos, somente brotos vegetativos são formados nos surtos de verão e outono. No surto de primavera, emergem brotos vegetativos e inflorescências. Os citros produzem flores simples ou em grupos, chamadas inflorescências (Krezdorn, 1986), nas quais, por sua vez, podem existir folhas ou não (Agustí, 2000). Igualmente, o tipo de inflorescência presente dependerá da cultivar (Iqbal & Karacali, 2004).

A qualidade dos frutos é inerente ao tipo de inflorescência da qual emergiram. Guardiola & García-Luis (2000), observaram que frutos de tangerineira ‘Satsuma’, originados de inflorescências com folhas foram maiores, isso porque nos citros, os frutos que fixam mais são os provenientes de ramos com folhas. A retenção de frutos pela planta é mais importante do que a fixação inicial, porque a maioria dos frutos gerada de inflorescências sem folhas cai durante o período de pós-fixação (Iqbal & Karacali, 2004).

2.3 Indução e diferenciação floral

O desenvolvimento da parte aérea da planta é consequência dos processos de crescimento e diferenciação no meristema apical. O meristema pode seguir dois programas de desenvolvimento básicos: um programa vegetativo, que promove a formação de órgãos vegetativos, como folhas e ramos laterais, e um programa de desenvolvimento reprodutivo durante o qual produzem-se flores (Martinez-Zapater & Salinas, 1996).

Três estádios têm sido considerados no estudo da floração das plantas frutíferas: 1) indução, durante o qual surgem mudanças que ocorrem nas folhas, resultando na produção de um 'estímulo floral'; 2) deslocamento do 'estímulo floral' das folhas até os meristemas (terminais ou axilares), onde a floração acontecerá e 3) evocação (ou diferenciação), seguido pela "morfogênese floral", na qual as mudanças acontecem ao nível do meristema para transformá-lo de vegetativo em reprodutivo (Marcelle, 1984).

Para Inoue et al. (1989), citado por Okuda et al. (2004), os meristemas dos citros, após a indução floral, evoluem ao estágio de diferenciação floral, e depois disso, as gemas florais tornam-se visíveis no estágio de iniciação floral, o que acontece em poucos dias, se a temperatura é favorável para a brotação.

A floração nos citros é um processo que abrange estádios de desenvolvimento: a indução floral, ou produção do estímulo floral e a diferenciação floral ou fenômeno de emissão das primeiras sépalas (Wheaton, 1986; Pereira et al., 2003). O intervalo de tempo decorrido entre ambos estádios é de duas a três semanas (Ayalon & Monselise, 1959 citados por Erickson, 1968).

O termo indução, definido inicialmente, é aplicado ao estímulo do processo de floração por fatores ambientais, resultando na mudança de padrões de desenvolvimento das gemas. Os citros são induzidos a florescer como resposta,

principalmente, a baixas temperaturas (García-Luis et al., 1992; Siqueira et al., 2004) e estresse hídrico (Southwick & Davenport, 1986; Agustí, 2000; Koshita & Takahara, 2004; Santos et al., 2004).

Ainda assim, os citros são capazes de crescer e florescer sob diferentes condições ambientais, desde climas frios a tropicais, sendo por isso considerados como “auto-indutivos”, embora, a floração, sob condições indutivas apropriadas é grandemente favorecida (Guardiola, 1997).

2.4 Mudanças anatômicas no meristema apical

Somente durante o processo de diferenciação floral se tem evidências visuais que demonstram que a indução floral aconteceu. Entretanto, a indução floral não é um processo oculto em termos de mudanças bioquímicas e histológicas, que acontecem no meristema (Tu, 2000). As mudanças anatômicas só acontecem pouco antes da floração (Kretdorn, 1986).

Nesta ocasião, nos citros, o meristema passa de um formato cônico ou de domo, próprio de um meristema vegetativo, para um formato achatado, característico de um meristema reprodutivo (Schneider, 1968).

Com o advento da diferenciação floral, ocorre maior concentração de ácido ribonucléico nessa região, precedendo a emissão das sépalas (Pereira et al., 2003). A primeira mudança que ocorre é o aumento da atividade mitótica entre a zona central e periférica do meristema; e uma segunda mudança, o achatamento do meristema após a iniciação de cada primórdio de sépala. Gemas achatadas com iniciação das sépalas representam a padronização de gemas diferenciadas (Randhawa & Dinsa, 1947 citados por Schneider, 1968).

2.5 Momento da diferenciação floral

É conhecido que o florescimento em plantas cítricas é precedido por um período de transformação das gemas vegetativas em reprodutivas através de estímulos e da paralisação do crescimento vegetativo, seja por seca ou por frio, resultando no acúmulo de reservas que são rapidamente consumidas depois durante o florescimento (Lovatt et al., 1988 citados por Santos et al., 2004).

Espécies de citros sob condições de clima subtropical florescem principalmente na primavera, à semelhança das frutíferas caducifólias. Em ambos os grupos, a floração das árvores é melhorada pela duração do frio do inverno, mas acredita-se que os mecanismos desses efeitos são diferentes.

Nas caducifólias, o frio é requerido para liberar da dormência às gemas florais já diferenciadas, pois a iniciação floral acontece antes do período de inverno (García-Luis et al., 1992). Pelo contrário, nos citros a diferenciação dos órgãos florais não acontece antes dos primeiros estádios de brotação das gemas (Randhawa & Dinsa, 1947 citados por García-Luis et al., 1992), sendo as gemas vegetativas e reprodutivas anatomicamente indistinguíveis durante o período do inverno.

A diferenciação floral nos citros é considerada a continuação de um efeito indutivo das temperaturas baixas (Southwick & Davenport, 1986).

O momento da indução floral pode variar com os anos, dependendo do estado fisiológico das plantas e das condições ambientais. Conseqüência disso, o momento da diferenciação floral é incerto (Okuda et al., 2004).

A indução floral acontece no outono e inverno, coincidindo com a paralisação do crescimento vegetativo. A floração então acontece quando temperaturas favoráveis apresentam-se na primavera. (Davies, 1997).

Temperaturas altas no início do inverno atrasam a floração, enquanto temperaturas altas no final do inverno, adiantam a floração (Albrigo, 1997).

2.6 Fatores que afetam a diferenciação floral

A falta de mobilidade das plantas determina que o sucesso reprodutivo dependa, em grande parte, que a transição floral se realize no momento mais adequado do seu ciclo vital e sob as condições ambientais favoráveis (Martinez-Zapater & Salinas, 1996).

Cultivar e porta-enxerto. Não existem dúvidas que diferentes cultivares têm diferentes hábitos de crescimento, diferindo no momento que acontece a indução floral, duração do período, densidade das gemas florais e resposta aos sinais de floração. Devido aos seus efeitos sobre a floração, o genótipo é provavelmente o motivo dominante para a alternância nas frutíferas (Tu, 2000). Por exemplo, algumas tangerineiras e seus híbridos cujos frutos contêm sementes são alternantes, enquanto cultivares sem sementes são de produção regular (Agustí & Almela, 1991).

Quanto aos porta-enxertos, os de vigor médio tendem a uma diferenciação uniforme e estável, em relação àqueles que apresentam um crescimento débil ou muito vigoroso. Porta-enxertos que mostram diferentes graus de tolerância à seca, apresentam seu processo de diferenciação atrasado em relação a cultivares ou porta-enxertos suscetíveis a estresses hídricos (Koshita & Takahara, 2004)

Fatores ambientais. A maioria das plantas utiliza sinais ambientais para regular a transição para a floração, porque todos os indivíduos de uma espécie devem florescer concomitantemente para uma polinização e fecundação bem sucedida e para que todas as espécies possam completar sua reprodução sexual sob condições externas favoráveis.

Algumas variáveis ambientais que exibem mudanças sazonais regulares são fatores potenciais que controlam a transição para a floração. Os fatores ambientais são percebidos por diferentes partes da planta. O fotoperíodo é percebido principalmente pelas folhas adultas; a temperatura, por toda a planta; ainda que a baixa temperatura, é principalmente detectada pelo ápice do broto e a disponibilidade de água é percebida pelo sistema radicular. Como os diversos fatores que promovem a floração são percebidos por diferentes partes da planta, isso implica que todas essas partes interagem e que o destino do meristema, permanecer vegetativo ou tornar-se reprodutivo, é controlado por um conjunto de sinais (Bernier et al., 1993).

O fotoperíodo. Para muitas plantas é um dos fatores ambientais mais importantes no controle de seu desenvolvimento e de sua transição floral. Para os citros não é um fator limitante. Alguns autores têm sugerido que a floração nos citros é induzida pelos dias curtos no inverno, embora tenha sido demonstrado que os dias curtos são insuficientes. Além disso, é a duração da noite e não a duração do dia que tem efeito indutivo, e para isso acontecer a duração da noite não deve ser interrompida (Martinez-Zapater & Salinas, 1996).

Ainda que os citros tenham boa tolerância à falta de luz, colheitas mais elevadas são obtidas com alta luminosidade, sendo mais acelerado o crescimento dos frutos localizados na parte externa da planta (Agustí, 2000).

Temperaturas baixas. O momento da floração nos citros é dependente da temperatura antes da floração. As baixas temperaturas no inverno são requisito indispensável e fator determinante na indução floral (Moss, 1969) e a exposição por algumas semanas acelera a floração, variando esta suscetibilidade segundo as cultivares. A influência da temperatura baixa sobre o florescimento dos citros

está bem documentada na literatura, sendo clássico o trabalho do citado autor, que submeteu laranjeiras 'Washington Navel' a baixas temperaturas (15/10 °C), observando acréscimo de 92% no número de flores, quando comparadas com plantas cultivadas em condições de temperaturas mais elevadas (27/22 °C).

Os efeitos indutivos das baixas temperaturas têm sido pesquisados, demonstrando inequivocamente que o frio melhora a brotação das gemas (Southwick & Davenport, 1986). As gemas vegetativas têm requerimentos de frio menores que as gemas reprodutivas, brotando mais rapidamente na primavera. Aquelas gemas potencialmente florais, cujos requerimentos de frio não foram atingidas, permanecem dormentes na primavera (Hall, 1977 citado por Iqbal & Karacali, 2004). Estudos realizados pelos mesmos autores com tangerineira 'Satsuma', evidenciaram que o início da floração começou duas semanas antes em 1998 do que em 1997, podendo assim o período diferir de um ano para outro, ainda no mesmo local, dependendo dessa variabilidade especialmente da temperatura.

Períodos de frio interrompidos por um período longo de temperatura alta, causam duas diferentes brotações florais na mesma árvore: a primeira floração é geralmente de gemas terminais e a segunda, de gemas laterais, que são presumivelmente mais difíceis de induzir (Albrigo, 1997).

O estresse hídrico. É um dos fatores indutivos para o desenvolvimento das plantas cítricas, uma vez que afeta a produção e translocação de fitorreguladores (Goldschmidt et al., 1998). A resposta da floração ao déficit hídrico é similar à da temperatura. Uma relação quantitativa existe entre a duração do estresse e a intensidade de florescimento. Como resultado do estresse há uma quebra da

dormência das gemas, mas também um efeito indutivo da floração parece evidente (Guardiola, 1997).

Southwick & Davenport (1986) reportaram que tratamentos contínuos e cíclicos de estresse hídrico induzem a floração em tangerineira 'Satsuma'.

2.7 Órgãos que influenciam a indução floral

As folhas têm um papel único na formação de flores: Como órgãos de assimilação fornecem os carboidratos necessários para a indução floral; e são a chave para manter um balanço hormonal favorável para a indução floral, conseguido pela síntese foliar de hormônios. As folhas são também receptoras de sinais ambientais relacionados à indução floral (Davis, 1957 citado por Tu, 2000). Como fonte de nutrientes ou de energia, uma excessiva perda de folhas reduzirá a floração (Wheaton, 1986).

As sementes são fonte rica de ácido giberélico, o qual se difunde através do fruto para inibir a floração (McArtney, 1994). A atividade máxima de AG_3 é 3000 vezes mais elevada em sementes de macieira do que em tecido fresco (Dennis, 1976). Chan & Cain (1967), citados por Tu (2000), demonstraram que a presença de sementes foi elemento crucial na inibição da floração em macieiras.

Está bem documentado que os frutos são a causa da alternância de algumas cultivares de citros (Monselise & Goldschmidt, 1982), estando estabelecido que brotos com frutos não floresceram no ano seguinte (Wheaton, 1997). Esse efeito inibitório surge em parte através da repressão dos fluxos de brotação do verão e outono. Como fortes drenos de fotoassimilados, os frutos suprimem a indução floral devido à concorrência por carboidratos (Guardiola, 1997).

Quanto mais tempo permanecerem os frutos na árvore, menor será a floração no ano seguinte. Assim uma colheita precoce resultará num marcado incremento da floração na primavera (Guardiola, 1997).

2.8 Nutrientes e a indução floral

Os carboidratos têm sido sugeridos como um dos fatores condicionantes da floração nos citros. O acúmulo deles, especialmente no início do inverno, favorece a indução das gemas ao estado floral (Goldschmidt, 1997).

Goldschmidt & Golomb (1982), trabalhando com tangerineira 'Wilking', observaram que a concentração de amido em folhas e ramos de plantas, em anos de baixa produção, foi aproximadamente cinco vezes superior à encontrada em folhas e ramos de plantas em anos de alta produção. Em raízes, a mesma relação apresentou-se 17 vezes superior. A redução do amido em raízes, em anos de alta produção, é um indicativo da força de dreno dos frutos em crescimento.

Souza et al. (1993) verificaram em tangerineira 'Montenegrina', que as plantas que apresentam excesso de carga tiveram, concomitantemente, menor teor de substâncias de reserva na casca e lenho de raízes. Evidenciando-se que o baixo nível de carboidratos é um dos principais fatores responsáveis pela alternância de produção.

Muitas técnicas de promoção floral, como: controle da floração, anelamento, poda de ramos, poda de raízes e controle do vigor, são acompanhadas por um incremento no nível de carboidratos.

Quanto ao nitrogênio, como outro componente da relação C/N, é geralmente aceito como inibidor da indução floral pelo seu excesso. Sob essa perspectiva, o nitrogênio pode afetar indiretamente a indução floral aumentando o

vigor de toda a planta. Sua aplicação como íon amônio (NH_4^+) ou íon nitrato (NO_3^-), é também um fator importante. Lovatt (1999), realizando estudos com laranjeiras de umbigo, observou que as poliaminas, produto do metabolismo do amônio (NH_4^+), estão vinculadas com a indução da floração e que incrementando o nível de amônio, aumenta o número de inflorescências por árvore e o número de flores por inflorescência.

2.9 Os fitorreguladores e a indução floral

A teoria do “florigeno” (Bernier et al., 1993) tenta explicar que um hormônio de natureza desconhecida provocaria a indução floral. Embora o “florigeno” não tenha sido isolado nem identificado, é também claro, que a atividade de um simples hormônio não pode oferecer uma total explicação à resposta observada na planta.

As auxinas podem indiretamente afetar a floração, devido a sua ação sobre o estado nutricional e mobilização de carboidratos, estimulando assim a diferenciação do tecido vascular, acrescentando o fornecimento de nutrientes e hormônios aos órgãos em desenvolvimento (Bruinsma, 1974 citado por Meilan, 1997). Existe a possibilidade que auxinas endógenas como o ácido indol acético (AIA) atuam no desenvolvimento da gema floral, mas não na indução (Koshita et al, 1999). Bernier et al. (1993), observaram uma diminuição de auxinas nas gemas apicais durante a indução floral em plantas de dia longo.

O ácido abscísico (ABA) está geralmente associado com o controle da indução da dormência, desenvolvimento e germinação de sementes e ao estresse hídrico (Walton, 1998), mas também está vinculado ao estímulo da floração. Poderia ser que o ABA possa ser um dos fatores chave na formação de gemas

florais, já que diferentes níveis desse ácido foram observados durante o período da indução floral (Koshita et al., 1999).

Relacionado ao excessivo crescimento dos brotos, o etileno, tem um efeito adverso na indução das gemas florais. Assim, o etileno pode ser usado como retardante do crescimento. Volz & Knight (1986), demonstraram que o etileno podia aumentar a formação de gemas florais em macieira, sem afetar o crescimento dos brotos. Tu (2000), observou em macieira, que o conteúdo de etileno nas gemas florais foi duas vezes maior do que o produzido pelas gemas vegetativas, o que poderia demonstrar uma relação positiva entre o nível de etileno e a capacidade da gema para formar flores.

Em macieira, as citocininas estão vinculadas à estimulação da floração, sendo identificado um nível elevado de citocininas durante a indução floral (Tu, 2000).

O ácido giberélico (AG_3) aplicado exogenamente reduz o número de flores na primavera seguinte (Monselise & Halevy, 1964). Sua ação será detalhada mais adiante.

2.10 Relação floração – frutificação

A relação entre floração e frutificação é muito complexa envolvendo número e qualidade de flores, o qual está relacionado com o número de frutos e a concorrência nutricional entre eles (Guardiola, 1997).

A porcentagem de fixação de frutos está inversamente relacionada ao número de flores e diminui rapidamente quando o número de flores aumenta. Na maioria dos casos, a porcentagem de flores que fixam e desenvolvem frutos maduros é muito pequena, variando entre 0,5 a 3,5 % (Agustí, 2000). Somente

quando o número de flores é excessivamente alto ou baixo, a floração tem efeito significativo na frutificação (Guardiola, 1997).

O mesmo autor reportou que na laranjeira 'Washington Navel', a máxima produção é obtida quando o número de flores por árvore varia entre 19 mil a 70 mil, abaixo desse valor a produção diminui. Sabe-se que a cv. Murcott pode fixar uma grande quantidade de frutos, chegando a causar a morte da planta (Wheaton, 1997). Em outras cultivares, uma excessiva fixação de frutos surge de um alto número de flores, levando a planta à alternância.

Por sua vez, o tamanho do fruto está inversamente relacionado à carga da colheita, em função da concorrência entre os frutos em desenvolvimento, por um limitado fornecimento de metabólitos (Agustí, 2000). Existe uma grande variabilidade nessa relação já que essa correlação somente considera eventos que acontecem após a queda natural dos frutos, mas o tamanho final do fruto é geralmente melhor relacionado ao número de flores. Na maioria dos casos, eventos que acontecem antes da queda natural têm geralmente maior efeito sobre o tamanho final do que a concorrência entre frutos após a queda natural (Guardiola, 1997).

2.11 Alternância de produção

A alternância é um dos problemas comuns para a grande maioria de frutíferas, incluindo variedades cítricas. A alternância é a tendência das frutíferas a produzir uma colheita excessiva num ano, seguida de uma produção escassa no ano seguinte (Monselise & Goldschmidt, 1982), ocasionando nos anos de excessiva produção frutos de tamanho muito pequeno, que muitas vezes não chegam a ser comercializados e ocasionando nas árvores uma intensa quebra de ramos (Coggins & Hield, 1968).

Estresses ambientais freqüentemente provocam colheitas escassas, que podem ser o início de ciclos de alternância, que, uma vez iniciada pode adquirir propriedades de autoperpetuação.

Fatores endógenos que podem desencadear a alternância, incluem: elevada carga de frutos, concorrência entre o crescimento reprodutivo e vegetativo, redução de carboidratos e desbalanços hormonais (Wheaton, 1986). Variações anuais no clima ou a presença de pragas e patógenos, também podem ter alta importância na causa desse fenômeno (Spósito et al., 2001).

Como foi dito anteriormente, as cultivares com sementes, são suscetíveis à alternância, atribuindo-se isso ao fato de revelarem maior porcentagem de fixação inicial dos frutos, provavelmente pelas sementes serem uma importante fonte de hormônios endógenos, como as giberelinas (Wheaton, 1986), dificultando o mecanismo de autocontrole da abscisão de tais frutos pela planta (Monselise & Goldschmidt, 1982).

Em geral, a alternância apresenta-se em tangerineiras e seus híbridos: os tangores e os tangelos. Entre as variedades precoces com alternância, pode-se citar os tangoreiros 'Murcott' e 'Ortanique' e as tangerineiras 'Michal', 'Ponkan', e as 'Satsumas' (*Citrus unshiu* Marc.) e entre as tardias e de meia-estação, as tangerineiras 'Dancy', 'Wilking' e 'Kinnow' (Spósito et al., 2001) e 'Montenegrina' (Koller, 1994), entre outras.

A severidade da alternância varia no tempo e entre as cultivares. Às vezes, a alternância, para uma variedade, acontece concomitantemente numa região (estresses ambientais: seca, geada), sendo mais freqüentemente no nível de pomares, em algumas árvores individuais, dentro de um mesmo pomar, ou ainda em ramos individuais de uma mesma árvore (Wheaton, 1997).

A alternância é também característica da laranjeira 'Valência', especialmente em locais onde os ciclos floração-colheita podem ser superiores aos 18 meses. Altas produções são também prejudiciais para a saúde das árvores. Na Flórida, produções de tangerineira 'Sunburst', nos anos 96/97 registraram a maior quebra de ramos, causando em muitos casos a morte da planta (Guardiola, 1997).

2.12 Controle da alternância

O controle da alternância envolve o uso de técnicas para aumentar a produção durante um ano de baixa produção, ou diminuir a produtividade durante um ano de carga excessiva. A habilidade para incrementar a produção durante o ano de baixa produção é limitada, ainda que algumas vezes aumentar a produção num ano de baixa produção, mediante o anelamento de ramos no verão ou outono prévio, tem sido reportado (Agustí & Almela, 1991, Krezdorn, 1986).

Algumas possibilidades existem para diminuir a produção durante o ano de carga excessiva e elas incluem a poda, sendo esse o método mais comum de reduzir a carga da colheita (Miozzo et al., 1992; Sartori, 2005). As árvores geralmente são podadas para controlar ou manter o tamanho da árvore, facilitando, assim, a colheita. A poda sempre causa redução da produção, sendo isso indesejável para citricultores que destinam suas frutas para indústria, mas é benéfico para produtores de frutas para o mercado *in natura*, objetivando aumentar o tamanho e a qualidade das mesmas. Para cultivares de tangerineira em severa alternância, a poda deve ser programada para a primavera no ano de carga excessiva e assim induzir maior crescimento vegetativo para a floração e frutificação no ano seguinte (Wheaton, 1986).

O raleio manual de frutos pode ser realizado para reduzir a carga da colheita, resultando em frutos de bom tamanho, qualidade e aparência (Schwarz,

1989; Rodrigues et al., 1998; Koller et al., 1999). O raleio químico dos frutos é a técnica que mais tem recebido atenção nos últimos anos, devido ao alto custo de mão-de-obra do raleio manual (Marodin, 1986; Souza, 1990; Domingues et al., 2001). A maioria dos agentes químicos utilizados ou induzem a formação de etileno mediante o dano direto ou não do tecido, ou mediante a aplicação química de etileno (Wheaton, 1986).

A modificação das práticas culturais ou de manejo da cultura, alterando a irrigação e o manejo nutricional pode ajudar a reduzir a magnitude da alternância (Wheaton, 1986; Lovatt, 1999). Fertilização suplementar é recomendada durante um ano de carga excessiva. É comum fazer aplicações adicionais de potássio e nitrogênio no fim do verão, para reduzir o estresse nutricional de uma excessiva produção. Irrigação suplementar ajuda a manter uma relação adequada de água durante períodos de perda radicular por estresse, devido a uma excessiva produção.

A manipulação da floração pode corrigir ou pelo menos amenizar situações de alternância nos citros (Goldschmidt & Golomb, 1982). A redução da formação de flores no ano de alta produção é a mais importante (Monselise & Goldschmidt, 1982). Um entendimento detalhado dos mecanismos de formação das flores é necessário para desenvolver apropriadas técnicas para reduzir a alternância. A utilização do ácido giberélico (AG_3) para o controle da floração é uma das técnicas mais utilizadas (Monselise & Halevy, 1964; Moss & Bevington, 1977).

2.13 O ácido giberélico e a inibição da floração

Pesquisas evidenciam que o ácido giberélico, uma classe de hormônio conhecida por promover o crescimento dos ramos, está envolvido no controle da floração. Estudos fisiológicos têm revelado que o ácido giberélico promove

consistentemente a alongação dos ramos, podendo estimular ou não a floração ou ainda inibi-la (Corbesier et al., 2004).

A promoção do crescimento do caule exercida pelo ácido giberélico, associada com a inibição da floração, foi reportada em algumas plantas como *Fuchsia hybrida* e *Bougainvillea*. Nesses últimos casos, o AG₃ tem sido encontrado causando a diversificação de fotoassimilados disponíveis desde o ápice dos brotos para alongar o tecido dos ramos, resultando na inibição da floração (King & Ben-Tal, 2001).

O controle do florescimento dos citros com a aplicação de fitorreguladores vegetais tem sido relatado (Davenport, 1990). Várias hipóteses têm sido levantadas associando à absorção, à concentração, ao deslocamento e à atividade destes, bem como sua interação com fitorreguladores endógenos e a conseqüente resposta no crescimento (Santos et al., 2004).

Não está claro se o ácido giberélico endógeno tem influência sobre a diferenciação das gemas vegetativas. Koshita et al. (1999), trabalhando com tangerineira 'Satsuma', encontraram quatro vezes mais ácido giberélico em folhas de brotos que produziram poucas inflorescências, do que naqueles que produziram inflorescências em abundância. Isso sugere que não somente o ácido giberélico exógeno, mas também o endógeno reduz a formação de gemas florais. Pelo contrário, Ogata (1997) citado por Koshita & Takahara, (2004), concluiu que o ácido giberélico contido nas folhas de ramos com diferentes cargas de frutos, não é um fator chave na formação de gemas florais. Southwick & Davenport (1986), também concluíram que o ácido giberélico endógeno não tem um papel importante na formação de gemas florais, que é controlada pela temperatura e o estresse hídrico.

As giberelinas parecem influenciar no florescimento em citros, mostrando ser possível que as mesmas, produzidas nas raízes, atuem através da inibição do desenvolvimento de gemas reprodutivas (Goldschmidt et al. 1998).

O ácido giberélico só, não parece inibir diretamente a iniciação da brotação. Poderia, contudo, participar indiretamente quando o ácido giberélico é aplicado exogenamente, afetando a relação auxina/citocinina. Aplicações exógenas de ácido giberélico têm sido reportadas por intensificar a dominância apical em coníferas (Davenport et al., 2000).

2.14 Aplicação de ácido giberélico (AG₃) para inibir a diferenciação floral

O AG₃ é conhecido como inibidor da floração em citros e quando é aplicado durante o período de indução floral, reduz o número de flores e incrementa a proporção de inflorescências com folhas. Parece que o AG₃ só afeta as gemas que são receptivas à indução floral no momento da aplicação. Como resultado, o momento de aplicação é muito importante.

Múltiplas pesquisas evidenciam que aplicações exógenas de AG₃ podem inibir a floração em citros (Monselise & Halevy, 1964; Moss & Bevington, 1977; Agustí, 2000); em abacateiro (Salazar-García & Lovatt, 2000; Rossouw & Robbertse, 2001); em mangueira (Núñez-Elisea & Davenport, 1998; Davenport et al., 2000); em macieira (McArtney, 1994); em nectarineira (García-Pallas et al., 2001), entre outras.

Se o AG₃ inibe a diferenciação floral, poderia ser esperada a iniciação de uma alta proporção de brotos vegetativos em lugar de brotos reprodutivos durante

condições frias, indutoras de floração, especialmente em resposta a altas concentrações de AG₃.

Quanto ao momento mais apropriado para aplicar o ácido giberélico com o objetivo de inibir a diferenciação floral, existem controvérsias.

São sugeridos dois momentos para a aplicação do AG₃: a primeira pulverização deve ser no estágio de indução floral: outono e início de inverno (Agustí & Almela, 1991), não existindo nenhum indicador fisiológico que possa identificar esse estágio; e o segundo momento de aplicação é o momento da iniciação floral, sendo reportado por dar melhores resultados do que o primeiro (Agustí, 2000), este último momento requer identificação do momento certo do desenvolvimento das gemas. Depois de os novos brotos atingirem três milímetros de comprimento e as flores já estiverem prontas para desenvolver, o AG₃ não tem mais efeito.

Para Monselise e Halevy (1964), pulverizações com AG₃ devem ser feitas durante a indução floral, bem antes que as gemas iniciem a brotação, pois se estas estiverem diferenciadas, não sofrerão mais a ação do AG₃.

Moss & Bevington (1977), na Austrália, conseguiram reduzir a floração de laranjeira 'Valência' em até 25%, aplicando 25 mg.L⁻¹ de AG₃ durante os meses de abril e maio.

Para controlar o excesso de flores em laranjeiras de umbigo, na Espanha, Agustí e Almela (1991) recomendam para o hemisfério norte, a pulverização foliar com 10 mg.L⁻¹ de AG₃ + 15 ppm de 2,4-D em fins de novembro ou início de dezembro.

Castro (2001), recomenda aplicações de 15 mg.L⁻¹ de AG₃ só ou em combinação com 2,4-D nos meses de julho e agosto, quando as brotações ainda não atingiram três milímetros de comprimento. Nessa época elas redistribuem a

brotação e reduzem a floração com a mesma intensidade que os efetuados durante o repouso invernal. Após esse comprimento, as gemas já estão prontas, as pétalas e outros órgãos estão se desenvolvendo e aplicações de AG₃ já não são mais eficazes (Lord & Eckard, 1987).

Aplicações de AG₃ no início do inverno provocam inibição do florescimento em laranjeiras (Agustí & Almela, 1991); em limoeiros (Lord & Eckard, 1987); em tangerineiras (García-Luis et al., 1986).

Estudos feitos na Flórida, EUA, indicam que o início da diferenciação das gemas florais em laranjeiras e pomeleiros acontece no mês de janeiro. As tangerineiras iniciam a diferenciação uma ou duas semanas mais tarde, provavelmente por ser sua floração mais tardia (Albrigo, 1997).

Também para o hemisfério norte, Okuda et al. (2004), em trabalhos de indução floral com tangerineiras 'Satsuma' por um período de cinco anos (1998/2003), observaram que o momento da diferenciação variou com os anos: desde metade de novembro à metade de dezembro no ano 2000 e de início a fins de fevereiro, determinado em 1998.

García-Luis et al. (1986), obtiveram a melhor resposta à aplicação do AG₃ nos meses de outono e no primeiro mês de inverno e verificaram que aplicações posteriores são pouco eficientes em inibir ou reduzir o florescimento.

Visando reduzir a alternância de produção da tangerineira 'Balady', El-Hammady et al. (1990), aplicaram três concentrações de AG₃ (50, 100 e 200 mg.L⁻¹) em três épocas (15 de dezembro, 01 de janeiro e 15 de janeiro), prévias a uma carga excessiva. A concentração de 100 mg.L⁻¹ de AG₃ aplicado em 15 de dezembro no hemisfério norte, reduziu a alternância de produção.

Fidelibus & Davies (2002), observaram que aplicações de AG₃ entre setembro e dezembro, também no hemisfério norte, não inibiram a floração em

laranjeira 'Hamlin', enquanto que foram efetivas em laranjeira 'Pinneapple'. As pulverizações de finais de setembro e metade de novembro, ainda de acordo com estes autores, inibiram a floração da laranjeira 'Valência'.

Nath & Baruah (1998), testando diversas concentrações de AG₃ em limoeiro (*Citrus limon*), observaram atraso na emergência da primeira gema floral com o tratamento de 100 mg.L⁻¹ de AG₃ aplicado em duas datas: 16 de agosto, no hemisfério norte, e a segunda pulverização em 15 de setembro, durante dois anos consecutivos. O atraso pode ser atribuído à ação do AG₃ em promover e desviar o fluxo de metabólitos até as gemas vegetativas e assim reduzir o desenvolvimento floral.

Sanchez et al. (2001), testando as concentrações de 0, 20, 40 e 80 mg.L⁻¹ de AG₃ em laranja ácida 'Tahiti', aplicadas entre junho e julho, observaram que o menor número de flores ocorreu com a concentração de 80 mg.L⁻¹ de AG₃.

Em citros, gemas que eventualmente formariam inflorescências sem folhas, são mais suscetíveis ao efeito inibitório do AG₃ do que as gemas que formam inflorescências com folhas ou brotos vegetativos (Guardiola, 1997).

2.15 Reprodutibilidade na resposta à aplicação de fitorreguladores.

A falta de consistência nos resultados constitui uma das limitações mais importantes na generalização do uso de algumas das aplicações de fitorreguladores. Essa limitação foi bem expressada por Monselise (1979) citado por Guardiola (1997) que afirmou "some praying should be done to corroborate the effects of the spraying", o que se traduz para "algumas preces terão que ser feitas para confirmar os efeitos das pulverizações".

Várias são as causas que provocam a falta de reprodutibilidade nos resultados. Em alguns casos, o momento da aplicação resulta crítico, já que a

sensibilidade do fruto e/ou planta ante os fitorreguladores é máxima durante curto período, e uma aplicação anterior ou posterior a esse momento provoca uma resposta notavelmente inferior ou nenhum efeito. Em outras situações, serão os equipamentos a serem utilizados, enquanto que localização geográfica, cultivar e concentrações também podem influenciar o efeito da aplicação dos fitorreguladores (El-Otmani et al.,1990).

É necessário considerar a influência das condições climáticas e a grande variabilidade que elas podem provocar no desenvolvimento das plantas. Pesquisa realizada por Albrigo (1997) na Flórida, para determinar a data de floração da laranjeira 'Valência' ao longo de 12 anos, evidenciou que a cada 1°C de incremento na temperatura média, entre dezembro e janeiro, a floração atrasou 1,82 dias. O incremento de 1°C em fevereiro e março, atrasou a floração em 2,65 dias.

Essa falta de consistência nos resultados se reflete no uso de todos os fitorreguladores. Santos et al. (2004), trabalhando com aplicações de paclobutrazol (PBZ) para induzir a floração em tangerineira 'Ponkan', não tiveram resultados positivos. Siqueira et al. (2004), na Espanha, testando o uso de paclobutrazol em tangerineira Satsuma 'Owari' para promover o florescimento também não obtiveram aumento significativo na floração. Resultados semelhantes, na tentativa de obter maiores florações, foram obtidos por Snowball et al. (1994) com pomeleiro 'Marsh seedless' (*Citrus paradisi*) e por Davenport (1986) com limeira ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia*), utilizando PBZ e uniconazol mais PBZ, respectivamente.

A ausência de condições indutivas como temperatura, estresse hídrico e estágio de desenvolvimento fazem com que a resposta das plantas cítricas ao uso de fitorreguladores seja muito variável. Além disso, Davenport (1990), descreve a

existência de diferenças nas características fenológicas de crescimento radicular e da parte aérea dos citros, e que a falta de controle desses fatores, na maioria das vezes, leva aos resultados contraditórios relatados na literatura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O estudo foi iniciado em março de 2004 na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul, km. 146 da BR-290, na latitude 30°05'27"S e longitude 51°40'18" W e uma altitude aproximada de 50 m.

Foi utilizado um pomar de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), de aproximadamente 20 anos de idade, enxertadas sobre porta-enxerto '*Poncirus trifoliata*' e plantadas em espaçamento de 5 x 2,5 m.

Realizou-se uma vistoria desse pomar, antecedendo à instalação do experimento, elaborando-se um croqui da área, nele assinalando a localização das plantas alternantes. Buscando uniformidade, foram selecionadas 96 árvores relativamente homogêneas em relação ao tamanho, vigor e que se encontravam em ano de alternância (Figura 1). Foi realizada uma poda de limpeza em todas as plantas antes da aplicação dos tratamentos.



FIGURA 1. Tangerineira 'Montenegrina' apresentando alternância (planta à direita). Estação Experimental Agronômica – UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

3.2 Clima

O clima é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen, subtropical sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais quente, superior a 22°C e a temperatura média do mês mais frio entre 3 e 18°C. A temperatura média anual é de 19,4°C, com médias de temperaturas mínimas de 14,2°C e média das máximas de 24,3°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1440 mm e a umidade média do ar de 77,3 % (Bergamaschi & Guadagnin, 1990). Os dados meteorológicos apresentados no Apêndice 1 foram obtidos da Estação Meteorológica da UFRGS, localizada na Estação Experimental Agronômica (EEA), a 2,5 km do local do experimento.

3.3 Solo

O solo da área experimental é classificado como Podzólico Vermelho-Escuro, de textura franco-argilosa, com relevo ondulado e substrato granítico. No local do experimento, o relevo é praticamente plano, com cerca de 2% de declividade (Panzenhagen, 1996).

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições, testando-se três épocas de aplicação e quatro concentrações de AG_3 . Os tratamentos foram aplicados nos dias 30 de abril, 20 de maio e 10 de junho. 20, 40 e 60 $mg.L^{-1}$ de AG_3 foram aplicados. O tratamento testemunha não recebeu nenhum tipo de aplicação.

O ácido giberélico foi aplicado sob a forma de produto comercial ProGibb contendo 10% de AG_3 . Utilizou-se um pulverizador motorizado marca Hatsuta com capacidade para 400 litros, equipado com duas pistolas de pulverização de jato cônico, acionado por um trator Massey Ferguson 275. Foram gastos ao redor de 8 litros de solução por planta, chegando a ponto de início de escorrimento. Cada bloco foi composto de 12 tratamentos e cada parcela foi constituída de duas plantas.

O pH da água utilizada nas pulverizações apresentou um valor de 4,75, o qual foi considerado adequado, já que o pH ácido favorece a absorção de AG_3 pela planta (Casagrande et al., 1999).

As aplicações de AG_3 foram realizadas durante dois anos consecutivos, em 2004 e 2005 (Figura 2).



FIGURA 2. Aplicação de ácido giberélico em tangerineira ‘Montenegrina’. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004-2005.

3.5 Parâmetros avaliados

3.5.1 Coleta e preparo de gemas

Com o objetivo de realizar análises histológicas para verificar a época de diferenciação floral, a cada 15 dias, desde o dia 30 abril até 15 junho de 2004, foram coletados segmentos de ramos com gemas. No ano de 2005, o período de coleta foi prolongado até 30 de agosto. Neste ano de 2005, optou-se por realizar coletas de gemas de árvores do mesmo pomar, mas que não faziam parte do experimento, e que por sua vez, encontravam-se entrando em ano de carga excessiva de flores. As coletas mencionadas foram realizadas quinzenalmente no período de 15 de junho a 30 de agosto do 2005.

Para a coleta de gemas, antes da primeira pulverização de AG₃, foram marcados dois ramos em cada árvore, um no lado leste e outro no lado oeste. De cada ramo cortaram-se cinco ramos novos, com idade aproximada de quatro

meses (Figura 3), que haviam brotado durante o verão e apresentavam maior probabilidade de produzir gemas florais (Krezdorn, 1986; Pilliteri et al., 2004). Esses ramos foram identificados e logo após a poda, com uma tesoura de poda, foram retiradas as folhas e cada ramo foi cortado em segmentos de sete a dez milímetros de comprimento, cada qual com uma gema. Imediatamente esses segmentos foram colocados em frascos de 50 mL que continham um meio fixador de 'Karnovsky', composto pela seguinte formulação em volume: 10% de glutaraldeído a 25% + 25% de paraformaldeído a 8% + 50% de tampão fosfato 0,2 M + 15% de água destilada. As gemas permaneceram no mínimo uma semana na solução fixadora até sua posterior avaliação microscópica, no laboratório de Microscopia do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

Para a avaliação microscópica foram selecionadas, ao acaso, 10 gemas de cada tratamento. Com o auxílio de uma pinça os segmentos de ramo eram colocados em placas de Petry e levados para um microscópio estereoscópico de 10 aumentos. Com ajuda de uma pinça fina para segurar os segmentos de ramos, procedia-se a dissecção das gemas realizando cortes longitudinais com um bisturi. Após, esses cortes eram colocados entre lâmina e lamínula e imediatamente levadas para observação no microscópio em 10 e 20 aumentos e assim, determinando-se se eram gemas vegetativas ou já tinham iniciado seu processo de diferenciação para gema floral.



FIGURA 3. Aspecto dos ramos de tangerineira 'Montenegrina' dos quais foram coletadas gemas para análise histológica. Estação Experimental Agronômica-UFRGS. Eldorado do Sul, RS, 2004-2005.

Os segmentos de ramos com uma gema, mantidos na solução fixadora, foram utilizados para a realização de fotomicrografias no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biociências da UFRGS.

No laboratório de Anatomia Vegetal, com auxílio de um estereomicroscópio Wild M7A, procedeu-se à separação do material da solução fixadora e retirada das gemas dos segmentos de ramos. Antes de iniciar a desidratação, fez-se duas lavagens em tampão fosfato 0,1 M para retirar a solução fixadora do material. Posteriormente, o material foi desidratado em série etílica de graduação crescente de 10% a 100%, com duração de uma hora cada graduação. Colocou-se em pré-infiltração em hidroxietilmetacrilato (álcool:solução de infiltração, 1:1) deixando por 12 horas. Após, adicionou-se à solução de infiltração pura de resina autopolimerizante (metacrilato), deixando por quatro horas. Para a confecção dos cortes histológicos longitudinais com espessura de cinco milimicras, foi utilizado

um micrótomo de guias marca Leitz 1400. Aderidos os cortes em lâminas histológicas, foram submetidos à coloração em azul de toluidina e azul de Astra + safranina. A montagem das lâminas foi efetuada em Bálsamo-do-Canadá, permanecendo por três dias na estufa para a secagem do mesmo. A observação do material foi realizada em microscópio de campo claro marca Olympus Bx41, provido de sistema fotográfico Olympus PMC358.

3.5.2 Índice de florescimento

Durante o florescimento de galhos que haviam sido previamente marcados, em 24 de setembro do 2004, foram cortados todos os ramos novos que haviam surgido durante o verão/outono. Esses ramos, com e/ou sem flores, foram colocados em sacos plásticos, identificados e levados ao laboratório do departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS, onde, no mesmo dia, foram pesados e contadas as flores e botões florais presentes. Depois foi determinada a relação do número de flores /100 g de massa vegetal verde.

3.5.3 Produção de frutos

Os frutos foram colhidos nos dias 15, 16 e 17 de agosto de 2005, entre duas a três semanas antes da plena maturação, para evitar prováveis furtos, o que acarretaria distorção dos resultados de produção. Depois de colhidos, os frutos foram classificados em três categorias comerciais: primeira, cujo diâmetro equatorial foi superior a 65 mm; segunda, entre 57 e 65 mm e, terceira menor que 57 mm (Figura 4). Face ao escasso número de frutos de primeira, eles foram contabilizados junto com os frutos de segunda. Após a classificação, os frutos de cada categoria foram contados e pesados, permitindo que depois se determinasse também o número e a massa total de frutos produzidos por planta.



FIGURA 4. Classificação dos frutos de tangerineira ‘Montenegrina’ colhidos em 2005. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Antes da classificação, foi coletada uma amostra de 20 frutos de cada parcela, para análises de laboratório.

Inicialmente, foi determinada a cor da casca, através de uma escala de cores (R.H.S. Colour Chart) para citros, com variação do verde como nota ‘0’ ao amarelo intenso ‘25’. A seguir, foi feita a extração do suco com um espremedor elétrico rotatório e o volume do suco foi medido com proveta graduada. A massa de suco foi determinada pela diferença entre a massa total de cada amostra de frutos e a massa do bagaço. A porcentagem de suco foi determinada relacionando a massa de suco extraído com a massa de cada amostra de frutos. De imediato foi realizada a determinação da acidez total titulável (ATT), do teor de sólidos solúveis totais (SST), e relação SST/ATT.

A acidez total titulável (ATT) foi avaliada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,0851 N. Empregou-se uma amostra de 6 g, pesada em balança semi-analítica e diluída a 50 ml de água destilada, sob agitação constante até atingir pH 8,1. Utilizou-se um peagâmetro Digimed DM-20, provido de um termo-compensador.

O cálculo do teor de acidez foi feito através da seguinte fórmula

$$\% A = \frac{V * N * 0,064 * 100}{G}$$

sendo:

A = acidez total em gramas, % de ácido cítrico;

V = volume de NaOH gasto na titulação

N = normalidade da solução de NaOH;

0,064 = fator para expressar a acidez em ácido cítrico, em meq;

G = massa da amostra de 6 g;

O teor de SST foi obtido pingando-se 2 a 3 gotas de suco, retiradas da amostra homogeneizada, em um refratômetro de mão, modelo 2WAJ (Abbe Refractometer). A leitura realizada é expressa em porcentagem (°Brix) de sólidos solúveis totais no suco.

A relação SST/ATT foi obtida a partir da divisão das leituras de sólidos solúveis totais pela acidez total titulável.

3.6 Análise estatística

Todos os dados do experimento obtidos foram submetidos à análise de variância, segundo modelo de delineamento de blocos ao acaso com esquema

fatorial 3 x 4 com quatro repetições. Foi utilizado o F-teste, ao nível de 5% de probabilidade, para testar a significância das diferenças. No caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, também a 5% de probabilidade. Nos casos de significância para os efeitos das concentrações de AG₃, os resultados foram submetidos à análise de regressão. Quando conveniente, procedeu-se à transformação dos dados para raiz quadrada de $x + 1$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Número de flores emitidas por 100 gramas de massa verde de ramos

Os resultados da contagem de flores em 100 gramas de massa verde de ramos por planta, após três a cinco meses da aplicação dos tratamentos, correspondentes ao ano 2004 são apresentados na Tabela 1.

Não houve diferença significativa na interação de época e concentrações de AG₃. Também não houve diferença significativa entre as épocas de aplicação nem entre as concentrações de AG₃ sobre o número de flores.

Além disso, a observação dos dados permite verificar que não existiu tendência de efeito de raleio de flores, concordando com os resultados obtidos por Sartori (2005), em tangerineira 'Montenegrina' e com Gallash (1978) na Austrália, com laranjeira 'Valência', mas discordando com Moss & Bevington (1977), também na Austrália, com laranjeira Valência, que conseguiram inibir a floração com aplicações realizadas nos meses de abril e maio, prévias a uma floração excessiva.

Tabela 1. Número de flores emitidas por 100 gramas de massa verde em ramos de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Número de flores/100 g de ramos			
	Época de aplicação de AG ₃			
	Abril	Maio	Junho	Média
Testemunha	188,08	203,55	192,51	194,72 ^{ns}
20 mg.L ⁻¹ AG ₃	137,59	167,22	242,37	182,56
40 mg. L ⁻¹ AG ₃	219,38	197,83	148,47	188,56
60 mg. L ⁻¹ AG ₃	257,37	253,81	211,27	240,82
Média	200,61 ^{ns}	205,61	198,66	
CV	20,20%			

ns: não houve diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade..

A falta de resposta às aplicações do fitorregulador poderia ter sido motivada pela aplicação do AG₃ em momento inadequado, em que as gemas não se encontravam no período de máxima sensibilidade, entre a indução e a diferenciação floral. Isso teria respaldo nos trabalhos de Monselise & Halevy (1964) e García-Luis et al. (1986), os quais relatam que aplicações de AG₃ durante o período de indução e diferenciação floral, são capazes de deprimir consideravelmente o florescimento. Em trabalhos realizados por Sanches et al. (2001), em limoeiro 'Tahiti', só houve inibição floral com aplicações de AG₃ no início do mês de julho, época que deve ter coincidido com o momento da indução floral.

4.2 Diferenciação anatômica de gemas florais

4.2.1 Diferenciação anatômica de gemas em 2004

Nas observações microscópicas feitas em gemas coletadas quinzenalmente desde 30 de abril até 15 de junho de 2004, datas coincidentes com a primeira e última pulverização de AG₃, não foi constatado nenhum indicio de diferenciação floral, pois todas as gemas conservaram o formato cônico característico de gemas vegetativas (Schneider, 1968), como pode ser observado na Figura 5. Assim sendo, a falta de dados não permitiu avaliar se houve efeitos de AG₃ sobre a diferenciação floral de gemas.

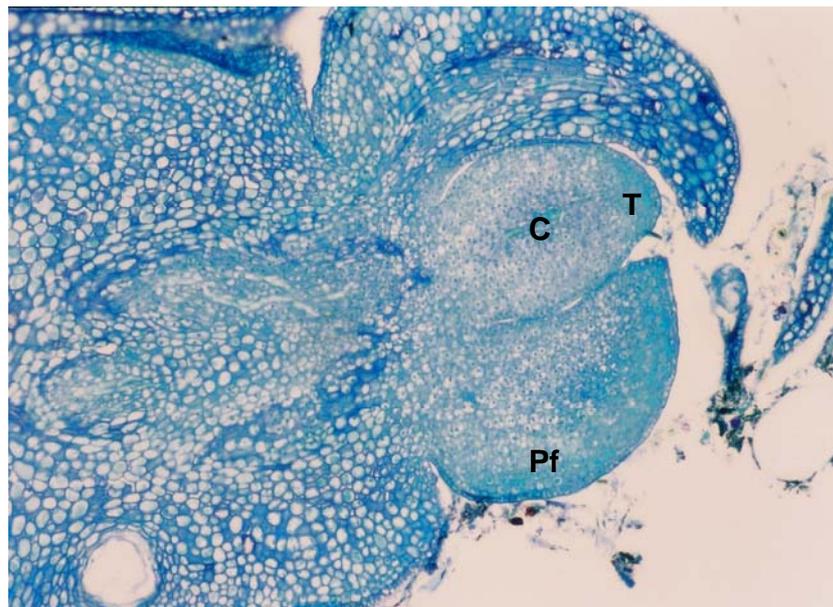


FIGURA 5. Fotomicrografia de gema vegetativa de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). C=corpus; Pf=primórdio foliar; T= túnica.

A ausência de gemas florais permite deduzir, que o estágio de diferenciação floral ainda não tinha acontecido nas ocasiões da aplicação de AG₃. A avaliação do número de flores realizada por ocasião do florescimento, no mês de setembro do mesmo ano (Tabela 1), confirma essa possibilidade, uma vez que não existiram diferenças significativas entre os tratamentos, o que evidencia que as aplicações

de AG₃ não inibiram a diferenciação floral ou não foram realizadas no momento de sensibilidade da planta, entre a indução e a diferenciação floral.

No ano de 2004, as árvores encontravam-se em plena floração ao final de setembro e início de outubro, considerando que o intervalo de tempo entre o momento da diferenciação floral (emissão de sépalas) e a plena floração é de aproximadamente dois meses (Tadeo et al., 2003), e entre a indução floral e a diferenciação, de duas a três semanas (Ayalon & Monselise, 1959, citados por Pereira et al. 2003). A indução floral deve ter acontecido no início ou metade do mês de julho, provavelmente foi por isso que as aplicações de AG₃ não exerceram efeito de inibição da indução floral, pois as aplicações devem ter sido feitas antes do momento oportuno.

4.2.2 Diferenciação anatômica de gemas em 2005

No ano 2005, as coletas de gemas foram realizadas quinzenalmente desde 30 de abril e prolongaram-se até 30 de agosto.

Também neste ano, as gemas coletadas nas parcelas experimentais não apresentaram desenvolvimento de estruturas florais, apesar de a coleta ter sido feita além do mês de julho, ocasião em que provavelmente deveria ter ocorrido a indução.

A total ausência de gemas florais pode ser atribuída à grande carga de frutos das plantas, resultante da abundante florada na primavera de 2004, visto que, como já foi comentado anteriormente, as aplicações de AG₃ em 2004 não exerceram raleio de flores nem de frutos. Então, as plantas que estavam sobrecarregadas, provavelmente não tiveram reservas suficientes para brotar no verão e, se assim foi, não houve ramos aptos para emitir flores na primavera de 2005 (Guardiola et al. 1982). Além disso, os frutos em plantas em alternância

modificam o balanço hormonal, visto que a síntese de ácido giberélico que ocorre nos frutos e sementes em desenvolvimento (Talón, 1996), inibe a formação de flores.

A ausência de formação de flores, portanto deve ter sido consequência do ciclo alternante, que não se conseguiu superar com a aplicação de AG₃.

A previsão de que poderia não haver diferenciação de gemas florais nas plantas das parcelas experimentais, motivou a coleta de gemas de outras árvores fora do experimento, no mesmo pomar, também alternantes, que estavam sem frutos e que na próxima primavera de 2005 entrariam em ano de floração excessiva. As coletas quinzenais foram realizadas a partir do 15 de junho até 30 de agosto. Em cada amostragem foram coletados ramos de cinco árvores, cujas gemas foram submetidas ao estudo anatômico, encontrando-se as primeiras gemas diferenciadas, com emissão de sépalas (Schneider, 1968), a partir da terceira semana do mês de julho (Figura 6).

O número de gemas florais diferenciadas aumentou nas coletas seguintes, atingindo sua maior porcentagem na terceira semana do mês de agosto (Tabela 2). Com base nesses dados e no tempo de duas a três semanas que decorre entre a indução e a diferenciação floral, poder-se-ia estabelecer que em 2005, a época da diferenciação floral ocorreu entre a segunda e terceira semana do mês de agosto, e a indução floral duas a três semanas antes, aproximadamente terceira a quarta semana de julho.

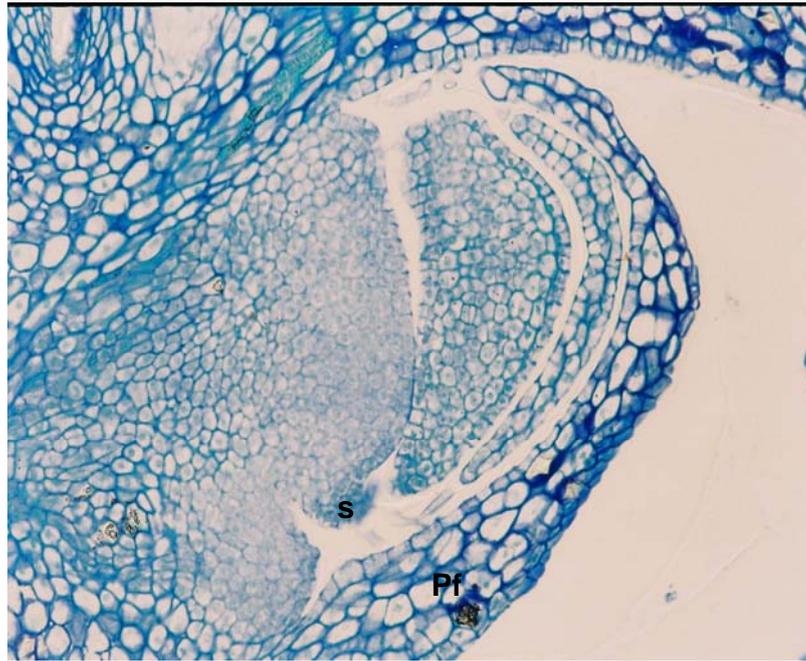


FIGURA 6. Fotomicrografia de seção longitudinal de gema floral de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Pf = primórdio foliar; s = sépalas.

Por sua vez, em 2004 a indução floral deve ter ocorrido na primeira semana de julho, uma a duas semanas antes que em 2005, resultado coincidente com Iqbal & Karacali (2004) em tangerineira Satsuma, na qual, a diferenciação floral aconteceu duas semanas antes em 1998 do que em 1997.

TABELA 2. Porcentagem de gemas vegetativas (GV) e gemas diferenciadas (GD) de árvores alternantes de tangerineira 'Montenegrina'. Estação Experimental Agrônômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Gemas	% Gemas vegetativas e diferenciadas					
	Datas de coleta					
	15/06	30/06	15/07	30/07	15/08	30/08
Gemas diferenciadas	0	0	2	14	36	30
Gemas vegetativas	100	100	98	86	64	70

Num trabalho realizado por Pereira et al. (2003) em laranja Pêra [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], acompanhando variações anatômicas nos meristemas apicais, conseguiram determinar que a época da indução floral ocorreu aproximadamente na última semana de junho em 1993 e no início do mês de julho no ano 1994, resultados obtidos sob as condições climáticas de Minas Gerais.

Pode-se dizer então que as aplicações de ácido giberélico deveriam ser feitas na terceira e quarta semana do mês de julho, momento crítico e de resposta máxima para aplicações de ácido giberélico. Em pulverizações posteriores, a eficiência do AG₃ diminui, sendo só possível recuperá-la aumentando a concentração do fitorregulador (Agustí & Almela, 1991; Castro, 2001), mas antes que a diferenciação floral aconteça, porque aplicações de AG₃ não podem reverter esse processo (Agustí et al., 1996).

4.3 Produção de frutos

4.3.1 Número de frutos produzidos por planta

O número total de frutos produzidos pelas plantas submetidas aos tratamentos com aplicação de AG₃ e sua interação com as épocas de aplicação não diferiu significativamente dos tratamentos testemunha (Tabela 3).

Igualmente não foram constatadas diferenças significativas entre concentrações de AG₃ em relação às diversas categorias de frutos produzidas (Tabela 4).

Quanto ao efeito de épocas de aplicação de AG₃ somente houve efeito significativo sobre a produção de frutas de primeira + segunda categoria, cuja produção na aplicação de AG₃ em maio foi maior do que na de junho.

. Voltando à Tabela 3, verifica-se que embora não tivesse havido diferença significativa, a produção total de frutos em maio também foi mais elevada do que

em junho. Isso poderia significar que aplicado em junho o AG₃ pode ter exercido pequeno efeito de redução na produção de frutos, que teria acontecido nas concentrações de 20 e 60 mg.L⁻¹, mas não na concentração de 40 mg.L⁻¹ de AG₃. Isso entretanto, não seria um comportamento lógico. Além disso, essa inibição de frutificação em junho também não corresponde à diminuição do florescimento (Tabela 1), se bem que a fixação de frutos nem sempre se correlaciona com o índice de florescimento (Agustí, 2000; Goldschmidt & Golomb, 1982)

Tabela 3.- Número de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) em decorrência de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica-UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Número total de frutos/planta			
	Época de aplicação de AG ₃			
	Abril	Maio	Junho	Média
Testemunha	726,37	672,50	696,62	698,50 ns
20 mg.L ⁻¹ AG ₃	704,00	853,12	596,87	718,00
40 mg. L ⁻¹ AG ₃	676,12	631,00	687,75	664,96
60 mg. L ⁻¹ AG ₃	747,00	778,12	690,75	738,63
Média	713,38 ns	733,69	668,00	
CV	14,50%			

ns: não houve diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade.

Por sua vez, a produção de frutos de primeira + segunda categoria (Tabela 3) também foi maior na testemunha, levando a crer que o efeito da aplicação de AG₃ em maio, sobre o aumento dessa categoria de frutos deve ter sido casual.

O elevado número de frutos de terceira, é conseqüência da excessiva competição entre eles por nutrientes, com o conseguinte esgotamento da planta.

Além do mais, o tamanho dos frutos está inversamente relacionado ao número de frutos colhidos por árvore (Marodin, 1986; Schwarz et al., 1992).

Tabela 4. Influência de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃ sobre o número de frutos de primeira + segunda e de terceira categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Número de frutos de primeira + segunda e de terceira categoria produzidos							
	Época de aplicação							
	Abril		Maio		Junho		Média	
	1 ^a + 2 ^a *	3 ^a *	1 ^a + 2 ^a *	3 ^a *	1 ^a + 2 ^a *	3 ^a *	1 ^a + 2 ^a *	3 ^a *
Testemunha	139,37	587,00	166,37	496,50	135,62	561,00	147,13 ns	548,17 ns
20 mg.L ⁻¹ AG ₃	138,25	598,12	200,25	652,87	108,75	488,12	149,08	579,71
40 mg.L ⁻¹ AG ₃	147,50	528,62	181,75	449,25	134,87	552,87	154,71	510,25
60 mg.L ⁻¹ AG ₃	157,75	589,25	178,62	599,50	135,25	555,37	157,21	581,38
Média	145,72 AB	575,75 ns	181,75 A	549,63	128,63 B	539,34		
C.V. 1 ^a + 2 ^a					13,19 %			
C.V. 3 ^a					16,09 %			

Médias seguidas por letras maiúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. *Dados transformados para raiz de $x + 1$.

Os resultados obtidos, corroboram que a aplicação de AG₃, não inibiu a floração nem a frutificação da tangerineira 'Montenegrina', e por conseguinte não foi útil para quebrar a alternância de produção.

4.3.2 Massa dos frutos produzidos por planta.

Os dados apresentados na Tabela 5 evidenciam que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Mantêm-se a relação direta entre número de frutos produzidos (Tabela 3) e a massa dos mesmos.

Da mesma forma como ocorreu com o número de frutos produzidos, verifica-se na Tabela 5, que na época de aplicação de AG₃ em maio, houve diferença

estatística em relação a junho, que pode ser atribuída à relação que tem com o número de frutos, comentado anteriormente.

Tabela 5. Massa total (kg) dos frutos produzidos por tangerineira ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore) em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Massa total (kg) de frutos produzidos			
	Época de Aplicação de AG ₃			
	Abril	Mai	Junho	Média
Testemunha	41,35ns	39,16	39,14	39,62ns
20 mg.L-1 AG ₃	40,16	49,79	34,29	41,41
40 mg.L-1 AG ₃	39,43	39,53	39,92	39,62
20 mg.L-1 AG ₃	44,03	46,93	40,42	43,79
Média	41,24ns	43,85	38,44	
CV*	13,34%			

ns: não houve diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade.

Cabe salientar que a aplicação de AG₃ não proporcionou efeito positivo na diminuição da massa de frutos de terceira e também no aumento de frutos de primeira + segunda categoria. O que indica mais uma vez, que os frutos não tiveram condições melhores de nutrição com as aplicações de AG₃ nas épocas testadas.

Além disso, efeitos sobre o tamanho dos frutos são conseguidos quando as aplicações de AG₃ são feitas após o florescimento, nas fases I e II de crescimento dos frutos, conforme conclusões de Agustí & Almela (1991), sendo que nas variedades que produzem frutos com sementes como a ‘Montenegrina’, geralmente o suprimento de AG₃ sintetizado nas sementes não é um fator limitante (Agustí, 2000).

Tabela 6. Massa (kg) de frutos de primeira + segunda e terceira categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamentos	Massa (kg) de frutos de primeira, segunda e terceira categoria							
	Época de aplicação							
	Abril		Maio		Junho		Média	
	1a + 2a*	3a*	1a + 2a*	3a*	1a + 2a*	3a*	1a + 2a*	3a*
Testemunha	12,44	28,90	16,50	22,65	12,64	26,50	13,86	26,02 ns
20 mg.L ⁻¹ AG ₃	13,01	27,14	18,69	31,09	9,92	21,87	13,88	26,70
40 mg.L ⁻¹ AG ₃	13,62	25,80	16,97	22,56	12,34	27,57	14,31	25,31
60 mg.L ⁻¹ AG ₃	15,07	28,96	16,65	30,27	12,49	27,93	14,74	29,05
Média	13,54 AB	27,70 ns	17,20 A	26,64	11,84 B	25,97		
C.V. 1a+2a					12,97%			
C.V. 3a					17,07%			

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. *Dados transformados para raiz de x + 1.

4.4 Análise qualitativa dos frutos

As características químicas dos frutos avaliadas são o resultado da aplicação de AG₃ realizada entre os meses de abril e junho do ano 2005.

A análise de variância não revelou interação significativa entre as concentrações e épocas de aplicação de AG₃ para sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e porcentagem de suco.

As concentrações de AG₃ não exerceram qualquer efeito significativo sobre acidez total titulável (Tabela 7). Esse resultado coincide com os obtidos por Marur et al. (1999) e Casagrande et al. (1999) em laranjeira 'Valência'.

Para o efeito das concentrações de AG₃, só existiu diferença significativa para SST e relação SST/ATT (Tabela 7), cujos resultados também foram submetidos à análise de regressão.

Tabela 7. Teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e porcentagem de suco em frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) em função de quatro doses e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Tratamento	Análise Química			
	SST	ATT	SST/ATT	% Suco
Testemunha	7,8 b	1,0 ns	7,9 b	48,8 ns
20 mg.L ⁻¹ AG ₃	8,4 a	1,0	8,1 ab	49,3
40 mg. L ⁻¹ AG ₃	8,2 ab	0,9	8,6 a	49,3
60 mg. L ⁻¹ AG ₃	8,4 a	1,0	8,3 ab	50,5
CV	5%	6,33%	8,15%	4,6%

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para SST, embora o coeficiente R² tenha sido relativamente baixo, verificou-se um aumento linear com o incremento das concentrações de AG₃ (Figura 7). Essa resposta difere dos resultados obtidos em trabalhos de Fidelibus & Davies (2002) com laranja 'Hamlin', e Marur et al. (1999) com tangerineira 'Ponkan' e 'Montenegrina', nos quais, aplicações de AG₃ diminuíram o teor de SST.

Não é conhecido como o AG₃ poderia reduzir ou aumentar o teor de SST, mas é conhecida a ação do ácido giberélico de aumentar a capacidade de translocação de nutrientes das folhas para os frutos como consequência da maior concentração de giberelinas e citocininas nas etapas iniciais de desenvolvimento dos frutos (Agustí et al. 1996), resposta semelhante poderia estar acontecendo em frutos mais desenvolvidos através da aplicação exógena de AG₃, como aconteceu nesta pesquisa, em que o ácido giberélico, em 2005, foi aplicado na época de maturação dos frutos.

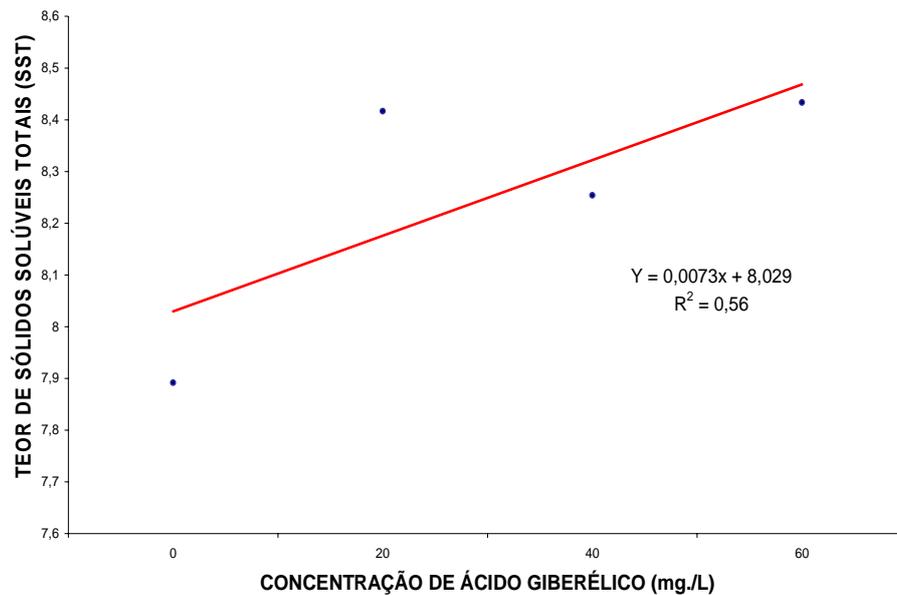


FIGURA 7. Teor de sólidos solúveis totais (SST) de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' submetidas à aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Para a relação SST/ATT, a análise de regressão, também com coeficiente de determinação (R^2) relativamente baixo, mostrou um incremento linear em relação ao aumento na concentração de AG₃ (Figura 8), mostrando tendência semelhante à do teor de SST, desde que os valores de acidez total titulável (ATT) para todos os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas.

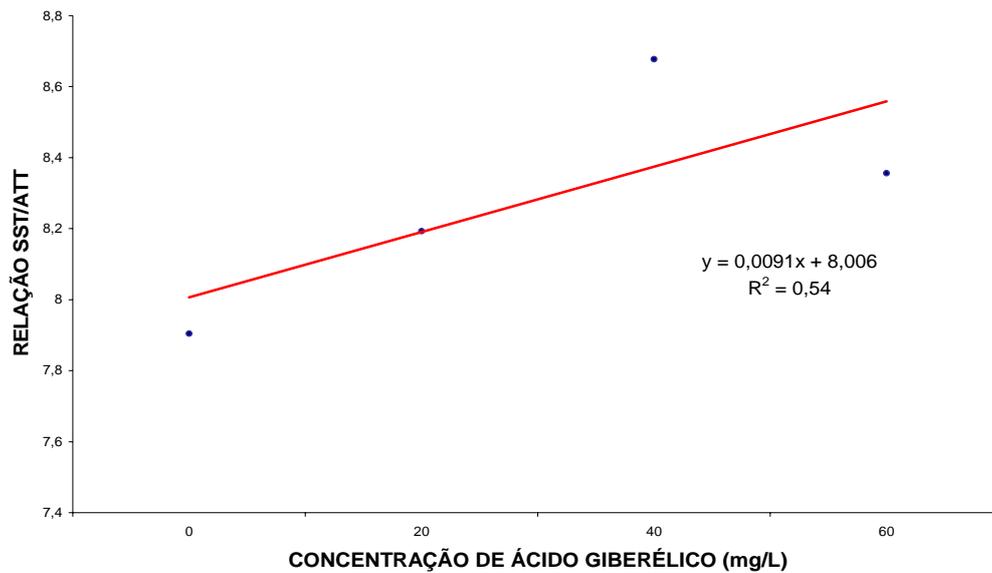


FIGURA 8. Relação SST/ATT em frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina', submetidos a diferentes concentrações de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Os baixos valores encontrados na relação SST/ATT, ligeiramente superiores e inferiores ao mínimo exigido pelo mercado para consumo *in natura* de frutos cítricos (Volpe, 2002), foi devido aos teores relativamente altos de ATT, sendo que isso aconteceu porque os frutos foram colhidos antes deles terem atingido a completa maturação. Essa antecipação da colheita entretanto, foi necessária para evitar que a coleta de resultados fosse prejudicada devido à possibilidade de ocorrerem furtos de frutos que acontecem na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

Para porcentagem de suco também não houve qualquer efeito de época de aplicação e de concentrações de AG₃. Entretanto, existem trabalhos como os de Fidelibus & Davies (1992), que observaram que aplicações de AG₃ aumentaram o teor de suco em laranjas, sendo ainda desconhecida a maneira de ação do AG₃, somente a hipótese de que o AG₃ altera as propriedades físicas do fruto,

fortalecendo a casca, assim, a extração mecânica do suco é otimizada, aumentando o rendimento sem que a casca colapse durante o processo.

4.4.1 Coloração do fruto

Os tratamentos com AG₃ não produziram efeito sobre a coloração do fruto (Tabela 8). Não foi registrada interação significativa entre concentração e épocas de aplicação de AG₃, nem houve diferenças significativas entre as médias das épocas de aplicação. Contudo, ocorreram diferenças significativas entre as médias das concentrações, encontrando que a testemunha foi estatisticamente diferente aos tratamentos com concentrações de 20 e 60 mgL⁻¹ de AG₃, mas não com a concentração de 40 mg.L⁻¹ de AG₃.

Na análise de regressão, encontrou-se significância só na regressão linear, verificando-se uma diminuição linear da coloração da casca dos frutos, com o incremento da concentração de AG₃ (Figura 9).

Tabela 8.- Cor da casca dos frutos produzidos por tangerineira ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore) submetidas à aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005 (escala: 0-25)

Tratamentos	Cor da casca (Escala: 0 – 25)			
	Época de Aplicação de AG ₃			
	Abril	Maio	Junho	Média
Testemunha	19,75 ns	17,75	20,00	19,16 a
20 mg L ⁻¹ AG ₃	14,12	16,00	13,75	14,62 b
40 mg. L ⁻¹ AG ₃	16,50	19,12	13,37	16,33 ab
60 mg. L ⁻¹ AG ₃	16,37	13,50	15,75	15,20 b
Média	16,68 ns	16,59	15,72	
CV	10,59 %			

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

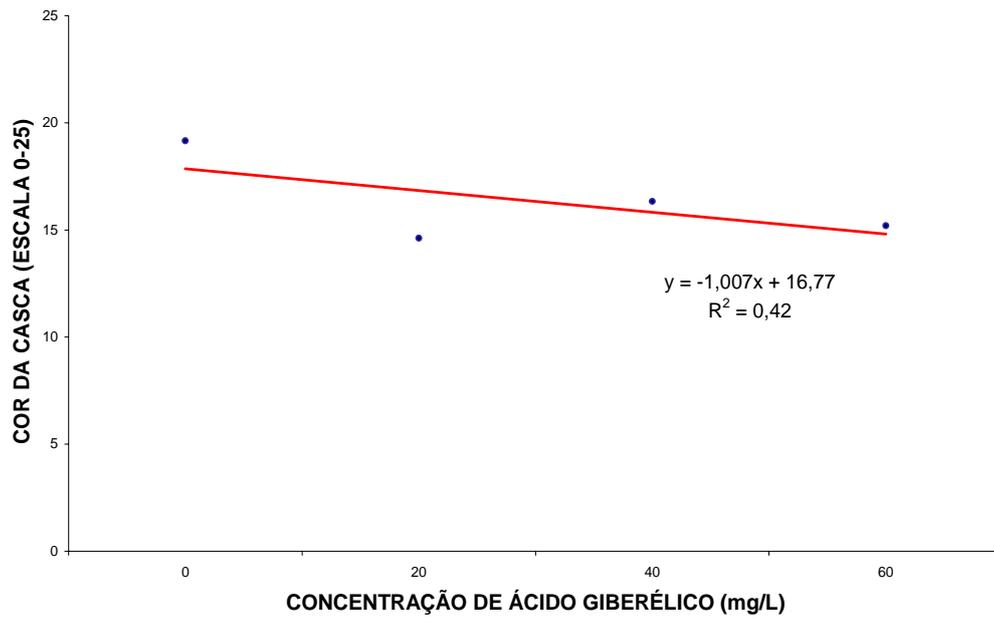


FIGURA 9. Influência das concentrações de AG₃ sobre a coloração da casca de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina'. Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

A menor coloração alaranjada dos frutos tratados com AG₃ foi observada em grande número de pesquisas, entre as quais as de Barros & Rodrigues (1992) e Marur et al. (1999), ambas em lima ácida 'Tahiti'. Isso acontece porque o AG₃ inibe a ação das clorofilases, mantendo o nível de clorofila por mais tempo no fruto, sem afetar o nível de açúcar nem a maturação interna (Iglesias et al., 2001).

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizada esta pesquisa, foi possível concluir que:

- Nas épocas e nas concentrações de ácido giberélico aplicado, não se consegue inibir a diferenciação floral nem controlar a alternância de produção de tangerineira 'Montenegrina'.
- A indução da diferenciação floral se verifica no mês de julho, provavelmente entre a segunda e terceira semana.
- A cor verde dos frutos se torna mais persistente, na medida em que se aumenta a concentração de ácido giberélico de 0 a 60 mg.L⁻¹, em pulverizações feitas na fase de pré-maturação.
- O teor de sólidos solúveis totais dos frutos e a relação sólidos solúveis totais/acidez titulável total aumentam linearmente com o incremento da concentração de ácido giberélico de 0 a 60 mg.L⁻¹, em pulverizações feitas na pré-maturação.
- Aplicações de ácido giberélico na fase de pré-maturação não alteram a porcentagem de suco nem a acidez titulável total dos frutos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da existência de diversas referências de que o AG₃ aplicado por ocasião da indução floral, inibe a diferenciação floral, na presente pesquisa não houve uma resposta que confirme esta ação do AG₃, isto provavelmente aconteceu por acreditar-se que a indução floral nas tangerineiras 'Montenegrina' ocorria durante os meses de outono e início de inverno. Portanto, torna-se conveniente que novos estudos sejam realizados, testando épocas e concentrações de aplicação próximas a meados do mês de julho, período em que deve ocorrer a indução floral, conforme observações feitas nesta pesquisa.

Além disso, o diferente grau de alternância apresentado pelas plantas dentro de um mesmo pomar, dificulta a decisão de quais plantas pulverizar, ou não, com AG₃, visto que algumas delas terão necessidade de raleio de frutos por excesso de carga e em outras menos carregadas ou sem frutos a aplicação pode ser supérflua ou prejudicial. Nesta situação os citricultores e/ou operadores da aplicação de AG₃ devem ter muita experiência e decisão rápida para escolherem as plantas que devem ser pulverizadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores em citricultura**. Barcelona: Editorial Aedos, 1991. 261p.

AGUSTÍ, M. et al. **Desarrollo y tamaño final del fruto en los agrios**. Valencia: Generalitat Valenciana, 1996. 80p.

ALBRIGO, L.G. **Induction and flowering processes**: Florida perspective. Citrus flowering and fruiting. Short Course & Workshop proceedings, Florida, 1997. Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/> Acesso em:15 junho de 2005

AMARO, A.A.; CASER, D.V. Diversidade do mercado de tangerinas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 12, 2003.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2005. 136p.

BARROS, S. A. de; RODRIGUES, J.D. Efeito do ácido giberélico (GA_3 e GA_{4+7}) no controle da floração de primavera da limeira ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n. 3, p. 137-140, 1992.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agronômica da UFRGS**. Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS, 1990. 96 p.

BERHOW, M.A. Effect of early plant growth regulator treatments on flavonoid levels in grapefruit. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 30, p. 225-232, 2000.

BERNIER, G. et al. Physiological signal that induce flowering. **The Plant Cell**, Netherland, v. 5, p. 1147-1155, 1993.

CASTRO, P.R.C. de. Biorreguladores em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 2, p. 351-366, 2001.

CASAGRANDE JR, J.G.; FACCHINELLO, J.C.; FARIA, J.L.C. O pH da calda de aplicação e a absorção de ácido giberélico por frutos de laranja cv. 'Valência'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, 1999.

COGGINS, C.W.; HIELD, H.Z. Plant growth regulators. In.:REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Eds). **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1968. v. 2, p. 371 – 386.

CORBESIER, L. et al. Giberellins and the floral transition in *Sinapsis alba*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 122, n. 1, p. 152, 2004.

DAVENPORT, T.L. **Flowering of 'Tahiti' lime**. Citrus flowering, fruit set and development. Short Course & Workshop proceedings, Florida, 1986. Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/>. Acesso em: 15 junho de 2005

DAVENPORT, T.L. Citrus Flowering. **Horticultural Review**, New York, v. 12, p. 349-408, 1990.

DAVENPORT, T.L.; PEARCE, D.W.; ROOD, S.B. Correlation of endogenous gibberellic acid with initiation of mango shoot growth. **Journal of Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 19, p. 445-452, 2000.

DAVIES, F.S. **An overview of climatic effects on citrus flowering and fruits quality in various parts of the world**. Citrus flowering and fruiting . Short Course & Workshop proceedings, Florida, 1997. Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/>. Acesso em: 15 junho de 2005

DENNIS, F.G. Gibberellins-like substances in apple seeds and fruit fresh. **Journal American Society Horticultural Science**, Ashford, v. 101, p. 629-663, 1976.

DOMINGUES, M.C.S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J.D. Reguladores vegetais e o desbaste químico de frutos de tangor Murcote. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 487-490, 2001.

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

EL-HAMMADY, A.M. The effect of GA₃ on flowering percentage, yield and fruit quality of 'Balady' mandarin. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 35, n. 2, p. 919-929, 1990.

EL-OTMANI, M.; BAREK, A.A.; COGGINS JR., C.W. GA₃ and 2-4-D prolong on tree storage of citrus in Morocco. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 44, p. 241-249, 1990.

ERICKSON, L.G. The general physiology of citrus. In.:REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Eds). **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1968. v. 2, p. 86-122.

FIDELIBUS, M.W.; DAVIES, F.S. Gibberellic acid application timing affects fruit quality of processing oranges. **HortScience**, Gainesville, v. 37, n. 2, p. 353 – 357, 2002.

FIGUEIREDO, J.O. de. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUES, O. et al. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991, v. 1. p. 228 – 264.

GALLASH, P.T. Control of alternate cropping of Valencia orange with ethephon and naphthalene acetic acid. **Australian Journal of Agricultural and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 18, p. 152-157, 1978.

GARCÍA-LUIS, A.; ALMELA, V.; MONERRI, C. Inhibition of flowering in vivo by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 66, p. 515-520, 1986.

GARCÍA-LUIS, A. et al. Low temperature influence on flowering in Citrus. The separation of inductive and bud dormancy releasing effects. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 86, p. 648 – 652. 1992.

GARCÍA-PALLAS, I.; VAL, J.; BLANCO, A. The inhibition of flower bud differentiation in 'Crimson Gold' nectarine with GA₃ as an alternative to hand thinning. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, p. 265-278, 2001.

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

GOLDSCHMIDT, E.E. **Basic and practical aspects of citrus trees carbohydrate economy**. Citrus Flowering & Fruiting. Short Course & Workshop proceedings, Florida, 1997.

Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/>. Acesso em: 15 junho de 2005

GOLDSCHMIDT, E.E.; TAMIM, M.; GOREN, R. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees: a critical analysis. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 463, p. 201-216, 1998.

GUARDIOLA, J.L.; MONERRI, C.; AGUSTÍ, M. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in citrus. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 55, p. 136-142, 1982.

GUARDIOLA, J.L. Utilização de reguladores de crescimento em citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p. 155-177, 1994.

GUARDIOLA, J.L. **Overview of flower bud induction, flowering and fruit set**. Citrus Flowering & Fruiting. Short Course & Workshop proceedings, Florida, 1997. Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/>. Acesso em: 15 junho de 2005

GUARDIOLA, J.L.; GARCÍA-LUIS, A. Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 31, p. 121-132, 2000.

HIELD, H.Z.; HILGERMAN, R.H. Alternate bearing and chemical fruit thinning of certain citrus varieties. **Proceedings International Society of Citriculture**, Riverside, v. 3, p. 1145 – 1153, 1969.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; LEGAZ, F. In vivo sucrose stimulation of colour change in citrus fruit epicarps: Interactions between nutritional and hormonal signals. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 112, p. 244-250, 2001.

IQBAL, N.; KARACALI, I. Flowering and fruitset behavior of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc) as influenced by environment. **Pakistan Journal of Biological Science**, Murree, v. 7, n. 11, p. 1832-1836, 2004.

KING, R.W.; BEN-TAL, Y. A florigen effect of sucrose in *Fuchsia hybrida* is blocked by gibberellin-induced assimilate competition. **Plant Physiology**, Rockville, v.125, p. 448-496, 2001.

KOLLER, O. C.; SOBRINHO, F.; SCHWARZ, S.F. Frutificação precoce de laranjeiras 'Monte Parnaso' com anelagem e pulverizações de ácido giberélico e óleo mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 63-68, 1999.

KOLLER, O.C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rígel, 1994. 446 p.

KONDOH, M. et al. Flowering may be controlled by a quantitative balance between flower inducing and inhibiting substances in *Pharbitis nil*. **Plant Growth Regulation**, Netherland, v. 28, p. 101–106, 1999.

KOSHITA, Y. et al. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.), **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, 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**, Amsterdam, v. 99, p. 301-307, 2004.

KREZDORN, A.H. **Flowering and fruit set of citrus**. Citrus Flowering, Fruit set & Development. Short Course & Workshop proceedings. Florida, 1986. Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/>. Acesso em: 15 junho de 2005.

LORD, E.M.; ECKARD, K.J. Shoot development in *Citrus sinensis* (Washington navel orange). Alteration of development of GA₃ treatment. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 148, p. 17-22, 1987.

LOVATT, C.J. Timing citrus and avocado foliar nutrient applications to increase fruit set and size. **HortTechnology**, California, v. 9, n. 4, p. 607-612, 1999.

MARCELLE, R. The flowering process and its control on fruit trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 149, p. 65-69, 1984.

MARODIN, G.A.B. **Raleio químico e manual de frutinhas em tangerineira (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina**. 1986. 124f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

MARTINEZ-ZAPATER, J.M.; SALINAS, J. La transición floral. In: AZCON-BIETO, J.; TALÓN, M. **Fisiología y bioquímica vegetal**. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España, 1996. p. 435-446.

MARUR, C.J. et al. Ácido Giberélico (GA_3) e maturação de frutos das tangerinas 'mexerica montenegrina' e 'poncã'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, 1999.

McARTNEY, S.J. Exogenous gibberellin affects biennial bearing and the fruit shape of 'Braeburn' apple. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v. 22, p. 343-346, 1994.

MEILAN, R. Flower induction in woody angiosperms. **New Forest**, Netherland, v. 14, p. 179-202, 1997.

MIOZZO, A.K. et al. Efeito da poda de ramos e do raleio manual de frutos sobre a produção de tangerineiras 'Montenegrina'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 59-63, 1992.

MONSELISE, S.P.; HALEVY, A. H. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. **Proceedings American Society Horticulturæ Science**, Alexandria, v. 84, p. 141-146, 1964.

MONSELISE, S.P.; GOLDSCHMIDT, E.E. Alternate bearing in fruit trees: a review. **Horticultural Reviews**, Amsterdam, v. 4, p. 128 – 173, 1982.

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

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

MOSS, G.J.; BEVINGTON, K.B. The use of gibberellic acid to control alternate cropping of Late Valencia sweet orange. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 28, n. 6, p. 1041-1054, 1977.

NATH, J.C.; BARUAH, K. Regulation of flowering time, plant growth and yield in Assam lemon (*Citrus limon*) with the help of pruning and growth regulators. **Indian Journal of Agricultural Science**, Kahikuchi, v. 69, n. 4, p. 292-294, 1998.

NÚÑEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T.L. Gibberellin and temperature affects on dormancy release and shoot morphogenesis of mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturæ**, Amsterdam, v. 77, p. 11-21, 1998.

OKUDA, H. et al. Relationship between floral evocation and bud dormancy in Satsuma mandarin. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, p. 213 – 219, 2004.

PANZENHAGEN, N.V. et al. Efeito da poda de ramos e raleio de frutos sobre a produção de tangerineiras ‘Montenegrina’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n.1, p. 35-39, 1991.

PANZENHAGEN, N.V. **Fontes e níveis de adubação em pomar novo de tangerineiras ‘Montenegrina’ (Citrus deliciosa Tenore)**. 1996. 93f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

PEREIRA, I.A.M.; PINTO, J.E.B.; DAVIDE, L.C. Época da indução e evocação em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 857-862, 2003.

PILLITTERI, L.J.; LOVATT, C.; WALLING, L.L. Isolations and characterization of a terminal flower homolog and its correlation with juvenility in citrus. **Plant Physiology**, Rockville, v. 135, p. 1540-1551, 2004.

RODRIGUES, L.R. et al. Raleio manual de frutos em tangerineiras ‘Montenegrina’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.8, 1998.

ROSSOUW, T. ; ROBBERTSE, P.J. Effect of gibberellic acid treatments on flower development of avocado. **South African Avocado Growers’ Association Yearbook**, South African, v. 24, p. 1-4, 2001.

SALAZAR-GARCÍA, S.; LOVATT, C. Use of GA₃ to manipulate flowering and yield of ‘Hass’ avocado. **Journal American Society Horticulturae Science**, Ashford, v. 125, n. 1, p. 25-30, 2000.

SANCHEZ, F.R.; LEITE, I.C.; CASTRO P.R.C. Efeito do ácido giberélico (AG₃) na floração e produção de lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, n. 3, 2001.

SANTOS, C.H. et al. Indução do florescimento e crescimento de tangerineira ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco) em função da irrigação e da aplicação de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 8-12, 2004.

SARTORI, I.A. **Poda, raleio de frutos e uso de fitorreguladores em tangerineiras (Citrus deliciosa Tenore) cv. Montenegrina**. 2005. 99f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SCHWARZ, S.F. **Influência do raleio manual de frutinhas sobre a produção de tangerineira ‘Montenegrina’ (Citrus deliciosa Tenore)**. 1989. 106f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

SCHWARZ, S.F.; KOLLER, O.C.; NIENOW, A.H. Intensidades e épocas de raleio manual em tangerineiras 'Montenegrina'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 8, p. 1161-1165, 1992.

SCHNEIDER, H. 1968. The anatomy of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Eds). **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1968. v.2. p. 1-85.

SIQUEIRA, D.L. de; GUARDIOLA, J.L.; ESPOSTI, M.D. Florescimento de tangerineiras Satsuma 'Owari' tratadas com paclobutrazol, anelamento do caule e baixa temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 406-409, 2004.

SNOWBALL, A.M. et al. Phase-change in citrus – the effects of main stem node number branch habit and paclobutrazol application on flowering in citrus seedlings. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 69, p. 149-260, 1994.

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

SOUZA, P.V.D. **Efeito de concentrações de etefón e pressões de pulverização foliar no raleio de frutinhos em tangerineiras (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina**. 1990. 139f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

SOUZA, P.V.D. et al. Influência de concentrações de etefon e pressões de pulverização foliar sobre a produção de frutos e o teor de substâncias de reserva em tangerineiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 613-619, 1993.

SPÓSITO, M.B.; CASTRO, P.R.C.; AGUSTÍ, M. Alternância de produção em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n.1, p. 93-112, 2001.

TADEO, F.R. et al. **Histología y citología de los cítricos**. Valencia: Generalitat Valenciana, 2003, 99p.

TALÓN, M. Giberelinas. In: AZCON_BIETO, J.; TALON, M. **Fisiología y bioquímica vegetal**. Madrid: Mc Graw-Hill-Interamericana de España, 1996. p. 301-308.

TU, Y. **Endogenous gibberellins in developing apple seeds in relation to biennial bearing**. Indiana, Purdue University. 2000. 90f. (Master of Science) - Purdue University, Indiana, 2000.

VOLPE, C.A. et al. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas 'Valência' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441, 2002.

VOLZ, R..K.; KNIGHT, J.N. The use of growth regulators to increase precocity in apple trees. **Journal Horticultural Science**, Ashford, v. 61, n.2, p. 181-189, 1986.

WHEATON, T. A. **Alternate bearing**. Citrus flowering, fruit set and development. Short Course & Workshop proceedings, Florida, 1986.

Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/>. Acesso em: 15 junho de 2005

WHEATON, T. A. **Alternate bearing of citrus in Florida**. Citrus Flowering and Fruiting. Short course & Workshop proceedings, Florida, 1997.

Disponível em <www.fcprac.ifas.ufl.edu/>. Acesso em: 15 junho de 2005

8. APÊNDICES

APÊNDICE 2- Resumo da análise de variância para número de flores emitidas por 100 gramas de massa verde vegetal de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado, RS. 2005.

Causa de Variação	Número flores/100 g de massa vegetal ⁺		
	GL	QM	Valor F
Bloco	3	81,466	10,47 *
Época	2	0,421	0,05
Dose	3	11,745	1,51
Época x Dose	6	6,405	0,82

CV (%) 20,2

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade. ⁺ Dados transformados para raiz de x+1.

APÊNDICE 3- Resumo da análise de variância para número de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em decorrência de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005.

Causa de Variação	Número total de frutos por planta ⁺		
	GL	QM	Valor F
Bloco	3	209,989	14,65 *
Época	2	6,247	0,44
Dose	3	4,187	0,29
Época x Dose	6	6,640	0,46

CV (%) 14,5

*Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade. ⁺ Dados transformados para raiz de x+1.

APÊNDICE 4- Resumo da análise de variância para a influência de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG_3 sobre o número de frutos de primeira + segunda categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Estação Experimental Agronômica -UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Causa de Variação	Número de frutos de primeira + segunda categoria produzidos por planta ⁺		
	GL	QM	Valor F
Bloco	3	42,676	16,60 *
Época	2	15,781	6,14 *
Dose	3	0,567	0,22
Época x Dose	6	1,329	0,52
CV (%)		13,19	

*Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade.+ Dados transformados para raiz de $x+1$.

APÊNDICE 5- Resumo da análise de variância para a influência de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG_3 sobre o número de frutos de terceira categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Causa de Variação	Frutos de terceira categoria produzidos/planta ⁺		
	GL	QM	Valor F
Bloco	3	180,148	13,02 *
Época	2	2,874	0,21
Dose	3	5,614	0,41
Época x Dose	6	5,959	0,43
CV (%)		16,098	

*Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade. + Dados transformados para raiz de $x+1$.

APÊNDICE 6- Resumo da análise de variância para massa total de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Causa de Variação	Massa total de frutos (kg) produzidos		
	GL	QM	Valor F
Bloco	3	12,021	16,53 *
Época	2	0,647	0,89
Dose	3	0,290	0,75
Época x Dose	6	0,327	0,83

CV (%) 13,343

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade. + Dados transformados para raiz de x+1.

APÊNDICE 7. Resumo da análise de variância para massa (kg) de frutos de primeira + segunda categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Causa de Variação	Massa (kg) de frutos de primeira + segunda categoria produzida / planta +		
	GL	QM	Valor F
Bloco	3	3,833	15,48 *
Época	2	1,634	6,60 *
Dose	3	0,051	0,21
Época x Dose	6	0,128	0,52

CV (%) 12,97

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade. + Dados transformados para raiz de x + 1

APÊNDICE 8- Resumo da análise de variância para massa (kg) de frutos de terceira categoria produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Frutos de terceira categoria produzidos/planta ⁺			
Causa de Variação	GL	QM	Valor F
Bloco	3	8,230	10,59 *
Época	2	0,186	0,24
Dose	3	0,314	0,41
Época x Dose	6	0,461	0,59
CV (%)		17,07	

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade. ⁺ Dados transformados para raiz de $x+1$. *

APÊNDICE 9- Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis totais (SST) em frutos de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica-UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Sólidos solúveis totais (SST)			
Causa de Variação	GL	QM	Valor F
Bloco	3	0,500	2,94 *
Época	2	0,195	1,15
Dose	3	0,759	4,46 *
Época x Dose	6	0,138	0,81
CV (%)		5,0	

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 10- Resumo da análise de variância para acidez total titulável (ATT) em frutos de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica - UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Acidez Total Titulável (ATT)			
Causa de Variação	GL	QM	Valor F
Bloco	3	0,012	3,04 *
Época	2	0,001	0,42
Dose	3	0,010	1,54
Época x Dose	6	0,004	1,05
CV (%)		6,33	

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 11- Resumo da análise de variância para relação SST/ATT, em frutos de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica -UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Relação SST/ATT			
Causa de Variação	GL	QM	Valor F
Bloco	3	0,773	1,69 *
Época	2	0,471	1,03
Dose	3	1,248	2,74 *
Época x Dose	6	0,518	1,14
CV (%)		8,15	

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 12- Resumo da análise de variância para porcentagem de suco (%) em frutos de tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de quatro concentrações e três épocas de aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

% de suco em frutos			
Causa de Variação	GL	QM	Valor F
Bloco	3	31,856	6,12 *
Época	2	2,992	0,58
Dose	3	6,889	1,32
Época x Dose	6	4,793	0.92
CV (%)		4,60	

* Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 13- Resumo da análise de variância para cor da casca dos frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) submetidas à aplicação de AG₃. Estação Experimental Agronômica-UFRGS, Eldorado do Sul, RS. 2005.

Cor da casca ⁺ (Escala 0-25)			
Causa de Variação	GL	QM	Valor F
Bloco	3	0,662	3,45 *
Época	2	0,071	0,37
Dose	3	0,733	3,82 *
Época x Dose	6	0,253	1,32
CV (%)		10,59	

*Teste F significativo ao nível de 5 % de probabilidade. +Dados transformados para raiz de x+1.