**DESBASTE QUÍMICO EM TANGERINA ‘PONKAN’
(*Citrus reticulata* Blanco) COM A UTILIZAÇÃO DE REGULADORES
VEGETAIS: ASPECTOS FISIOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS**

ANA CLÁUDIA PACHECO

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. **PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Área de Concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo –Brasil
Junho - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Pacheco, Ana Cláudia

Desbaste químico em tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) com a utilização de reguladores vegetais: aspectos fisiológicos e tecnológicos / Ana Cláudia Pacheco. - - Piracicaba, 1999.
90 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Desbaste químico 2. Fisiologia vegetal 3. Prática cultural 4. Regulador de crescimento vegetal I. Título

CDD 634.31

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

Aos meus pais Aquilino e Regina, pelo apoio e dedicação
À Daniel, pelo amor e compreensão

OFEREÇO

A todos aqueles que não tiveram a oportunidade de estudar

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Desejo agradecer às pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho:

- Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro, pela orientação, incentivo e confiança.
- Ao Sr. Cornelius Segeren e todos da Fazenda Sítio Campo, em Mogi Guaçu, pela cessão dos pomares e ajuda recebida durante a execução dos experimentos.
- Aos técnicos do Laboratório de Fisiologia de Plantas Alexandre Vendemiatti e Clóvis Dias Fernandes, pela grande ajuda e amizade.
- Aos funcionários do Laboratório de Análise de Plantas do Departamento de Química da ESALQ, pelos serviços prestados.
- Ao pesquisador Camilo Lázaro Medina, pelo apoio e incentivo.
- Aos professores Antônio Augusto Lucchesi, Ricardo Ferraz de Oliveira e demais professores pelo exemplo e ensinamentos recebidos.
- Aos amigos e colegas de estudo do Curso de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, pelo companheirismo e alegria constantes.
- À ESALQ pelo aprendizado profissional e pessoal.
- À CAPES pela bolsa de estudos concedida.
- À DEUS por todas as coisas.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
SUMMARY.....	vii
INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. PRIMEIRO TRABALHO CIENTÍFICO.....	34
3.1. Resumo.....	34
3.2. Abstract.....	35
3.3. Introdução.....	36
3.4. Material e Métodos.....	38
3.5. Resultados.....	40
3.6. Discussão.....	48
3.7. Conclusões.....	53
3.8. Referências Bibliográficas.....	54
4. SEGUNDO TRABALHO CIENTÍFICO.....	58
4.1. Resumo.....	58
4.2. Abstract.....	59
4.3. Introdução.....	60
4.4. Material e Métodos.....	63
4.5. Resultados.....	64
4.6. Discussão.....	74
4.7. Conclusões.....	77
4.8. Referências Bibliográficas.....	78
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	81
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

**DESBASTE QUÍMICO EM TANGERINA ‘PONKAN’
(*Citrus reticulata* Blanco) COM A UTILIZAÇÃO DE REGULADORES
VEGETAIS: ASPECTOS FISIOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS**

Autor: Ana Cláudia Pacheco

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido em 1997/98, sob condições de campo, em um pomar comercial de tangerineiras ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas em *Poncirus trifoliata*, com 10 anos de idade. Os tratamentos foram aplicados após a queda fisiológica dos frutos através de pulverizações foliares em toda a planta, constando de : controle (pulverização com água) ; raleio manual ; ácido naftalenacético (NAA) à 50, 100 e 200 mg.l⁻¹ ; ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) à 150, 200 e 250 mg.l⁻¹ ; Figaron (etil 5-cloro- 1H-3- indazolil acetato) à 25, 50 e 100 mg.l⁻¹ e carbaril (Sevin) à 500, 1000 e 2000 mg.l⁻¹. Dois experimentos foram realizados para avaliar a ação dos reguladores vegetais como agentes de desbaste da tangerineira ‘Ponkan’, bem como verificar a influência do fruto sobre o parcelamento de carboidratos e também o efeito dos reguladores vegetais sobre o acúmulo de nutrientes nas folhas. No primeiro experimento foram realizadas determinações do número e comprimento médio das brotações e número de infrutescências, aos 0, 69 e 140 dias após aplicação (DAA). Por ocasião da colheita foram determinados o número de caixas/planta, peso e número total de frutos/uma caixa, tamanho do fruto, rendimento do suco, teor de sólidos solúveis totais (° Brix), acidez total titulável (% de ácido cítrico), ratio (relação ° Brix/acidez) e pH do suco. No segundo experimento determinou-se os teores de macro e

micronutrientes em amostras foliares tomadas em fevereiro e junho/1998 (aos 69 e 211 DAA, respectivamente). Avaliou-se também o nível de carboidratos em amostras foliares coletadas somente dos ramos marcados para as avaliações, em junho/1998.

No primeiro experimento, o desenvolvimento vegetativo das plantas não foi alterado pela aplicação de reguladores vegetais. A diminuição no número de frutos ocorreu com ethephon (em todas as concentrações testadas) e Figaron (25 mg.l^{-1}) aos 69 e 140 DAA ; sendo o ethephon o produto mais eficiente, apresentando a maior porcentagem de desbaste (média de 63,27%). O aumento da concentração não afetou significativamente a quantidade de desbaste obtida ; e o aumento no tamanho final do fruto ocorreu independentemente de uma ação raleante mais acentuada ou não, para todos os produtos químicos utilizados. A qualidade do suco também não foi alterada pela aplicação dos reguladores vegetais.

No segundo experimento, foram observadas as relações existentes entre o uso de reguladores vegetais e o acúmulo de alguns nutrientes. Aos 211 DAA, foram observados aumentos nos teores de potássio (ethephon 200 mg.l^{-1}) e cobre (carbaril) ; sendo verificada uma diminuição nos níveis de cálcio (carbaril 200 mg.l^{-1}), manganês (NAA 50 mg.l^{-1} , ethephon 200 mg.l^{-1} , Figaron 25 e 100 mg.l^{-1} e carbaril 500 e 2000 mg.l^{-1}) e ferro (NAA 100 mg.l^{-1} e Figaron 25 mg.l^{-1}). A diminuição da demanda de assimilados pelo fruto, devido ao desbaste, não se traduziu em aumentos nos teores de carboidratos nas folhas da inflorescência ; sugerindo que o excesso de fotossintatos é provavelmente parcelado para outros drenos da planta. Carbaril 1000 mg.l^{-1} diminuiu a concentração de açúcares nas plantas tratadas.

CHEMICAL THINNING OF 'PONKAN' MANDARIN
(*Citrus reticulata* Blanco) BY THE USE OF PLANT REGULATORS:
PHYSIOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS.

Author: Ana Cláudia Pacheco
Adviser: Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro

SUMMARY

This research was carried out in 1997/98, under field conditions, in a ten years old commercial orchard of 'Ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) grafted on *Poncirus trifoliata*. The treatments applied after the "June drop" by foliar spraying in all tree were: control (water spraying) ; manual thinning ; 1-naphthaleneacetic acid (NAA) at 50, 100, 200 mg.l⁻¹) ; 2- chloroethyl-phosphonic acid (ethephon) at 150, 200, 250 mg.l⁻¹; ethyl 5- chloro -1H -3- indazolyl -acetate (Figaron) at 25, 50, 100 mg.l⁻¹ and carbaryl (Sevin) at 500, 1000, 2000 mg.l⁻¹. Two experiments were carried out to evaluate the action of plant regulators as chemical thinners in 'Ponkan' mandarin, verifying also the fruit influence on the partitioning of carbohydrates and the interaction between plant regulators and nutrient accumulation on leaves.

In the first experiment were realized measures of the mean number of shoots, mean length of shoots and number of set fruits at 0, 69 and 140 days after the application (DAA). At harvest were measured the number of box per tree, total number and weight of fruits per box, fruit size, weight of juice, total soluble solids (TSS), acidity (A), ratio (TSS/A) and pH. In the second one it was measured the mineral composition in foliar

samples took at February and June/1998 in the four branches marked in diagonal per each tree for determinations.

In the first experiment, the plant regulators did not alter the vegetative growth. The reduction in the number of fruits was promoted by ethephon (all the concentrations tested) and Figaron (25 mg.l^{-1}) at 69 and 140 DAA ; and the best thinning effect was obtained with the treatment with ethephon (mean reduction of 63,27% in the number of fruits) There was no correlation between concentration improvement and percentage of thinning ; and the significative diameter increment was independent of a bigger fruit thinning, for all the compounds tested. The juice quality was not altered by the application of plant regulators.

In the second experiment, it was verificated the relation between plant regulators and some nutrients. At 211 DAA, this action was positive in relation to potassium levels (ethephon 200 mg.l^{-1}) and copper (carbaryl treatments); and a negative action was verificated in relation to calcium levels (carbaryl 200 mg.l^{-1}), manganese (NAA 50 mg.l^{-1} , ethephon 200 mg.l^{-1} , Figaron 25 and 100 mg.l^{-1} , carbaryl 500 and 2000 mg.l^{-1}) and iron (NAA 100 mg.l^{-1} and Figaron 25 mg.l^{-1}). The reduction in fruit –sink demand after removal of fruits did not lead to higher levels of carbohydrates in the inflorescence leaves, suggesting that the excess of photosynthate is probably partitioned to other sinks. The treatment with carbaryl 1000 mg.l^{-1} decreased the sugar concentration in treated plants.

1- INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de citros no mundo, ocupando 851.500 ha. A produção aproxima-se a 430 milhões de caixas sendo, portanto, de grande importância social, alimentar e econômica para o país (IEA, 1997). O total de tangerineiras passou a crescer no Estado de São Paulo desde 1994, devendo superar 10 milhões de plantas em 1999 (Agrianual, 1999).

Muitos cultivares cítricos não requerem desbaste de frutos para atingir, na colheita, um tamanho que permita sua comercialização como fruta fresca. Entretanto, outros cultivares, principalmente as tangerinas, tendem a produzir em excesso, originando frutos pequenos ('Murcote', 'Wilking', 'Satsuma', etc.), e levando à alternância de produção, com frutos de tamanho reduzido nos anos de maior carga (Ragone, 1992).

Freqüentemente nas várias regiões produtoras do mundo, o problema da alternância é consequência da sobrecarga de frutos que determina o esgotamento da planta, estando relacionado, principalmente, com os seguintes cultivares: Ponkan, Cravo, Dancy, Mexerica-do-Rio, Mexerica Montenegrina e Murcote (Brasil), Satsuma, Early Imperial, Imperial, Clementina, Wilking e Valência (Gallasch, 1988 ; Gazzola, 1991).

O desbaste ou raleio é uma prática comum entre os produtores, utilizada com o objetivo de reduzir o número de frutos produzidos por planta. Ao se proceder o desbaste, busca-se evitar a tendência de produção de frutos pequenos, bem como a alternância da safra (Coelho & Medina, 1992). Os países de maior tradição na cultura da tangerina de mesa (Espanha, Israel e outros) já dominam essa prática. No Brasil, está em fase de introdução, devendo certamente trazer bons resultados. Associado ao efeito de desbaste, muitas vezes é possível também aumentar o tamanho dos frutos que permanecem na árvore. Atualmente, o tamanho do fruto cítrico é um dos principais parâmetros que determinam o seu preço no mercado de frutas frescas.

As aplicações de reguladores vegetais para acelerar o desenvolvimento dos frutos e aumentar o seu tamanho têm sido objeto de numerosos ensaios nas últimas décadas. A disparidade dos resultados obtidos em alguns casos ou a baixa eficiência mostrada em

outros casos têm limitado o seu uso no cultivo de citricos (Agusti et al., 1995a). O desbaste de frutos torna-se desejável do ponto de vista dos maiores preços obtidos pelos frutos de maior tamanho. O desbaste realizado nos anos de alta produção tem se mostrado como técnica eficiente em aumentar a produção da safra seguinte e reduzir a quebra de ramos por excesso de carga sob condições tropicais.

A utilização de reguladores vegetais em tangerineiras e seus efeitos subsequentes sobre o tamanho do fruto, qualidade e produção são dependentes do estabelecimento prévio de um programa de desbaste. No Brasil, o desbaste manual de frutos é freqüentemente utilizado com a finalidade de se controlar o número, tamanho e qualidade das tangerinas (frutos de mesa), mas o custo de tal procedimento está se tornando alto e sua eficiência nem sempre é satisfatória (Castro et al., 1998).

No caso do cultivar 'Ponkan', a produção de frutos maiores, entre 170 e 230g, os quais podem alcançar preços 100% superiores aos dos frutos de até 125g, é interessante ao produtor (Gazzola, 1991). A adubação adequada completa a operação de desbaste, sendo observados excelentes resultados comerciais nas tangerineiras (Caetano, 1980).

Finalmente, o desbaste químico de frutos é um processo dirigido, uma vez que incide seletivamente sobre os frutinhos menores, que iriam originar frutos de menor tamanho, e sua eliminação incrementa o peso médio do fruto coletado, ainda que na ausência de um efeito sobre o tamanho do fruto remanescente. Ou seja, o aumento no tamanho médio do fruto se obtém por eliminação dos menores, sem que necessariamente se produza um estímulo no desenvolvimento dos que persistem na árvore (Agusti et al., 1995a). Igualmente para o desbaste manual, para que a resposta seja eficaz é necessário eliminar um grande número de frutos, o que invariavelmente reduz a colheita. Desbastes periódicos podem levar ao número ideal de frutos, mas podem não alcançar viabilidade econômica.

2- REVISÃO DE LITERATURA

A) Modo de Ação dos Reguladores Vegetais

A ação de desbaste do NAA (ácido naftalenacético), ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e Figaron (etil 5-cloro-1 H –3- indazolil acetato) tem sido relacionada com seus efeitos sobre a síntese de etileno no fruto tratado. A resposta final a essas e outras substâncias é o resultado de um estímulo direto no crescimento do fruto e/ou de um efeito indireto, através da eliminação dos frutos de menor tamanho (Guardiola et al., 1988).

O NAA, quando aplicado em altas concentrações sobre órgãos sensíveis, como frutinhos em desenvolvimento, pode promover toxidez e conseqüente síntese de etileno endógeno no fruto, provocando abscisão. Ethephon libera etileno em contato com o tecido vegetal, desencadeando novas sínteses de etileno endógeno. Figaron, devido ao seu caráter auxínico, exerce efeito similar ao NAA.

Segundo Weaver (1976), um dos efeitos do etileno é o de provocar a senescência e conseqüentemente a abscisão prematura de folhas, frutos jovens e outros órgãos. É provável que os efeitos de desfoliação produzidos pelos ácidos 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e naftalenacético (NAA) ; morfactinas e outros compostos, se produzam devido a uma indução na produção de etileno por parte destes compostos. Não é prático tratar com etileno gasoso as plantas cultivadas a campo aberto, devido a sua dissipação rápida. Assim o ethephon líquido oferece um meio para tratar com etileno as plantas cultivadas em condições de campo, sendo com freqüência seus efeitos similares aos exercidos pelo etileno na floração, maturação dos frutos e abscisão. Embora pouco se conheça sobre a função da produção de etileno gerada pelas altas concentrações de auxinas, o processo de abscisão resulta de uma interação entre auxina , etileno, ácido abscísico e citocinina ; além de possivelmente, também outros compostos.

Galliani et al (1975) afirmaram que o sucesso do ethephon, no raleamento de tangerinas é comprometido pelas condições do meio ambiente, havendo um sério perigo, de sub ou sobre- raleamento, dependendo das temperaturas verificadas durante o período

de pós-pulverização, podendo aumentar ou diminuir o efeito desse produto químico ; sendo um outro prejuízo a queda de folhas.

Durante o processo de diferenciação dos feixes vasculares no disco do fruto jovem, estes se formam primeiramente no lado do fruto. Quando se estendem até o pedúnculo, o feixe vascular principal se diferencia gradualmente desde o procâmbio e se conecta com o feixe vascular estendido a partir do pedúnculo. Quando ocorre essa conexão, o fruto pode continuar o seu crescimento. No fruto que cai, a camada de abscisão se forma antes que os feixes vasculares do fruto e do pedúnculo cheguem a se conectar (Agusti et al., 1995a).

O efeito inicial da aplicação de etileno ou de geradores de etileno, nas folhas, é a diminuição na quantidade de auxina transportada do limbo para o pecíolo. A diminuição da concentração de auxinas no pecíolo induz o rompimento da camada de abscisão, constituída de células pequenas, com feixe vascular reduzido e mecanicamente fracas, localizadas na base do pecíolo. A queda no nível de auxinas no pecíolo aumenta aparentemente a sensibilidade das células da camada de abscisão à ação do etileno que induz a síntese e o transporte de enzimas que atuam sobre a lamela média (pectinase) e a parede celular (celulase). A dissolução total ou parcial da lamela média e da parede celular torna a camada de abscisão ainda mais enfraquecida do ponto de vista mecânico, bastando um vento moderado para provocar a quebra do feixe vascular e completar a separação do pecíolo e do limbo foliar do resto da planta. A abscisão de frutos induzida pelo etileno é muito parecida com a abscisão foliar produzida por este regulador vegetal (Awad & Castro, 1983).

De acordo com Sexton (1997), a resposta das zonas de abscisão ao etileno aplicado pode variar nos diferentes órgãos de uma mesma planta. Estas respostas são dependentes tanto da concentração do gás como dos níveis dos receptores de etileno. Mudanças nas respostas são desta maneira um reflexo das mudanças na concentração dos receptores (etileno + receptor $\rightarrow$ complexo etileno / receptor $\rightarrow$ abscisão). Acredita-se que as auxinas conferem insensibilidade à zona de abscisão por reduzir os níveis de receptores de etileno. Por outro lado, é possível dizer que o etileno age indiretamente por reduzir os níveis de auxina, através da inibição da síntese de IAA e seu transporte, bem

como através de um aumento na degradação do IAA. Em uma série de experimentos foi demonstrado que o etileno tem ambos os efeitos, agindo indiretamente sobre o transporte de auxina à partir da lâmina foliar tão bem como tendo um efeito direto sobre a camada de abscisão na base do pecíolo. Muitos autores têm mostrado o envolvimento do etileno demonstrando que as taxas de produção deste gás aumentam antes do rompimento da camada de abscisão. Mas por outro lado, em alguns casos a abscisão ocorre sem que haja nenhum aumento aparente na produção de etileno; quando isso acontece torna-se possível explicar o processo em termos de aumento da sensibilidade ao etileno.

Outra evidência do envolvimento do etileno na abscisão relaciona-se com o estudo das enzimas específicas que participam do processo. O enfraquecimento da camada de abscisão parece envolver a degradação da parede celular. Tem sido mostrado que as enzimas celulase e poligalacturase aumentam de concentração assim que o processo de enfraquecimento evolui. O isolamento de clones de cDNA para ambas as enzimas tem permitido o estudo da regulação hormonal destes genes; sendo que já foi demonstrado em folhas, flores e frutos que a sua expressão é regulada pelo etileno, sugerindo um efeito direto. Existem evidências igualmente convincentes indicando que a auxina exerce também grande influência controladora sobre ambas as enzimas, celulase e poligalacturase. Se a auxina é adicionada junto com o etileno, ela previne tanto a abscisão como o subsequente acúmulo destas duas enzimas. Isto sugere que a auxina poderia continuamente influenciar a taxa de abscisão ao longo do processo de enfraquecimento, mesmo na presença do etileno.

Finalmente, Sexton (1997) conclui que uma modificação na teoria sobre o balanço de auxina e etileno na regulação do processo de abscisão parece ser a melhor hipótese para ajustar e adaptar os dados experimentais. Originalmente foi proposto que a indução das enzimas que degradam a parede celular era dependente da redução inicial na concentração de auxina na camada de abscisão (proveniente do órgão distal), juntamente com a ativação pelo aumento nos níveis de etileno. Esta teoria deve ser modificada para reconhecer que não somente a concentração de hormônio é importante, mas também a susceptibilidade do tecido a este. Esta susceptibilidade é determinada provavelmente pelos níveis dos receptores de auxina e etileno e pela efetividade do sinal de transdução.

Iwahori & Oohata (1976) conduziram experimentos para determinar os efeitos do NAA sobre a produção de etileno e a atividade da celulase na zona de abscisão de folhas e frutos de tangerina ‘Satsuma’, e também para analisar o mecanismo de desbaste do NAA. Experimentos paralelos foram conduzidos para avaliar a abscisão foliar devido ao uso do ethephon (500 mg.l^{-1}), comparando-se as árvores pulverizadas com árvores não tratadas.

O tratamento com NAA acelerou a queda dos frutos em tangerina ‘Satsuma’. A porcentagem de frutos remanescentes foi de 64%, significativamente menor do que nas árvores controle (79%). Com o passar do tempo, a diferença entre o tratamento e o controle tornou-se maior. A produção de etileno foi determinada em frutos verdes aparentemente saudáveis e frutos amarelos prontos para cair, para ambas as árvores, controle e tratadas. Os frutos verdes mostraram uma produção muito limitada, independente do tratamento, enquanto que os frutos amarelos, de ambos os tipos, produziram uma quantidade marcadamente maior de etileno. Os frutos amarelos de árvores controle, mostraram uma produção de etileno maior do que aqueles de árvores tratadas, mas estes últimos apresentaram valores consideravelmente maiores do que os frutos verdes das árvores controle, a cada determinação.

Os autores discutem que a pulverização com NAA provocou um desbaste efetivo em tangerina ‘Satsuma’. Os resultados indicam que o tratamento com NAA aumentou fortemente a atividade da enzima celulase na zona de abscisão do fruto. Por outro lado, a produção de etileno no fruto foi alta, sempre que este esteve amarelo e prestes a cair, independentemente do tratamento com o NAA.

Os resultados também podem indicar que o desbaste dos frutos pelo NAA foi dado pelo aumento da atividade da celulase na zona de abscisão. Estudos anteriores (Ratner *et al.*, 1969 ; Ismail, 1970) mostram que a atividade induzida da celulase exerce uma importante função na abscisão de frutos e folhas de citros, e que o processo de senescência deve ser direcionado antes que o etileno possa afetar o processo de abscisão.

Iwahori & Oohata (1976) concluem que a atividade da celulase aumentou após uma semana da aplicação do NAA, mas não é sabido como esse composto age induzindo a senescência do fruto e a produção de etileno. Mostrou-se que o NAA

aumentou o conteúdo de aminoácidos livres, especialmente a prolina, e sugeriram que o NAA desbasta o fruto indiretamente, por afetar as rotas metabólicas de frutos e folhas, especialmente a síntese de proteínas e o metabolismo dos aminoácidos (Iwahori & Oohata, 1976 citando Hirose et al.¹). O NAA não manifestou nenhum efeito sobre a abscisão foliar, produção de etileno ou atividade da celulase. Por outro lado, o ethephon causou severa abscisão foliar através do etileno, aumentando a atividade da celulase. Resta ser explicado como as diferentes respostas para folhas e frutos são dadas, e qual o processo que é primariamente afetado pelo NAA para induzir a senescência do fruto e aumentar o nível de etileno endógeno.

B) Duplo Efeito das Auxinas com Relação ao Desenvolvimento do Fruto

Segundo Guardiola *et al* (1988), a ação da aplicação de auxinas sintéticas sobre o tamanho do fruto em tangerinas é o resultado de pelo menos três efeitos independentes sobre o fruto em desenvolvimento: a) o estímulo a abscisão de frutinhos ligado a síntese de etileno (efeito de desbaste), o qual proporciona aumento no tamanho do fruto pela redução na competição ; b) uma redução transitória da taxa de crescimento do frutinho, pouco depois do tratamento, causa provável de sua abscisão ; c) um estímulo posterior em seu desenvolvimento, aumentando sua capacidade para atuar como dreno. O efeito final destas aplicações sobre o tamanho do fruto e a produção é o resultado da interação destes três efeitos, o que depende da natureza da auxina e das condições de aplicação, particularmente época e concentração aplicada.

Associado ao efeito sobre o tamanho do fruto, aparece, em muitas ocasiões, uma ação de desbaste induzida pela aplicação destas substâncias, o que faz com que o efeito sobre o desenvolvimento do fruto seja mascarado. Sua aplicação a frutos individuais tem permitido separar ambos efeitos (Guardiola *et al*, 1988). O NAA apresenta um marcante

¹ HIROSE, K. ; YAMAMOTO, M. ; SUZUKI, K. ; KOREMURA, M. Studies in mechanisms of chemical thinning of Satsuma mandarin fruit. **Abstr. Japanese. Society Horticultural. Science**, 1972, Spring Meeting, p.42-43, 1972.

efeito de desbaste. Sua aplicação produz inicialmente uma ação depressiva no crescimento do fruto, mas seu crescimento posterior é estimulado, especialmente quando se utilizam concentrações elevadas. Este efeito depressivo, que parece ser geral para todas as auxinas sintéticas, depende da concentração e da época de aplicação.

Para avaliar o efeito de certas auxinas, têm-se realizado numerosos experimentos baseados em aplicações localizadas dessas substâncias em um pequeno número de frutos por árvore. Esta técnica permite estudar sua eficácia potencial no desbaste de frutos e sua ação direta no estímulo do desenvolvimento do fruto, sem modificar sensivelmente a competição na planta, que está determinada pela grande massa de frutos não tratados.

Entre as auxinas que apresentam um duplo efeito sobre o desenvolvimento do fruto destaca-se o NAA, 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético) e 2,4,5-TP (ácido 2,4,5-triclorofenoxil propiônico). A resposta final a estas substâncias é o resultado de um estímulo direto do crescimento do fruto e de um efeito indireto através da eliminação dos frutos de menor tamanho (Guardiola et al., 1988). Para todas elas, a época de aplicação se constitui num fator chave na determinação da resposta, condicionando inclusive o efeito da concentração. Como regra geral, as aplicações devem efetuar-se durante os últimos dias da queda fisiológica, o que equivale a um diâmetro adequado do fruto, diferente para laranjas e tangerinas. Este estado de desenvolvimento coincide com o cessar da divisão celular, quando as vesículas ocupam por completo os lóculos e suas células iniciam o crescimento e acúmulo de suco. Portanto, recomenda-se a aplicação em um estado fisiológico muito concreto, idêntico para todas as espécies e variedades (Agustí et al., 1995a).

O NAA tem sido utilizado com sucesso para aumentar o tamanho do fruto em tangerinas (Iwahori & Oohata, 1976) devido principalmente à sua ação de desbaste. Entretanto tem sido relatado um efeito direto deste composto sobre o desenvolvimento do fruto (Guardiola *et al.*, 1988), o qual pode ser separado daquele efeito de desbaste. A aplicação deste composto sempre resultou em decréscimo no número de frutos colhidos, o que poderia compensar os benefícios obtidos pelo aumento no tamanho do fruto.

Agusti et al. (1994 b) relatam o efeito do ácido 3,5,6-tricloro-2- piridil-oxiacético (3,5,6- TPA) sobre o tamanho e a qualidade do fruto em tangerina 'Clausellina'. Este

cultivar caracteriza-se por um desenvolvimento vegetativo limitado e amadurecimento precoce dos frutos. Algumas vezes pode produzir excessivamente, forçando os produtores a realizar o desbaste manualmente.

A aplicação de 3,5,6- TPA aumentou significativamente o tamanho final dos frutos da tangerina 'Clausellina' as concentrações de 10 e 20 mg.l⁻¹. O efeito de desbaste deste composto foi variável, dependendo do experimento e da concentração aplicada. O número de frutos remanescentes na árvore diminuiu com o aumento das concentrações de 3,5,6- TPA. O aumento no tamanho do fruto foi independente do número de frutos que permaneceram na árvore. Isto sugere um efeito direto da auxina sobre o desenvolvimento do fruto que é mais provável do que um efeito indireto derivado da redução na competição entre frutinhos causada pelo desbaste. Esta sugestão foi confirmada pela aplicação do 3,5,6- TPA localmente a um pequeno número de frutos por árvore e, desta maneira, sem um efeito significativo de desbaste. Neste caso, foram obtidos aumentos similares àqueles obtidos quando toda a árvore foi tratada (Agusti et al., 1994 b).

Outro aspecto importante é a influência do 3,5,6- TPA , induzida pelo desbaste, sobre a produção. Quando o número de frutos maduros decresceu para 85% do total de frutos controle, o aumento no tamanho foi suficiente para levar o volume de produção a um nível similar ao do controle. Entretanto, quando o número de frutos foi de 53%, foi observada uma redução de 29,8% na colheita, indicando que o aumento no tamanho do fruto não poderia contrabalançar o efeito do desbaste sobre a produção. Em contraste, o tamanho do fruto e a produção foram maiores quando o número de frutos colhidos não foi reduzido pelo 3,5,6- TPA. A frequência de distribuição dos frutos, de acordo com as classes comerciais, mostrou uma significativa mudança na colheita de frutos maiores, devido ao tratamento.

A resposta ao 3,5,6 -TPA depende fortemente do tamanho do fruto e da época de aplicação. Existe uma forte relação entre o diâmetro do fruto na época do tratamento e o aumento do mesmo na época da colheita. O máximo aumento no diâmetro final do fruto foi obtido quando a aplicação foi realizada em frutinhos com 20-21 mm de diâmetro. Este efeito foi reduzido quando o tratamento foi realizado em frutinhos com 24-25mm.

As características do fruto não foram alteradas pelo 3,5,6- TPA, exceto aquelas relacionadas à maturidade. A concentração de ácidos livres foi reduzida, mas o conteúdo de sólidos solúveis totais não foi alterado, resultando num aumento da relação sólido solúveis totais /acidez. Não houve diferenças significativas entre as duas concentrações testadas (10 e 20 mg.l⁻¹). Com relação à espessura da casca (um importante fator de qualidade em tangerinas), o aumento no tamanho do fruto ocorreu na ausência de algum efeito sobre a espessura da casca. Este resultado discorda de outros experimentos realizados anteriormente, nos quais houve um aumento na espessura da casca, como resultado das aplicações auxínicas (Coggins & Hield, 1968).

No seu trabalho, Ortola et al. (1991) estudaram a eficiência do NAA em aumentar o tamanho do fruto em tangerina 'Satsuma', quando utilizado como um promotor do desenvolvimento do fruto, e compararam os resultados com aqueles obtidos quando o NAA foi empregado como um agente de desbaste.

A aplicação de NAA (25 e 200 mg.l⁻¹) em pulverização total nas árvores se deu em três épocas: após a completa florescência, no final da queda fisiológica e após a queda fisiológica dos frutinhos. O efeito sobre a produção foi determinado principalmente pelo efeito do NAA sobre o número de frutos. A queda na produção foi maior na aplicação precoce e desprezível na aplicação tardia ; sendo que a maior concentração de NAA (200 mg.l⁻¹) resultou numa redução de cerca de 10 % na produção, quando comparada com a menor concentração.

Os autores discutem que o mesmo efeito do NAA como promotor do desenvolvimento do fruto é mostrado tanto quando este é aplicado sobre os frutinhos em desenvolvimento (Ortola et al., 1991) como sobre toda a árvore. Este efeito, quando a aplicação se dá no final da queda fisiológica (junho) é principalmente o resultado de uma estimulação direta sobre o desenvolvimento do fruto e não tem relação com o desbaste dos frutos. Aplicações precoces causam um desbaste significativo e ao menos parte do aumento de peso do fruto deve estar relacionado com a redução da competição entre frutos em desenvolvimento.

Para a maior concentração de NAA (200 mg.l⁻¹) na aplicação tardia (após a queda fisiológica), houve um acréscimo de aproximadamente 10 % no peso médio do

fruto, o que representa um aumento de 2mm no seu diâmetro. Este aumento no tamanho tem influência na qualidade de mercado do fruto, e é similar ao efeito obtido quando o NAA foi usado num estágio precoce de desenvolvimento, como agente de desbaste.

Portanto, o NAA pode ser utilizado como acentuador do tamanho do fruto, não somente pela sua capacidade de desbaste, mas também como um promotor do desenvolvimento do fruto, sendo que o efeito obtido com o seu uso depende principalmente da época de aplicação e tamanho do frutinho (quanto maior o tamanho, menor o efeito de desbaste). Quando o composto age como desbastador, o aumento no desenvolvimento do fruto é confiado à redução na competição, o que aumenta a disponibilidade de metabólitos. Quando a ação é de promotor do desenvolvimento do fruto, o aumento no tamanho deste se dá pelo aumento da força de dreno do fruto, o que aumenta a competição por metabólitos. A magnitude de resposta em cada caso depende da condição da árvore, o que determinará a estratégia mais apropriada para o seu uso.

Quando a maior colheita é de frutos pequenos (não comercializáveis) é aconselhável o uso como desbastador, já que uma redução na produção é compensada pelo aumento na quantidade de frutos que podem ser comercializados (Monselise et al., 1981). Além do mais, sob condições de grande competição, a resposta ao composto como promotor do desenvolvimento pode ser restrita. Por outro lado, nas condições de colheita de frutos médios, mas comercializáveis, a perda da produção reduz o lucro, portanto aconselha-se confiar no efeito de promotor do desenvolvimento (Guardiola, 1988).

Com relação aos efeitos do NAA sobre as diferentes partes do fruto, afetando desta maneira a sua qualidade, notou-se que tais efeitos parecem ser amplamente relacionados com a ação sobre o desenvolvimento do fruto e são determinados mais em função da concentração do que da época de aplicação. A maior concentração resultou em um aumento no conteúdo de suco do fruto e reduziu a proporção de casca, bem como a sua espessura. A redução no peso da casca representa um aumento na proporção de peso dos segmentos, nos quais estão incluídas as vesículas de suco. Em contraste, a menor concentração (25 mg.l^{-1}) não afetou a proporção de casca no fruto e reduziu fortemente o conteúdo de suco. Esta redução no conteúdo de suco não pode ser

explicada pelas mudanças no peso de algumas partes do fruto, indicando um efeito direto desta menor concentração da auxina sobre a acumulação de suco.

Estes efeitos opostos, os quais podem ser consequência das diferentes respostas ao NAA pela casca e os demais segmentos, não têm sido melhor estudados, mas demonstram que, em adição ao tamanho do fruto, outros fatores qualitativos devem ser considerados quando da aplicação de auxinas aos frutos.

Segundo Monselise (1979) , quando a redução no tamanho do fruto é devida a uma safra excessiva após a alternância de produção, são obtidos resultados adequados através do desbaste de frutos do ano corrente, prática essa comum em alguns países. Entretanto, para cultivares com produção regular, como as tangerinas ‘Satsuma’ e ‘Clementina’, tal prática não tem sucesso. Para esta condição, o aumento no tamanho do fruto através da redução no número de frutos resulta numa redução excessiva na produção total. Parece mais apropriado aumentar o tamanho dos frutos através de um aumento na capacidade de dreno dos mesmos (Guardiola, 1981).

Guardiola et al. (1988) utilizaram esta técnica para estudar o efeito direto das auxinas sintéticas 2,4-D, 2,4,5-T, NAA, BNOA (ácido 2-naftoxiacético), 2,4,5-TP , Figaron e IAA (ácido indolilacético) em diferentes concentrações, sobre o desenvolvimento do fruto em tangerina ‘Satsuma’.

Aos 30 dias após o florescimento, frutinhos com 15 mm de diâmetro, oriundos de inflorescências foliares com uma flor, foram marcados e imersos em solução auxínica, evitando-se molhar as folhas. O diâmetro e a queda dos frutos foram determinados 25 dias após o tratamento, uma vez que a queda fisiológica já havia terminado. Neste momento, o peso dos frutinhos estava diretamente relacionado com o seu diâmetro. À partir desta relação, o peso dos frutinhos tratados pôde ser calculado. A queda dos frutinhos foi expressa pela porcentagem de frutinhos remanescentes tratados. O peso dos frutos foi determinado para cada fruto, na maturidade.

Num segundo experimento, foi desenvolvida uma técnica similar, na qual foi estudado o efeito da época de aplicação do 2,4,5-T. Foram marcadas flores durante a antese, e os frutinhos originados foram tratados na data indicada, determinando-se os

diâmetros no momento do tratamento. A abscisão foi expressa como uma porcentagem do número de flores.

Nas concentrações utilizadas, as aplicações de NAA, BNOA, IAA, Figaron e 2,4,5-TP resultaram numa redução no tamanho dos frutinhos, 25 dias após a aplicação ; e um aumento marcante na queda de frutinhos. O efeito de desbaste mostrou-se dependente da concentração, enquanto que os diâmetros dos frutinhos remanescentes não se mostraram relacionados com este fator, exceto para o NAA.

Para uma concentração média de cada composto, o peso dos frutinhos no final da queda fisiológica esteve inversamente relacionado com a porcentagem de abscisão. A maior parte desta dependência foi devida à tratamentos com desbaste de menos de 25% do número total de frutos tratados ; para desbastes maiores que 25%, a dependência foi muito mais fraca. Grande parte da correlação entre tamanho de fruto e desbaste, foi perdida com a maturidade, devido ao diferente comportamento do fruto após a queda fisiológica, para os diferentes tratamentos. O peso final do fruto foi aumentado pelo 2,4,5-T e reduzido pelo IAA, Figaron e as maiores concentrações de BNOA e 2,4,5-TP. O peso final foi similar para os frutos controle e os tratados com NAA e 2,4-D.

Foram evidentes dois efeitos diretos das aplicações auxínicas sobre o desenvolvimento do fruto: a) um decréscimo transitório na taxa de desenvolvimento logo após o tratamento ; e b) um aumento no desenvolvimento dos frutos durante o período entre a queda fisiológica e a maturidade. As diferentes auxinas testadas variaram amplamente na sua capacidade de extrair as respostas.

Um efeito depressivo temporário do NAA sobre a taxa de desenvolvimento dos frutinhos tem sido relatado em *Citrus* (Lewin & Monselise, 1976), como resposta geral à aplicação de auxinas exógenas. A relação inversa entre tamanho do fruto e desbaste suporta a hipótese de que a queda é uma consequência da redução no desenvolvimento, a qual pode se tornar tão crítica a ponto de causar um atrofiamento irreversível dos frutos, seguido pela queda (Zucconi et al., 1978).

O aumento no desenvolvimento do fruto induzido pela auxina, após a queda fisiológica, não está relacionado com o efeito sobre o desenvolvimento precoce do fruto. Ambos, NAA e 2,4,5-T aumentaram o desenvolvimento tardio do fruto, mas somente o

NAA reduziu efetivamente o desenvolvimento precoce. O 2,4-D, o qual mostra um pequeno efeito depressivo sobre o desenvolvimento do frutinho, não apresentou efeito significativo sobre o desenvolvimento tardio, assim como o Figaron e IAA, os quais reduziram fortemente o desenvolvimento do frutinho. Parece ser pouco provável que o efeito sobre o desenvolvimento tardio seja resultado de uma ação direta da auxina sobre o desenvolvimento dos tecidos do fruto no tempo em que a resposta aparece. As diferenças entre o tamanho do fruto aumentaram até a maturidade, mas aplicações tardias das auxinas, no final da queda fisiológica, foram ineficientes (Guardiola & Lázaro, 1987). Este efeito sobre o desenvolvimento tardio parece ser determinado antes que as diferenças em tamanho, devido ao tratamento, ocorram.

O efeito final sobre o tamanho do fruto é o balanço destes dois efeitos opostos. Somente o 2,4,5-T aumentou o peso final do fruto de maneira direta, sendo que o mesmo efeito foi encontrado quando a aplicação se deu em toda a árvore, sob condições de baixa competição, acompanhado ou não de um leve efeito de desbaste (Guardiola & Lázaro, 1987). Sob estas condições, os agentes de desbaste como o 2,4,5-TP têm somente um efeito marginal sobre o tamanho do fruto (Carreres, 1973). Estes agentes podem aumentar o tamanho do fruto sob condições de elevada produção, através da redução na competição e um debaste seletivo sobre os frutos menores (Kamuro & Hirai, 1981). Como o 2,4-D não desbasta nem aumenta o desenvolvimento do fruto, os resultados insatisfatórios obtidos com a sua aplicação em 'Satsuma' parecem lógicos. Entretanto, este composto pode ser útil para outras espécies de *Citrus*, como tem sido mostrado para *Citrus reticulata*, aumentando o desenvolvimento do fruto (Garcia - Martinez & Garcia-Papi, 1979).

C) Desbaste Químico em Tangerineiras Através do Uso de Reguladores Vegetais

Caetano (1984) relatou que o desbaste dos frutos é aconselhado principalmente para tangerinas e para o tangor 'Murcote'. Os problemas mais comuns nestes cultivares são a produção de frutos de pequenas dimensões, com baixo valor comercial, alternância

de safras, seca de ramos e queda de folhas e frutos. Para se reduzir os efeitos negativos desse excesso de produção é recomendável o desbaste ou raleio, consistindo em se eliminar no mínimo 50 a 60% dos frutos de uma planta com frutificação normal. A melhor época para se iniciar o desbaste é a partir de novembro, quando os frutos apresentam 2 a 3 cm de diâmetro, uma vez que nessa fase já ocorreu o queda natural e já há definição da safra não havendo o risco de desbaste prematuro ou excessivo. O desbaste consiste em se deixar 1 a 2 frutos em cada conjunto de 5 a 6 frutos.

Ragone (1994) avaliou o efeito de reguladores vegetais e práticas culturais sobre a produção e a qualidade da tangerina 'Satsuma'. Os tratamentos que objetivaram aumentar o tamanho do fruto foram: (a) 2,4,5-TP (fenoprop) à 16 mg.l^{-1} ; (b) 2,4-D à 16 mg.l^{-1} ; (c) ethephon à 200 mg.l^{-1} ; (d) poda e (e) desbaste manual. O ethephon e o desbaste manual reduziram a produção e a poda reduziu o número de frutos/árvore e a produção/árvore, mas aumentou o tamanho do fruto e o seu peso.

Gallash (1988), trabalhando com cultivares alternantes de tangerinas, observou que nos anos de alta produção, o número de frutos por árvore diminuía com o aumento da concentração de ethephon aplicada durante a queda fisiológica; e o peso médio do fruto aumentava em todas as concentrações com relação ao controle. Concentrações entre 150 e 250 mg.l^{-1} , aplicadas durante a queda fisiológica dos frutos, foram eficazes na tangerina 'Dancy', mostrando um bom raleio. Já o tangor 'Murcote' se mostrou muito sensível, apresentando raleios excessivos (Wheaton, 1981).

Bredell (1989) relata os resultados de diversos agentes de desbaste sobre a tangerina 'Clementina'. O NAA à 350 mg.l^{-1} aumentou a produção e a porcentagem de frutos de melhor qualidade. O ethephon mostrou-se ineficiente como agente de desbaste e o Figaron e KNO_3 tiveram pouquíssimo efeito sobre o tamanho do fruto.

Galliani et al. (1975) avaliaram o efeito de desbaste sobre o tamanho do fruto e a quebra da alternância de colheitas da tangerineira 'Wilking', em pulverizações com ethephon 200 mg.l^{-1} , ácido naftalenacético (NAA) 350 mg.l^{-1} e ácido naftalenacetamida (NAD) 350 mg.L^{-1} . Um considerável raleio foi obtido com ethephon e NAA; embora não tenha ocorrido uma diminuição significativa da produção (kg/árvore) devido ao aumento no peso individual do fruto. Estes dois tratamentos proporcionaram um

controle da alternância de colheitas, sendo que as árvores tratadas deram uma produção satisfatória no ano seguinte. Os maiores frutos obtidos apresentaram um maior grau de maturação, sendo que a diminuição na acidez pode estar relacionada com o efeito de diluição devido a um maior tamanho de fruto. Entretanto, este efeito não pode ser detectado em relação aos sólidos solúveis totais. Deve ser lembrado que a acidez do fruto na maturidade se dá essencialmente em função da diluição ; por outro lado, uma maior área foliar irá suprir estes maiores frutos remanescentes após o desbaste, e por esta razão, a porcentagem de sólidos solúveis totais não é diminuída em relação aos frutos menores. O índice de maturação é maior como consequência, e estes frutos maiores amadurecem mais cedo.

El-Zeftawi (1976) avaliou os efeitos do 2,4,5-T e ethephon sobre o tamanho do fruto, pigmentos da casca e alternância de colheitas da tangerina ‘Imperial’. O ethephon à 200 ou 250 mg.l⁻¹ reduziu o número de frutos, aumentou o seu tamanho e pareceu estimular o desenvolvimento e a coloração dos frutos. Entretanto, a concentração de 300 mg.L⁻¹, embora tenha proporcionado um aumento de 44% no desbaste, produziu frutos menores os quais exibiram pontos necróticos. A atividade metabólica destes pontos necróticos durante a regeneração do tecido da casca pode ter evitado a queda destes frutos, sem estimular o seu desenvolvimento. O ethephon reduziu a produção de árvores com excesso de produção e este efeito se repetiu nas duas produções seguintes, mas o mesmo não foi observado para o 2,4,5-T. Neste experimento, o ethephon desbastou 25% dos frutos, enquanto que o 2,4,5-T desbastou somente 7%. Desta forma, os resultados insatisfatórios obtidos com o 2,4,5-T são devidos ao seu insignificante efeito de desbaste e a habilidade da árvore em compensar estas pequenas perdas de frutos. Com relação a qualidade interna do fruto (acidez e sólidos solúveis totais), não foram observados efeitos significativos.

El Kassas et al. (1994) avaliaram durante um período de 4 anos o efeito de desbaste do NAA (250 ou 400 mg.l⁻¹) ; ethephon (250 mg.l⁻¹) ; 2,4-D (100 mg.l⁻¹) e GA₃ (100 ou 200 mg.l⁻¹) sobre a tangerina ‘Balady’ (*Citrus reticulata* Blanco). Nas árvores controle (pulverizadas com água), a produção neste período foi bastante irregular ; sendo que de todos os tratamentos, o que melhor mudou este padrão foi o NAA 250 mg.l⁻¹ ;

seguido do NAA 400 mg.l⁻¹ e GA₃ 100 mg.l⁻¹. Estes três tratamentos também proporcionaram a maior produção média durante os 4 anos de avaliação. No último ano, as produções foram significativamente maiores em todos os tratamentos, comparando-se com o controle. No geral, os parâmetros de qualidade do fruto não foram alterados pelos tratamentos.

Malaka & Bondok (1997) avaliaram os efeitos de desbaste do NAA (500 mg.l⁻¹); 3,5,6-TPA (25 mg.l⁻¹) ; IAA (200 mg.l⁻¹) e ethephon (400 mg.l⁻¹) sobre a qualidade do fruto da tangerina 'Balady'. O efeito dos reguladores vegetais sobre o conteúdo de IAA, GA₃ e ABA na casca do fruto também foi avaliado. O melhor desbaste foi obtido com NAA e 3,5,6-TPA respectivamente. Todos os tratamentos diminuíram a produção (número de frutos/árvore) comparando-se com o controle, e também aumentaram significativamente o peso e o diâmetro do fruto (com exceção do IAA), sendo que os frutos mais pesados foram obtidos com o 3,5,6-TPA. Nenhum dos tratamentos teve efeito sobre o peso e a espessura da casca, sólidos solúveis totais e acidez. Os frutos remanescentes mostraram uma maior concentração de IAA do que os frutos que caíram. O ethephon diminuiu o conteúdo de IAA endógeno comparando-se com o controle. O conteúdo endógeno de GA₃ foi maior na parte terminal do ramo de frutos remanescentes do que dos frutos que caíram, e o 3,5,6-TPA mostrou-se eficiente em aumentar o conteúdo de GA₃. Já a concentração endógena de ABA foi maior nos frutos que caíram do que nos frutos remanescentes.

Schneider & Lasheen (1973) verificaram se os químicos NAA e carbaril (1-naphtil metilcarbamato) , além de seu efeito de desbaste, também afetariam o nível de metabólitos em frutos de macieira 'Golden Delicious' em desenvolvimento. Desde que os açúcares redutores totais foram reduzidos pelo tratamento com NAA e desde que é necessária uma alta concentração de metabólitos para o pegamento do fruto e seu desenvolvimento, pareceu provável que o efeito de desbaste do NAA é devido diretamente ou indiretamente ao seu efeito sobre a quantidade de açúcares redutores disponíveis para o fruto jovem em desenvolvimento ou presente neste. Os autores também concluem que a ação de desbaste do NAA e do carbaril se dá devido a diferentes efeitos fisiológicos ; já que ambos reduziram o pegamento, mas o carbaril não

afetou a quantidade de açúcares redutores no fruto (não alterando portanto o transporte de metabólitos).

De acordo com Agusti et al. (1994 a), o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxipropiônico) aumentou o tamanho final do fruto da tangerina 'Satsuma', sendo que a magnitude da resposta dependeu da concentração aplicada e da data do tratamento. Quando a aplicação se deu no final da queda fisiológica, 50 mg.l⁻¹ foi o tratamento mais eficiente em aumentar o tamanho do fruto. A densidade e a firmeza da casca também foram melhoradas. Devido à não ocorrência de desbaste, os autores concluíram que esta auxina pareceu estimular o crescimento do fruto.

Segundo El-Otmani et al. (1993), a aplicação de 2,4-DP sobre a tangerina 'Fortune', imediatamente após a queda fisiológica, estimulou o crescimento do fruto e aumentou o seu tamanho final. O aumento de tamanho devido ao aumento na concentração aplicada se deu numa relação linear até o ponto de saturação entre 50 e 100 mg.l⁻¹. O peso da casca e o volume de suco foram aumentados em termos absolutos, mas não em valores relativos. Pela análise da polpa foi observado que o 2,4-DP aumentou o tamanho do fruto por afetar o desenvolvimento das vesículas de suco, mais por um aumento na expansão do que na divisão celular.

Guardiola & Lázaro (1987) avaliaram o efeito da aplicação conjunta de 2,4-D e 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético) sobre o crescimento e o desenvolvimento anatômico do fruto em tangerina 'Satsuma'. A máxima resposta foi obtida quando a mistura foi aplicada 26 dias após a antese, sendo que neste momento as vesículas de suco ocupavam por completo a cavidade locular e a taxa de expansão das cavidade loculares começou a aumentar rapidamente. As auxinas tiveram um efeito estimulatório direto sobre o crescimento do fruto, sendo que nenhum efeito de desbaste foi observado para a concentração utilizada (7,5 mg.l⁻¹). Diferenças no peso entre os frutos tratados e os frutos controle aumentaram com o tempo, até a maturidade. O crescimento de ambos os segmentos, casca e polpa, foi estimulado inicialmente numa mesma extensão, mas na maturação os frutos tratados tiveram uma menor porcentagem de casca devido ao seu maior tamanho.

D) Relação Entre o Desbaste e o Acúmulo de Nutrientes e Substâncias de Reserva

Com a finalidade de avaliar a correlação dos teores de substâncias de reserva nas folhas e raízes, com a produção de frutos e alternância de produção da tangerineira 'Montenegrina', Souza et al. (1993) testaram três concentrações de ethephon (100, 200 e 300 mg.l⁻¹) associadas à uréia (3%) e quatro pressões de pulverização foliar (50, 100, 150 e 200 libras/polegada²), no raleio de frutinhos, em plantas excessivamente carregadas. As pulverizações foram efetuadas durante a queda natural dos frutinhos.

Ao serem aumentadas as concentrações de ethephon, ocorreu um decréscimo no número de frutos produzidos, o que evidencia efeito positivo do ethephon sobre o raleio de frutos. O aumento das pressões de pulverização tendeu a reduzir o número de frutos produzidos por planta. Esse resultado evidencia a hipótese formulada por Marodin (1987), de que maiores pressões de pulverização poderiam aumentar o raleio, atingindo os frutinhos situados em partes mais internas da copa.

Percebeu-se ter ocorrido um aumento progressivo no número de frutinhos por m² de superfície de copa, no ano subsequente à aplicação dos tratamentos, à medida que aumentaram as concentrações de ethephon, indicando uma tendência progressiva de quebra da alternância de produção.

Tratando-se de uma concentração de ethephon que proporcione uma boa carga de frutos, aliada à quebra da alternância de produção, pode-se dizer que a concentração de 200 mg.l⁻¹ foi a mais satisfatória, visto que 100 mg.l⁻¹ não reverteu a alternância, e 300 mg.l⁻¹, apesar de ter quebrado a alternância, induziu um raleio excessivo, gerando baixa produção de frutos, causando elevada frutificação no ano subsequente à aplicação, possivelmente resultando numa carga exagerada que venha a requerer novo raleio.

Após 120 dias do raleio, houve tendência de ocorrerem maiores teores de K foliar nas plantas submetidas às maiores concentrações de ethephon, sendo que o N nas plantas controle não diferiu do teor de N nas plantas tratadas com 300 mg.l⁻¹ de ethephon. Por sua vez, os teores foliares de P não variaram significativamente entre si. Observou-se também não ter havido variação significativa para os teores foliares de N, P, K entre as pressões de pulverização.

No caso do K, o que possivelmente ocorreu foi um menor desgaste sofrido pelas plantas submetidas as maiores concentrações de ethephon, em decorrência de uma menor carga de frutos, tendo ocorrido, nessas plantas, uma menor translocação destes nutrientes para os frutos. Os teores de P talvez não tenham variado significativamente devido ao baixo conteúdo deste nos frutos.

Na casca e lenho das raízes ocorreram aumentos dos teores de substâncias de reserva, com o incremento das concentrações de ethephon, ao passo que as pressões de pulverização não exerceram efeito significativo. Verificou-se que as plantas que apresentaram excesso de carga tiveram, concomitantemente, menor teor de substâncias de reserva na casca e lenho das raízes, em consequência de um provável esgotamento. Os autores evidenciam então as afirmações feitas por Smith (1976), que considerou o baixo nível de carboidratos como sendo a principal causa da ocorrência da alternância de produção, e a carência de nutrientes minerais uma consequência do mau funcionamento do sistema radicular.

Nas folhas, verificou-se que as concentrações de ethephon não influíram sobre os teores de substâncias de reserva. A tendência inicial é de se esperar que nas folhas a resposta seja semelhante à verificada nas raízes. Porém, sabe-se que os frutos têm prioridade na utilização dos produtos fotossintetizados, sendo que, na ausência deles, as raízes é que ficam com a preferência. Por este motivo, a explicação mais adequada para o comportamento encontrado é que, quando há certa carga de frutos, os fotossintetizados são deslocados prioritariamente das folhas para os frutos, suprindo-os, ao passo que, na ausência de frutos, as substâncias de reserva são deslocadas integralmente para outros órgãos, tais como sistema radicular, tronco e ramos, que são os órgãos de armazenamento de reservas por excelência. Por isto nas folhas não se perceberam diferenças acentuadas entre os tratamentos.

Marinho et al. (1993) avaliaram diferentes intensidades de desbaste em combinação com a fertilização foliar, para promover a boa qualidade da tangerina 'Ponkan'. O desbaste manual teve efeito significativo para o tamanho dos frutos, representado pelos diâmetros longitudinal e transversal. Com relação ao peso dos frutos, houve efeito significativo do desbaste ; à medida que se diminuiu o número de frutos por

ramo, ocorreu um incremento no peso. Houve efeito significativo do desbaste sobre o volume de suco, cuja representação foi linear, indicando um aumento de 3,14% a cada retirada de um fruto. Já com relação às pulverizações (adubo comercial contendo N, Mg, S, B, Mn e Zn), houve efeito significativo no peso dos frutos. Para o tamanho do fruto e volume do suco, a diferença entre as médias não foi significativa. No entanto, notou-se certa tendência de aumento das médias quando realizadas as fertilizações foliares. O aumento do peso dos frutos e não do tamanho e/ou do volume de suco, parece estar ligado ao maior peso da polpa, incluindo aí a casca. É de se esperar, ao se fertilizar, que haja concentração maior de minerais e maior consistência nestas partes do fruto, e, em consequência, maior peso.

E) Efeito sobre as Características Internas do Fruto

O efeito direto das auxinas sintéticas sobre o desenvolvimento do fruto se manifesta através de um crescimento generalizado de todos os tecidos do fruto. Somente a polpa é diretamente afetada pela ação da auxina, uma vez que o conteúdo em suco e o peso da casca dependem do tamanho do fruto e não do tratamento. Este tipo de ação não é só característica do 2,4-DP, mas também do Phenotiol e do 3,5,6-TPA (Agusti et al., 1994 a ; El- Otmani et al. ,1993).

O estímulo sobre o crescimento da polpa explica a dependência da resposta obtida, conforme a época de aplicação. Esta é ótima quando a aplicação se efetua no final da queda fisiológica, quando a fase de proliferação celular já se completou e se inicia a fase de expansão celular e acumulação de suco. O desenvolvimento das vesículas de suco contribui decisivamente com o tamanho final do fruto, como se tem demonstrado em trabalhos com explantes de endocarpo e mesocarpo provenientes de frutinhas de diferentes idades (Guardiola et al., 1993).

A aplicação de auxinas aumenta o tamanho dos lóculos assim como o tamanho das vesículas de suco. Mas o número destas e o número de fileiras de células por vesícula não é alterado. Desta maneira, somente o peso das vesículas é afetado pelo

tratamento, devido principalmente a uma maior acumulação de matéria seca. Como consequência deste efeito, o fruto aumenta a sua capacidade para acumular suco, cresce mais e em uma maior velocidade. A perda progressiva da resposta, associada ao atraso na época de aplicação, indica que o alongamento celular diminui com o tempo e torna-se necessária uma maior concentração da auxina para reativá-lo (El-Otmani et al., 1993).

Uma prova adicional deste efeito direto se constitui no aumento do diâmetro dos pedúnculos dos frutos, detectado paralelamente ao aumento de seu tamanho. Este efeito não altera, no entanto a relação entre ambos os parâmetros, e indica um incremento da capacidade de dreno do fruto, estimulando o transporte de água e nutrientes até ele ; satisfazendo assim o alongamento celular e portanto, seu tamanho (Agustí et al., 1995 a).

Aznar et al. (1995) avaliaram o efeito do Phenotiol (0, 10, 20 e 30 mg .l⁻¹) sobre o tamanho do fruto, qualidade e produção da tangerina 'Fortune', e discutiram ainda os prováveis mecanismos de ação da auxina. Os estudos histológicos dos tecidos foram efetuados através de amostras retiradas da porção equatorial dos frutos (a qual inclui todos os tecidos presentes), com pelo menos um lóculo intacto. Foram determinados o diâmetro dos frutos, máxima largura radial e tangencial dos lóculos e número de vesículas de suco (ao longo das duas dimensões).

A maior concentração (30 mg.l⁻¹) reduziu significativamente o número de frutos colhidos por árvore, entretanto não houve redução na produção, já que o aumento no peso dos frutos compensou a redução no número de frutos. O efeito sobre o tamanho do fruto foi devido primariamente ao efeito de abscisão do Phenotiol. Com relação à frequência de distribuição dos frutos, de acordo com o seu diâmetro, as árvores tratadas apresentaram frutos com maiores diâmetros, indicando que todos os frutos foram afetados pela auxina.

Os autores discutem que o aumento no tamanho dos frutos parece não estar relacionado com o número de frutos por árvore. Isto indica um efeito direto da auxina sobre o desenvolvimento do fruto, conforme já havia sido anteriormente relatado (Agustí et al., 1992; El -Otmani et al.,1993). Somente a concentração de 30 mg.L⁻¹ poderia trazer um efeito de abscisão detectável. Este desbaste resultaria em um efeito adicional sobre o tamanho do fruto. Em citros tem sido demonstrado que o tamanho final do fruto depende

da capacidade deste se desenvolver, o que pode ser acentuado com tratamentos auxínicos ; e da capacidade da árvore em suprir nutrientes e água para o fruto, o que é regulado através do fenômeno de competição.

Os frutos tratados com o Phenotiol apresentaram aumento de tamanho, relacionado com um aumento em todos os tecidos, sendo que o peso da casca e o tamanho do lóculo tiveram um aumento significativo. O número de vesículas de suco por lóculo não foi afetado pela auxina, entretanto, o tamanho destes e seu peso fresco foram significativamente maiores nas árvores tratadas. Sugere-se que o tratamento auxínico promova o desenvolvimento do endocarpo. Quanto maior a fruta, maiores os lóculos e vesículas de suco. O aumento nas dimensões das vesículas de suco é mais devido à expansão celular do que a uma divisão celular. Isto pareceu lógico desde que os tratamentos foram aplicados após a queda fisiológica, ou seja, uma vez completada a fase de proliferação celular, inicia-se a expansão celular e o acúmulo de suco (Aznar et al., 1995 citando Bain²). Este efeito do Phenotiol implica num aumento da força de dreno do fruto, como sugerido para outras auxinas (Guardiola & Lázaro, 1987) ; e explica o efeito direto de promotor do desenvolvimento do fruto.

De acordo com estes resultados, a capacidade do fruto de se desenvolver poderia ser limitada pela redução nas concentrações de auxina endógena durante o período crítico de desenvolvimento do fruto, como no caso dos primeiros estágios de expansão celular (Takahashi et al., 1975). A menor habilidade do fruto em sintetizar este hormônio ou a competição entre frutos por este tipo de substância, poderiam ser a razão para a sua reduzida disponibilidade. A competição por carboidratos, como proposto por diversos autores, parece não ser um fator limitante ao crescimento, dado que um aumento em sua demanda resulta num aumento da taxa de fotossíntese (Lenz, 1978). A relação inversa existente entre tamanho do fruto e número de frutos por árvore, e o estímulo à expansão celular obtido com as aplicações de auxinas sintéticas, com conseqüente aumento na matéria seca das vesículas de suco, concordam com a hipótese de uma competição ativa por auxinas endógenas entre os frutinhos.

² BAIN, J.M. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck). **Australian Journal of Botany**, v.6, p.1-24, 1958.

Agusti et al. (1995b) trabalharam com o ácido 3,5,6-tricloro-2-piridiloxilacético (3,5,6-TPA) em diferentes concentrações (0, 5, 10, 15, 20 e 25 mg.l⁻¹) em árvores adultas de tangerina 'Clementina Fina' em duas épocas diferentes: durante a queda fisiológica natural (quando o diâmetro dos frutinhos era de 11 mm) e após a queda fisiológica (quando o diâmetro dos frutinhos era de 17 mm). Foram efetuadas medições periódicas do diâmetro dos frutos até a maturidade. Também foram determinadas as características dos frutos na maturidade como: dimensões dos lóculos ; peso da casca, polpa, vesículas e suco ; concentração de sólidos solúveis totais (TSS) e concentração de ácidos (A).

Segundo Agusti et al. (1995b), o efeito do 3,5,6-TPA sobre o tamanho final do fruto não pode ser explicado exclusivamente em termos de abscisão de frutos (isto é, competição). Embora a porcentagem de frutos desbastados devido ao tratamento foi maior com o aumento da concentração aplicada, o aumento no diâmetro do fruto alcançou um máximo na concentração de 20 mg.L⁻¹, independentemente da data de aplicação. Quando se faz uma comparação das duas datas de aplicação, o efeito máximo sobre o tamanho foi obtido na data I (durante a queda fisiológica), para a concentração de 20 mg.l⁻¹. Entretanto, este tratamento provocou a abscisão de pelo menos 60% dos frutos. O maior incremento de diâmetro obtido nos frutos tratados com 5 mg.l⁻¹ na data II (após a queda fisiológica) demonstrou um efeito direto da auxina, o qual é dependente da data de aplicação. Quando o 3,5,6-TPA foi aplicado após a queda fisiológica, o desbaste já havia ocorrido naturalmente e a competição entre os frutos já havia sido reduzida. Entretanto, o efeito do tratamento sobre o incremento no fruto geralmente foi semelhante para todas as concentrações testadas (exceto para 20 mg.l⁻¹).

O efeito de desbaste foi tão severo quando os tratamentos foram aplicados durante a queda fisiológica, que o aumento significativo no tamanho do fruto não foi suficiente para compensar a redução no número de frutos, de maneira que a produção foi significativamente reduzida. Quando os tratamentos foram aplicados após a queda fisiológica, a produção foi aumentada com as concentrações de 5-15 mg.l⁻¹ e significativamente diminuída para a concentração de 25 mg.l⁻¹, a qual correspondeu a uma redução de 40% no número de frutos colhidos.

Da mesma maneira que para as outras auxinas (Agustí et al., 1994a ; El-Otmani et al., 1993), os pesos da casca e da polpa e o conteúdo de suco aumentaram em valores absolutos, mas não como uma porcentagem do peso total, indicando um crescimento generalizado de todos os tecidos do fruto como consequência do tratamento. Os resultados obtidos por Agustí et al. (1995b) revelaram que os tratamentos com auxina afetaram somente o peso das vesículas de suco, sendo que as vesículas dos frutos tratados acumularam maiores quantidades de matéria seca. Portanto, o 3,5,6-TPA pode ter aumentado a capacidade de dreno destes frutos, o que tem sido sugerido para esta e outras auxinas quando aplicadas localmente em apenas alguns frutos por árvore (Agustí et al., 1994 b).

Segundo Agustí et al. (1995b), observou-se uma redução inicial no crescimento do fruto somente quando estes foram tratados durante a queda fisiológica. O fato do 3,5,6-TPA ter provocado a abscisão de frutos, independentemente da data de tratamento indica que o desbaste é provocado diretamente pela auxina, e que o efeito depressivo transitório sobre o crescimento do fruto não é o único fator que promove a abscisão.

F) Efeito dos Reguladores Vegetais sobre o Sistema Vascular do Fruto

Existem algumas evidências que suportam a possibilidade de uma limitação na capacidade de transporte (sistema vascular) em *Citrus*, a qual provoca a abscisão de frutos. Foi encontrada uma correlação entre o tamanho do fruto e o diâmetro do pedicelo entre os frutos de laranja 'Valência' na maturidade (Stewart et al., 1952). Os ramos produtivos frutíferos eram mais espessos que os ramos não frutíferos, na época da colheita (Jahn, 1978), sugerindo um tipo de ajustamento dos tecidos vasculares à demanda por assimilados. As inflorescências foliares são tidas por apresentar maior fixação dos frutos do que as inflorescências sem folhas (Jahn, 1973). Recentemente encontrou-se uma alta correlação existente entre a área da secção transversal do eixo da inflorescência e o número de folhas e flores presentes nesta inflorescência. Sugeriu-se

que uma maior capacidade de transporte poderia ser responsável pelo aumento da fixação dos frutos nas inflorescências foliares.

Bustan et al. (1995), trabalhando com pomelo (*Citrus paradisi* cv. Marsh Seedless), demonstraram que a capacidade do sistema vascular em árvores de *Citrus* é limitada, podendo restringir o crescimento do fruto ; e que o fruto supera tal limitação primariamente pela indução de um espessamento secundário de seus tecidos condutores.

No final da queda fisiológica foi realizado um desbaste deixando-se apenas 40 frutos por árvore, os quais tinham sido marcados. Em outro grupo de árvores, foram marcados 40 frutos e usados como controle (sem desbaste). Uma árvore de cada grupo recebeu anelamento, gerando quatro tratamentos: desbaste e anelamento ; somente desbaste ; somente anelamento e controle (sem desbaste e sem anelamento). No ano seguinte, foram utilizadas outras árvores nas quais foram escolhidos ramos uniformes sendo marcados alguns frutos de cada ramo. Após uma semana esses ramos foram anelados e os frutos marcados removidos, para medições do seu diâmetro e peso (da mesma maneira que no experimento anterior), e também uma medição do diâmetro do pedicelo . Adicionalmente, foi feito um acompanhamento de frutos individuais para cada uma destas árvores, sendo realizados três tratamentos: anelamento dos pedicelos removendo 50 ou 90% da circunferência da casca e o controle. Avaliou-se o crescimento dos frutos e foram feitas observações anatômicas no final do experimento. O transporte de massa específica (SMT) foi calculado dividindo-se a taxa de crescimento do fruto pela área da secção transversal do pedicelo (CSA).

Um marcante aumento na taxa de crescimento do fruto foi a resposta imediata ao anelamento do ramo e ao desbaste. O transporte de massa específica (SMT) aumentou imediatamente após o tratamento e permaneceu maior do que aquele nos pedicelos dos frutos controle, demonstrando a habilidade do sistema vascular em aumentar sua aparente capacidade de translocação.

As observações anatômicas realizadas um mês após o anelamento e desbaste, revelaram que nos ramos tratados a atividade cambial se tornou muito intensa, produzindo espessamento nas camadas de xilema e floema, enquanto que nos pedicelos dos frutos controle a atividade cambial foi muito menor.

Uma injúria mecânica ao pedicelo dos frutos de pomelo, através de um anelamento parcial, causou um decréscimo imediato no crescimento do fruto. Entretanto não ocorreu abscisão de frutos, mesmo quando 90% da casca do pedicelo foi removida. Durante um pequeno período de tempo, esta considerável perda física foi compensada pelo uso intensificado do tecido funcional remanescente. O SMT calculado para 90% de dano foi maior do que aquele nos frutos controle.

A menor demanda total por carboidratos dentro de uma árvore causa uma redução na taxa fotossintética, tão bem quanto um redirecionamento dos assimilados para o crescimento vegetativo e armazenamento. Torna-se razoável admitir que o sistema de translocação pode impor limites à total expressão da força potencial de dreno. Isto pode ser verdadeiro quando ambos, demanda ou suprimento, excedem a capacidade de translocação.

Guardiola et al. (1993) também especularam que as conexões vasculares limitam o crescimento de frutos em *Citrus*, entretanto eles concluíram que os efeitos de substâncias de crescimento sobre o tamanho do fruto estiveram mais relacionados à mudanças metabólicas nos tecidos frutíferos. A íntima relação entre tamanho do fruto na maturidade e CSA do pedicelo, demonstrada por uma variedade muito grande de tamanhos de frutos, sugere uma possível dependência da taxa de crescimento do fruto com relação a sua capacidade vascular. Um fenômeno comparável ocorre no estágio mais inicial do fluxo de desenvolvimento de primavera em *Citrus*, existindo uma forte correlação entre a quantidade de folhas e/ou flores e a espessura e nível de desenvolvimento do sistema vascular do ramo. Sugeriu-se que a maior capacidade do sistema vascular de inflorescências foliares ou não foliares mas multi-floríferas foi a maior razão de uma melhor fixação dos frutinhos naquele tipo de ramo (Bustan et al., 1995 citando Erner³).

Bustan et al. (1995) demonstraram que o desenvolvimento do pedicelo na verdade precede a fase de crescimento linear do fruto. Isto indica que o investimento na conexão vascular recebe alta prioridade nos estágios iniciais de desenvolvimento do

³ ERNER, Y. Citrus fruit set: carbohydrate, hormone and leaf mineral relationship. In: WRIGHT, C.J. (Ed.). **Manipulation of fruiting**. London: Butterworth & Co., 1989. p.233-242.

fruto, quando a demanda por fotoassimilados é ainda relativamente pequena. O desenvolvimento do sistema vascular não é restrito ao pedicelo, como pode ser observado pelo espessamento dos ramos frutíferos

Um drástico aumento na relação fonte/dreno, ou uma injúria nas rotas de transporte, resultam numa insuficiente capacidade do sistema vascular. A resposta imediata foi um aumento no SMT para rebalancear o suprimento e a demanda. A diferença encontrada entre os SMT potencial e atual possibilita o sistema a responder rapidamente à mudanças de condições num curto intervalo de tempo, permitindo-se um tempo suficiente para a regeneração a longo prazo.

A questão sobre qual é o mecanismo que regula a indução e formação de novos tecidos vasculares necessita maiores investigações. Uma oscilação não usual na taxa de fluxo de assimilados e água no sistema, pode agir como um sinal na expansão dos tecidos vasculares. Por outro lado, é possível que o aumento na taxa de crescimento do fruto aumente a produção e exportação basípeta de maior quantidade de substâncias de crescimento por este fruto. Isto, como consequência, pode aumentar a atividade cambial e a diferenciação de floema e xilema adicionais (Aloni, 1987). Assim que o novo sistema vascular se torna ativo, a capacidade do sistema aumenta e mais substrato estará disponível para o fruto. O ciclo de respostas em retroefeito continua até que um novo balanço entre fonte e dreno é alcançado e a taxa de crescimento do fruto permaneça estável.

Bustan et al. (1995) relatam que os órgãos dreno em crescimento ativo, os quais dividem um sistema vascular comum, cooperam na sua formação para gerar uma maior capacidade de translocação. Uma das vantagens obtidas pela produção de uma grande florescência pode ser a maior capacidade daquele ramo, formado com a colaboração de várias unidades reprodutivas, em satisfazer a demanda eventual de pelo menos um fruto até a maturidade. Entretanto, o aumento na demanda por substratos, devido a presença de vários frutos em crescimento, geralmente excede a capacidade do sistema vascular daquele ramo, apesar do seu rápido desenvolvimento. Desta maneira, ocorre uma falta de substrato nas regiões de dreno, mesmo quando os carboidratos e a água estão disponíveis na árvore. Tais condições resultam numa competição entre os frutinhos em

desenvolvimento, o que causa a abscisão nos estágios iniciais (Zucconi et al., 1978) ou uma reduzida taxa de crescimento.

G) Transporte Polar de Auxinas em Relação à Abscisão de Frutos

Ebert & Bangerth (1982), realizaram uma extensiva investigação das possíveis mudanças no padrão hormonal dos frutos de macieira após a aplicação de agentes de desbaste, a fim de estabelecer os eventos que podem levar a uma redução nos níveis de auxina e a um aumento dos níveis de etileno no sítio de formação da camada de abscisão. Desde que o sinal de indução para a formação de uma camada de abscisão vem de um órgão distal – o fruto – foram analisados os hormônios extraíveis e difusíveis.

O cultivar com alternância de colheita ‘King of the Pippins’ e o cultivar com frutificação regular ‘Golden Delicious’ foram utilizados em experimentos de desbaste. Os frutos foram contados antes e após o período de queda fisiológica e na época da colheita. Os experimentos foram conduzidos em dois anos consecutivos (1977 e 1978) utilizando-se carbaril, ethephon e o ácido naftalenacetamida (NAAm). Para as análises dos hormônios foram escolhidos frutos ao acaso, de modo que as amostras compreendiam frutos persistentes e frutos que poderiam depois cair. As análises foram conduzidas visando a extração de etileno, IAA, ABA e giberelinas ; e a identificação de IAA e ABA difusíveis.

De acordo com Eberth & Bangerth (1982), os resultados deste experimento sugerem que uma redução no transporte de IAA é o fator mais importante no modo de ação de todos os três agentes de desbaste investigados. Esse reduzido transporte de auxina foi observado com o avanço da queda dos frutos e parece razoável supor que um dos efeitos destas substâncias é o de inibir diretamente o transporte de auxina.

Alguns dos resultados encontrados na literatura parecem concordar com esta possibilidade. Têm sido mostrado que o etileno é capaz de reduzir o conteúdo de auxinas em vários tecidos, tanto por uma inibição da biossíntese de auxinas , como ocorre em *Coleus* (Valdovinos et al., 1967) ; ou através de uma inibição direta do transporte de

auxina, como ocorre em pessegueiro (Weinbaum et al., 1977). Com relação ao NAA e ao carbaril, existem menos evidências, mas alguns autores relatam que estas substâncias também podem afetar o transporte de auxina (Crowe, 1965).

Surpreendentemente, um aumento no conteúdo de IAA extraível com relação aos níveis controle, foi observado após a aplicação de todos os tratamentos de desbaste. É possível que tenha ocorrido uma redução no transporte de auxina sem uma redução simultânea na concentração das auxinas extraíveis. Esta observação suporta a hipótese de que o transporte de auxina é diretamente inibido pelos agentes de desbaste. O aumento aparente no conteúdo de IAA pode ser o reflexo de uma reduzida exportação deste naqueles frutos tratados.

Alternativamente, pode ocorrer um efeito indireto dos agentes de desbaste sobre o transporte de auxina. As pulverizações de produtos químicos poderiam mudar a habilidade de mobilização dos frutos, isto é, a força de dreno de alguns frutos poderia ser reduzida com relação aos outros frutos da árvore, devido a uma alteração no seu balanço hormonal. Como resultado, a taxa de crescimento destes frutos poderia ser retardada. Sob estas condições, frutos menos vigorosos podem sofrer uma falta de assimilados, o que levará a uma senescência prematura. Entretanto, uma redução no transporte de auxina é uma das características da senescência (Goldschmidt, 1977).

O reduzido transporte basipeto de auxina à partir de frutos tratados, parece ser um dos fatores determinantes da abscisão do fruto causada pelo tratamento de desbaste. Mudanças nos níveis de outros hormônios também foram observadas após a aplicação destes agentes químicos. O mais extraordinário a esse respeito foi o grande e persistente aumento de etileno no tratamento com ethephon. Entretanto, não se pode concluir que somente a evolução no nível de etileno seja suficiente para causar uma abscisão severa dos frutos. Novamente, uma marcante redução no conteúdo de auxinas difusíveis parece ser o pré-requisito para um efeito de desbaste satisfatório do etileno.

Para Ebert & Bangerth (1982), o ácido abscísico deve exercer também uma função no processo de abscisão. Nos tratamentos com carbaril e NAA houve aumento de ABA. Tem sido mostrado que o ácido abscísico pode causar um aumento na

produção de etileno (Edgerton, 1971) ou uma redução na taxa de transporte de IAA (Pilet, 1971).

De acordo com Bangerth (1990), o crescimento dos ramos e frutos em uma árvore é um processo altamente coordenado e integrado que envolve tanto a competição por assimilados como processos de dominância. A dominância pode ser assumida em situações onde o desenvolvimento do fruto (ou ramo) é reduzido e/ou a queda do fruto é aumentada mesmo quando a deficiência de assimilados provavelmente não prevaleça.

O fenômeno de dominância é vantajoso especialmente para as plantas selvagens, em condições ambientais limitadas. Para o produtor de frutas, ele pode ser desvantajoso, pois pode limitar o potencial de produção devido a excessiva queda de frutos. Por outro lado, a dominância pode ser benéfica em situações onde o desbaste químico dos frutos é requerido, como em algumas tangerinas, pessegueiro, etc. Nestes casos é permitido um desbaste seletivo de frutos com reduzido potencial de crescimento. Desta forma, o fenômeno de dominância é de considerável importância na regulação do carregamento de frutos, e uma melhor compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos seria altamente desejável. Para se transmitir o efeito de dominância de um órgão para outro, é necessário um sinal correlativo, o qual pode ser um hormônio. Para plantas, entretanto, na falta de um fluxo sangüíneo circulatório, existe um considerável problema na emissão deste sinal inibitório necessário para todas as direções possíveis (apical, basípeta, proximal). Recentemente descobriu-se que a via de transporte polar basípeta de auxina (IAA) pode satisfazer este requerimento se três características deste transporte altamente regulado forem consideradas: (a) o órgão que se desenvolveu primeiro é o dominante (dominância primogênita); (b) o IAA exportado do órgão que primeiro se desenvolveu reforça a sua própria via de transporte (autoestimulação), enquanto que inibe a exportação de IAA daqueles órgãos que se desenvolveram depois (autoinibição); (c) a exportação inibida de IAA do órgão deprimido deve ser responsável pela restrição no crescimento e/ou desenvolvimento deste órgão (sinal correlativo, inibidor).

De acordo com Bangerth (1990), esse “mecanismo de autoinibição” no transporte de IAA ocorre nas “junções” onde o primeiro e mais intensivo fluxo de IAA do órgão dominante se encontra com aquele fluxo vindo posteriormente dos órgãos inibidos e em

desenvolvimento. Uma questão crucial e ainda parcialmente não resolvida sobre a hipótese anterior reside naquilo proposto pela terceira característica, isto é, como a exportação restrita de IAA diminui o crescimento e/ou desenvolvimento de um órgão como um fruto? Aqui deve-se distinguir entre um efeito quantitativo e qualitativo do sinal de dominância. No primeiro caso, o fruto inibido irá cair, enquanto que no segundo a sua taxa de crescimento é reduzida. O efeito causador da abscisão pode ser explicado como se segue: o fluxo diminuído de IAA vindo daqueles frutos inibidos atravessa a camada de abscisão destes e, quando é diminuído a um valor abaixo de um certo limite, não mais prevê a ativação deste tecido (Sexton et al., 1985) e desta maneira causa a queda do fruto. Este mecanismo proposto não somente explica como um órgão dominante causa a abscisão de um órgão inibido, mas também resolve a controvérsia a respeito da importância da concentração de IAA basal para a camada de abscisão (Bangerth, 1990 citando Addicott ⁴). O sinal correlativo de dominância já descrito também explica a queda preferencial dos frutos inibidos e a constante falha na obtenção de correlações entre os frutos que caem e os frutos que permanecem e as suas concentrações endógenas de hormônio ; para macieira (Ebert & Bangerth, 1982), pessegueiro (Bangerth, 1990 citando Zucconi ⁵) e citrus (Bangerth, 1990 citando Weber ⁶)

Desta maneira, o desbaste químico torna-se mais difícil de ser obtido naqueles frutos que não apresentam uma dominância pronunciada entre os outros frutos/ramos, tais como o pêssego. Por outro lado, de acordo com Bangerth (1990), todas as circunstâncias naturais ou artificiais que amplificam as situações de dominância facilitam o desbaste químico e aumentam a queda natural dos frutos. Entre estas circunstâncias estão as situações de estresse (nutricional e ambiental), as quais reduzem a fixação/retenção dos frutos. A maioria destas condições também inibem a exportação de IAA mesmo nas condições onde o estresse estimula o crescimento do fruto.

⁴ ADDICOTT, F.T. **Abscission**. Univ. of California Press. Berkely, 1982.

⁵ ZUCCONI, F. Peach. In: Monselise, S.P. (ed.) **Handbook of fruit set and development**. Florida: CRC Press, Boca Raton, 1986.

⁶ WEBER, J.R. *Angewandte und hormonale Aspekte der Fruchtbehangsregulierung bei Mandarinen in der Cukurova (Turkei)*. Ph.D. Thesis, Hohenheim, FRG, 1986.

Bangerth (1990) conclui que uma melhor compreensão sobre os mecanismos endógenos de regulação do transporte de IAA e da autoinibição do IAA poderia ajudar a alcançar um melhor e mais seguro resultado de desbaste ou retenção de frutos.

3- PRIMEIRO TRABALHO CIENTÍFICO

EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NO DESBASTE DE FRUTOS DA TANGERINEIRA ‘PONKAN’ (*Citrus reticulata* Blanco) ⁽¹⁾

ANA CLÁUDIA PACHECO ⁽²⁾ e PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO ⁽³⁾

3.1- Resumo

Avaliou-se o efeito de diferentes reguladores vegetais sobre o desbaste de frutos e a qualidade da tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco). Os tratamentos foram aplicados após a queda fisiológica dos frutos e constaram de: controle (pulverização com água), NAA (ácido naftalenacético), ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico), Figaron (etil 5-cloro- 1H- 3- indazolil acetato) e carbaril (Sevin).

(1) Parte da tese de mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas do primeiro autor.

(2) Pós-graduanda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas da ESALQ – USP, Piracicaba, SP. Com Bolsa de Produtividade Científica Capes.

(3) Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ – USP, Piracicaba, SP.

O desenvolvimento vegetativo não foi alterado pela aplicação de reguladores vegetais. A diminuição no número de frutos ocorreu com o ethephon (150, 200 e 250 mg.l⁻¹) e Figaron (25 mg.l⁻¹), aos 69 e 140 dias após a aplicação; sendo que o ethephon foi o produto que obteve maior resposta. Não houve correlação entre aumento da concentração e quantidade de desbaste obtida, para nenhum dos produtos químicos empregados. Independentemente de uma ação raleante mais acentuada ou não, houve aumento no diâmetro final do fruto em todos os tratamentos. O rendimento do suco, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez e pH não foram alterados pelos tratamentos.

Termos de indexação: *Citrus reticulata*, desbaste, reguladores vegetais, tamanho do fruto, suco.

3.2- Abstract

EFFECTS OF PLANT REGULATORS ON THE THINNING OF 'PONKAN' MANDARIN (*Citrus reticulata* Blanco).

The effects of different plant regulators were evaluated on fruit thinning and fruit quality of 'Ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). The treatments applied after the "June drop" were: control (water spraying), manual thinning, NAA (1-naphthaleneacetic acid), ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid), Figaron (ethylchlozate) and carbaril (Sevin). The plant regulators did not alter the vegetative growth. Decrease in fruit number was caused by ethephon (150, 200 and 250 mg.l⁻¹) and Figaron (25 mg.l⁻¹) at 69 and 140 days after the application, and ethephon was more efficient in terms of thinning. There was no correlation between concentration improvement and percentage of thinning, for all the compounds tested. The significative

diameter increment was independent of less or more fruit thinning. Juice content, acidity (A), total soluble solids (TSS) and pH were not affected by the treatments.

Index terms: *Citrus reticulata*, thinning, plant regulators, fruit size, juice.

3.3 - Introdução

O desbaste de frutos é aconselhado principalmente para os cultivares de tangerinas, cujos problemas mais comuns são a produção de frutos de pequenas dimensões, com baixo valor comercial, alternância de safras, quebra dos ramos e queda de folhas e frutos. Segundo Monselise (1979), quando a redução no tamanho do fruto é devida a uma safra excessiva após a alternância de produção, são obtidos resultados adequados através do desbaste de frutos do ano corrente.

Marodin (1987) comparou as aplicações de NAA (400 mg.l^{-1}) e ethephon (100 , 200 e 300 mg.l^{-1}) em tangerina ‘Montenegrina’ efetuadas no início, durante e no final da queda natural de frutinhos. Os melhores resultados foram obtidos com ethephon a 200 mg.l^{-1} , o qual evitou a alternância de produção quando aplicado durante a queda natural de frutinhos. A dosagem de 300 mg.l^{-1} baixou drasticamente a produção, sendo esta dosagem considerada fitotóxica.

Suzuki et al. (1990) avaliaram os efeitos de desbaste da combinação de ethephon e Figaron em tangerina ‘Satsuma’. A adição de $25\text{-}50 \text{ mg.l}^{-1}$ de ethephon a 100 mg.l^{-1} de Figaron resultou em um raleio eficiente sem apresentar aumento na desfoliação. O Figaron (etilchlozate) aumentou a produção de etileno e CO_2 nos frutos, sendo que a adição de ethephon resultou em maiores aumentos destes dois parâmetros.

Li et al. (1990) avaliaram o efeito do Figaron à $50\text{-}400 \text{ mg.l}^{-1}$ sobre o desbaste de frutos e a qualidade da tangerina ‘Bendizau’ em diferentes épocas de aplicação (30, 60 ou 80 dias após o total florescimento). Aos 30 dias após o florescimento, a porcentagem de desbaste aumentou com o aumento da concentração, sendo ainda que

nesta época o tratamento proporcionou uma coloração mais rápida em comparação com o controle, aumentou o Brix e a acidez e melhorou a qualidade do fruto e o “flavour”. A concentração mais eficiente foi a de 100 mg. l⁻¹, a qual aumentou as concentrações de lisina, arginina e prolina no suco. As aplicações mais tardias não foram tão eficientes quanto esta aplicação aos 30 dias após o florescimento.

Brar et al. (1992) avaliaram o efeito de desbaste do ethephon (300, 400, 500 e 600 mg.l⁻¹), carbaril (Sevin) (500, 1000, 1500 e 2000 mg.l⁻¹) e NAA (400, 500 e 600 mg. l⁻¹) sobre a tangerina ‘Kinnow’; em aplicações realizadas durante o florescimento. Todos os tratamentos mostraram resultados eficientes com relação ao controle, mas o NAA à 400 mg. l⁻¹ e o ethephon a 300 mg. l⁻¹ foram os melhores, os quais ainda proporcionaram os maiores aumentos no tamanho do fruto e no conteúdo de sólidos solúveis.

Farmahan (1992) realizou o desbaste químico da tangerina ‘Kinnow’ com NAA (250–400 mg. l⁻¹) e ethephon (250 –400 mg. l⁻¹) em relação a um controle (água). A queda dos frutos começou mais cedo conforme o aumento na concentração aplicada. A maior queda de frutos (60% maior que o controle) se deu com o ethephon à 400 mg. l⁻¹ e a menor queda se deu com o NAA à 250mg. l⁻¹ (27,2% maior que o controle). O ethephon à 300 mg. l⁻¹ foi considerado o melhor tratamento, pois reduziu eficientemente o número de frutos e resultou no maior diâmetro dos mesmos, com o maior Brix. Este tratamento também resultou nas maiores produções do ano seguinte (ano “off”), e a queda de folhas foi menor do que 5% para todas as concentrações de ethephon. Embora os tratamentos com NAA tenham reduzido a produção nos anos “on” e aumentado a mesma nos anos “off”, eles foram menos eficientes com relação ao ethephon. O autor concluiu que uma única pulverização de ethephon à 300 mg. l⁻¹ a cada 3-4 anos, seria suficiente para evitar a alternância de colheitas.

Hwang- Ashiang et al. (1994) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de NAA (0, 200, 300, 400 ou 500 mg.l⁻¹) sobre a queda de frutos, produção e qualidade da tangerina ‘Ponkan’. A porcentagem de desbaste foi proporcional ao aumento da concentração; havendo aumentos no peso dos frutos e no número de frutos de maior tamanho. A intensidade da alternância de produção nos anos subsequentes foi correlacionada com a produção, peso e número de frutos do ano anterior. Através de

análise de regressão, pôde ser calculada a produção necessária para reduzir a alternância de colheitas.

Koch et al. (1997) avaliaram o efeito das aplicações de NAA e ethephon durante a queda fisiológica de frutos sobre a produção e a qualidade da tangerina 'Clementina'. Não foram observadas diferenças significativas com relação à produção ou tamanho do fruto para as duas concentrações de NAA testadas (100 e 200 mg. l⁻¹). Entretanto, as árvores tratadas com NAA apresentaram frutos significativamente maiores do que as árvores controle. O ethephon à 300 mg. l⁻¹ resultou numa redução de mais de 60% na produção, mas apesar desta redução drástica, não houve aumento no tamanho do fruto.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito do ethephon, NAA, Figaron e carbaril sobre o desbaste de frutos e a qualidade da tangerina 'Ponkan', em aplicações realizadas no final da queda fisiológica dos frutos.

3.4 - Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, em Mogi Mirim, Estado de São Paulo. Foi desenvolvido em um pomar comercial de tangerinas 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas em trifoliata (*Poncirus trifoliata* Rafinesgne), com 10 anos de idade e plantado em latossolo vermelho com irrigação por gotejamento. As árvores apresentavam-se uniformes quanto ao tamanho e número de frutos na data de aplicação.

Os tratamentos foram aplicados após a queda fisiológica dos frutos (25/11/97, com diâmetro de frutos 15 mm) através de pulverizações foliares sobre toda a árvore na dosagem de 10 litros / planta, com o emprego de um pulverizador motorizado com capacidade para 400 litros, sendo acompanhados do espalhante Agral 0,1%. A escolha da data de aplicação foi baseada na sensibilidade dos frutinhos aos produtos, conforme constatado em aplicações anteriores dos mesmos compostos em tangerinas 'Ponkan' e 'Mexerica'.

Foram selecionadas 140 árvores estabelecendo-se um delineamento inteiramente casualizado, constituindo catorze tratamentos e dez repetições. Os tratamentos

empregados foram: (1) Controle ; (2) Raleio manual ; (3) Ácido naftalenacético 50 mg.l⁻¹ ; (4) Ácido naftalenacético 100 mg.l⁻¹ ; (5) Ácido naftalenacético 200 mg.l⁻¹ ; (6) Ethephon 150 mg.l⁻¹ ; (7) Ethephon 200 mg.l⁻¹ ; (8) Ethephon 250 mg.l⁻¹ ; (9) Figaron 25 mg.l⁻¹ ; (10) Figaron 50 mg.l⁻¹ ; (11) Figaron 100 mg.l⁻¹ ; (12) Carbaril 500 mg.l⁻¹ ; (13) Carbaril 1000 mg.l⁻¹ ; (14) Carbaril 2000 mg.l⁻¹

As determinações biométricas foram realizadas em 25/11/97 (na data de aplicação) ; 02/02/98 (69 dias após a aplicação) e 14/04/98 (140 dias após a aplicação), sendo realizadas portanto três avaliações em quatro ramos na posição diagonal, marcados na região mediana de cada árvore. Foram determinados o número médio de brotações, comprimento médio das brotações e número médio de infrutescências. À partir destes valores foi determinada a percentagem de frutos remanescentes com relação às árvores controle, estimando-se o efeito dos tratamentos sobre o desbaste de frutos.

Por ocasião da colheita foram determinados o número de caixas/planta, peso total dos frutos/uma caixa e número total de frutos/uma caixa. O tamanho do fruto foi avaliado pela medição do diâmetro equatorial de uma amostra de 15 frutos de cada árvore (retirados aleatoriamente), com auxílio de paquímetro.

Com relação às análises tecnológicas, amostras de 15 frutos por árvore foram retiradas e utilizadas para determinar o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável (% ácido cítrico), ratio (°Brix /acidez), pH e peso do suco. Cada parcela de 15 frutos foi dividida em três repetições, sendo utilizado um extrator rotatório para a obtenção do suco. A determinação dos sólidos solúveis totais foi efetuada por refratometria, realizando as devidas correções, quando necessário, para a temperatura de 20°C. A acidez foi determinada por titulação, através de uma solução 0,1N de NaOH até um valor de pH de 8,1 (Carvalho et al., 1990) ; sendo os resultados calculados de modo a serem expressos em percentagem de ácido cítrico segundo a equação:

ATT (% ácido cítrico) = $V_b \text{ (ml)} \times N_b \times 0,64$ onde:

V_b = volume da base (NaOH) em ml ;

N_b = normalidade do NaOH em N

0,64 = equivalente – grama para o ácido cítrico.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

3.5 - Resultados

Na data das pulverizações não foram observadas diferenças no número de brotações entre as árvores tratadas e as árvores controle. Notamos que aos 69 DAA, os tratamentos continuavam não apresentando um maior número de brotações em relação ao controle. Neste momento, a maior média com relação a este parâmetro foi obtida com o ethephon 250 mg.l⁻¹; que diferiu estatisticamente do ethephon 200 mg.l⁻¹, Figaron 50 mg.l⁻¹ e carbaril 1000 mg.l⁻¹ (os quais obtiveram as menores médias respectivamente). Da mesma forma, aos 140 DAA não foram verificados aumentos no número de brotações devido aos tratamentos e o ethephon 250 mg.l⁻¹ continuou mostrando maior média com relação ao tratamento carbaril 1000 mg.l⁻¹ (tabela 1).

Tabela 1: Efeito da aplicação de reguladores vegetais no número médio de brotações de tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), determinado aos 0, 69 e 140 dias após a aplicação. Dados transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$.

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	DAA		
	0	69	140
Controle	1,60 ab	1,58 ab	1,56 ab
Raleio manual	1,52 b	1,51 ab	1,48 ab
NAA 50	1,60 ab	1,53 ab	1,43 ab
NAA 100	1,50 b	1,42 ab	1,45 ab
NAA 200	1,50 b	1,47 ab	1,45 ab
Ethephon 150	1,44 b	1,44 ab	1,42 ab
Ethephon 200	1,54 b	1,38 b	1,42 ab
Ethephon 250	1,87 a	1,66 a	1,61 a
Figaron 25	1,75 ab	1,55 ab	1,54 ab
Figaron 50	1,66 ab	1,41 b	1,47 ab
Figaron 100	1,58 ab	1,43 ab	1,44 ab
Carbaril 500	1,67 ab	1,47 ab	1,47 ab
Carbaril 1000	1,53 b	1,35 b	1,33 b
Carbaril 2000	1,88 a	1,50 ab	1,46 ab
F (trat.)	5,46**	3,40**	1,86*
C.V. (%)	11,38	9,71	10,73

^{ns} não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey (1%)

Tabela 2: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais no comprimento médio das brotações da tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco), determinado aos 0, 69 e 140 dias após a aplicação. Dados transformados em raiz quadrada de $x \pm 0,5$.

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	DAA		
	0	69	140
Controle	7,18 abc	6,97 ab	7,07 ab
Raleio manual	7,03 abc	6,92 ab	6,91 ab
NAA 50	7,34 abc	7,10 ab	6,78 ab
NAA 100	6,77 bc	6,55 ab	6,53 ab
NAA 200	6,82 abc	6,70 ab	6,66 ab
Ethephon 150	6,47 c	6,87 ab	6,83 ab
Ethephon 200	6,83 abc	6,78 ab	7,17 ab
Ethephon 250	8,18 ab	7,84 a	8,00 a
Figaron 25	8,27 a	7,62 ab	7,48 ab
Figaron 50	7,54 abc	6,77 ab	6,71 ab
Figaron 100	7,28 abc	6,48 ab	6,40 ab
Carbaril 500	7,60 abc	6,92 ab	6,73 ab
Carbaril 1000	6,84 abc	6,19 b	5,93 b
Carbaril 2000	8,29 a	6,90 ab	6,78 ab
F (trat.)	4,89**	2,60**	2,64**
C.V. (%)	11,53	11,98	13,87

^{ns} não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey (1%)

Em todas as avaliações não foram observadas variações significativas no comprimento médio das brotações das árvores tratadas com os reguladores vegetais em relação ao controle e as árvores submetidas ao desbaste manual. Observou-se que nas datas das pulverizações, as árvores tratadas com carbaril 2000 mg.l⁻¹ revelaram maior comprimento das brotações em relação àquelas tratadas com NAA 100 mg.l⁻¹ e

ethephon 150 mg.l⁻¹. Aos 69 DAA, ethephon 250 mg.l⁻¹ apresentou maior comprimento médio do que o carbaril 1000 mg.l⁻¹, e aos 140 DAA verificamos a mesma diferença anterior.

Tabela 3: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais no número de frutos da tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco), determinado aos 0, 69 e 140 dias após a aplicação. Dados transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$.

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	DAA		
	0	69	140
Controle	2,14 a	1,50 abc	1,51 a
Raleio manual	2,05 a	1,44 abcd	1,38 ab
NAA 50	2,18 a	1,53 a	1,50 a
NAA 100	2,02 a	1,50 ab	1,51 a
NAA 200	2,04 a	1,40 abcd	1,40 ab
Ethephon 150	2,12 a	0,76 e	0,73 c
Ethephon 200	1,94 a	0,78 e	0,77 c
Ethephon 250	2,03 a	0,75 e	0,73 c
Figaron 25	2,07 a	1,16 d	1,16 b
Figaron 50	1,88 a	1,42 abcd	1,46 a
Figaron 100	1,86 a	1,33 abcd	1,38 ab
Carbaril 500	2,02 a	1,28 abcd	1,30 ab
Carbaril 1000	1,86 a	1,22 cd	1,26 ab
Carbaril 2000	1,96 a	1,25 bcd	1,22 ab
F (trat.)	2,86 ^{ns}	31,04**	29,35**
C.V. (%)	9,30	12,70	13,48

^{ns} não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey (1%)

Não se verificaram diferenças no número de infrutescências na data de aplicação dos reguladores vegetais. As aplicações de ethephon (todas as concentrações) e Figaron

25 mg.l⁻¹ promoveram uma diminuição no número de infrutescências aos 69 dias após a pulverização em relação ao controle ; sendo que em termos de porcentagem essas reduções foram da ordem de 64,15%, 59,80% e 63,05% (para as concentrações de 150, 200 e 250 mg.l⁻¹ de ethephon, respectivamente) ; e da ordem de 56,03% para o Figaron 25 mg.l⁻¹. Os tratamentos com ethephon diferiram também do desbaste manual, mas o mesmo não foi observado com relação ao Figaron 25 mg.l⁻¹ , o qual diferiu apenas do controle.

Resultados semelhantes foram verificados aos 140 dias após a pulverização, com reduções significativas no número de infrutescências da ordem de 65,5%, 60,3% e 64,03% (para as concentrações de 150, 200 e 250 mg.l⁻¹ de ethephon, respectivamente) e 56,03% para o Figaron 25 mg.l⁻¹. Estes respectivos produtos químicos diferiram ainda do tratamento com NAA ; cujas reduções no número de frutos foram menores e da ordem de 31,19%, 24,87% e 31,37% (para as concentrações de 50, 100 e 200 mg.l⁻¹ de NAA, respectivamente), não diferindo do controle.

Tabela 4- Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais em tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), sobre os parâmetros de colheita. Dados transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$.

Tratamento (mg.l ⁻¹)	Número Caixas/planta	Número Frutos/caixa	Peso Frutos/caixa	Diâmetro médio Frutos (cm)
Controle	2,31 a	9,08 ab	4,50 ab	8,49 d
Raleio manual	2,30 a	9,62 ab	4,60 ab	8,58 cd
NAA 50	1,87 abc	9,21 ab	4,52 ab	8,85 bcd
NAA 100	2,16 ab	9,34 ab	4,62 ab	9,08 ab
NAA 200	2,08 ab	9,26 ab	4,60 ab	9,18 ab
Ethephon 150	1,92 ab	9,08 ab	4,44 ab	9,14 ab
Ethephon 200	1,23 cd	7,85 bc	3,88 bc	9,21 ab
Ethephon 250	1,06 d	6,76 c	3,37 c	9,18 ab
Figaron 25	2,08 ab	9,45 ab	4,62 ab	9,00 ab
Figaron 50	1,58 bcd	9,08 ab	4,53 ab	9,36 a
Figaron 100	1,88 abc	9,57 ab	4,57 ab	9,09 ab
Carbaril 500	2,37 a	10,19 a	4,73 a	8,96 bc
Carbaril 1000	2,36 a	9,72 ab	4,64 ab	9,04 ab
Carbaril 2000	2,41 a	10,17 a	4,77 a	8,98 b
F (trat.)	12,49 **	6,60 **	6,41 **	12,40 **
C.V. (5%)	19,22	11,99	10,52	2,36

^{ns} não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey (1%)

Os tratamentos com ethephon 200 e 250 mg.l⁻¹ e Figaron 50 mg.l⁻¹ causaram uma diminuição da produção (número de caixas /planta) ; sendo que as menores produções foram atribuídas ao ethephon.

Com relação ao número de frutos/ caixa, somente o ethephon 250 mg.l⁻¹ proporcionou uma diminuição neste valor com relação ao controle e ao desbaste manual.

Conseqüentemente, esse mesmo padrão foi mantido com relação ao peso total da caixa, sendo que o ethephon 250 mg.l^{-1} reduziu esse valor em relação ao controle.

As aplicações de NAA não diferiram do controle e do desbaste manual em nenhum dos parâmetros de colheita avaliados.

Em termos de tamanho de frutos, foram observados aumentos no diâmetro em todos os produtos químicos utilizados, exceto para a concentração de 50 mg.l^{-1} de NAA. O maior valor com relação a diâmetro de fruto foi obtido com Figaron 50 mg.l^{-1} ; sendo ainda que o ethephon (nas três dosagens utilizadas) apresentou maiores médias com relação a este parâmetro, seguido do Figaron, NAA e carbaril.

Tabela 5- Valores médios das características físicas e químicas estudadas em frutos de tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), em função dos tratamentos com reguladores vegetais.

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	Rendimento Suco (g)	PH	(°Brix)	Acidez (%)	Ratio (°Brix/Acidez)
Controle	288,0 abc	3,86 a	11,76 abc	0,46 a	1,62 ab
Raleio manual	311,0 ab	3,80 a	12,50 abc	0,50 a	1,57 ab
NAA 50	279,3 abcd	3,90 a	9,83 c	0,50 a	1,28 b
NAA 100	297,6 ab	3,86 a	10,46 bc	0,45 a	1,45 ab
NAA 200	276,3 abcd	3,84 a	12,43 abc	0,50 a	1,57 ab
Ethephon 150	187,6 cd	3,95 a	11,00 bc	0,48 a	1,46 ab
Ethephon 200	181,0 d	3,82 a	12,36 abc	0,46 a	1,70 ab
Ethephon 250	243,6 abcd	3,74 a	11,33 abc	0,50 a	1,44 ab
Figaron 25	219,3 bcd	3,92 a	10,86 bc	0,45 a	1,52 ab
Figaron 50	257,3 abcd	3,81 a	9,66 c	0,45 a	1,35 b
Figaron 100	301,0 ab	3,84 a	10,80 bc	0,50 a	1,36 b
Carbaril 500	312,3 ab	3,88 a	13,26 ab	0,46 a	1,85 a
Carbaril 1000	275,0 abcd	3,94 a	11,06 bc	0,46 a	1,52 ab
Carbaril 2000	341,6 a	3,84 a	14,26 a	0,50 a	1,85 a
F (trat.)	7,40**	1,99 ^{ns}	7,00**	1,14 ^{ns}	5,48**
C.V. (%)	11,15	1,85	7,37	7,49	8,23

^{ns} não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey (5%)

De acordo com a tabela 5, verificamos que o peso do suco extraído (rendimento) foi diminuído no tratamento com ethephon 200 mg.l⁻¹, em relação ao controle. O pH do suco não foi alterado pelos tratamentos.

Com relação ao teor de sólidos solúveis (°Brix) do suco, não ocorreram diferenças significativas entre as médias dos tratamentos em relação ao controle e ao

desbaste manual. Verificou-se apenas que o carbaril 2000 mg.l⁻¹, seguido pelo carbaril 500 mg.l⁻¹ apresentaram as maiores médias com relação a este parâmetro ; diferindo estatisticamente do Figaron 50 mg.l⁻¹ e NAA 50 mg.l⁻¹ (os quais apresentam os menores valores). Verificou-se também não ter ocorrido alteração na acidez total titulável (ATT %) devido aos tratamentos.

A relação sólidos solúveis / acidez (ratio) permaneceu inalterada comparando-se os frutos das árvores tratadas e aqueles das árvores controle. Os tratamentos com carbaril (500 e 2000 mg.l⁻¹) apresentaram as maiores médias com relação a este parâmetro, diferindo do Figaron (50 e 100 mg.l⁻¹) e NAA 50 mg.l⁻¹.

3.6- Discussão:

a) Número e Comprimento de Ramos

Neste ensaio, a aplicação de reguladores vegetais não afetou o desenvolvimento vegetativo de *Citrus reticulata* cv. Ponkan ; já que o número de brotações e o comprimento destas não foram alterados nas duas avaliações subsequentes à aplicação (tabelas 1 e 2). Hield et al. (1962), utilizando NAA em tangerina ‘Wilking’ verificaram que o crescimento vegetativo não sofreu efeitos indesejáveis devido às aplicações .

Nos tratamentos onde houve maior porcentagem de desbaste era esperado que a ação raleante dos reguladores vegetais possibilitasse um maior crescimento vegetativo no ramo, desde que, nas tangerinas, o fruto exerce um efeito inibidor no crescimento vegetativo e na indução floral (Guardiola, 1992). A alongação dos ramos e a expansão foliar ocorrem na maioria das vezes antes da antese e da fixação do fruto ; estabelecendo-se portanto uma competição direta entre eles.

Por outro lado, o fato de não ter ocorrido desfoliação em nenhum dos tratamentos utilizados, indica que as concentrações adotadas foram adequadas, proporcionando um desbaste eficiente sem prejudicar a brotação nos ramos. A aplicação de quantidades de auxinas superiores às recomendadas pode incidir

negativamente sobre a brotação de verão que ocorre normalmente nas mesmas datas em que se recomenda a aplicação destas substâncias (Agusti et al., 1995a).

b) Número de Frutos

A diminuição do número de infrutescências nas avaliações seguintes à pulverização foi obtida com ethephon (150, 200 e 250 mg.l⁻¹) e Figaron (25 mg.l⁻¹), aos 69 e 144 DAA (tabela 3), sendo que o maior efeito de desbaste foi atribuído ao tratamento com ethephon. Não foi possível estabelecer uma correlação entre concentração e porcentagem de desbaste para os produtos químicos utilizados. O aumento da concentração de ethephon, NAA, Figaron e carbaril não afetou significativamente a quantidade de desbaste obtida.

Em termos de eficiência, o ethephon foi o produto que obteve maior resposta com relação a redução no número de frutos, diferindo ainda do desbaste manual ; o que não foi observado para o Figaron 25 mg.l⁻¹, o qual diferiu apenas do controle. Resultados similares foram obtidos com ethephon em tangerina ‘Montenegrina’ (Marodin, 1987) , ‘Kinnow’ (Farmahan, 1992 ; Brar et al., 1992) e ‘Mexerica do Rio’ (Castro et al., 1998). Ambas as substâncias atuam na camada de abscisão do fruto. O ethephon promove uma diminuição no transporte basípeto de auxinas endógenas pelo fruto (Bangerth, 1990) ; e o Figaron, quando aplicado na época recomendada (40 –50 dias após a antese, quando os feixes vasculares do fruto e do pedúnculo já se conectaram e em condições naturais o fruto raramente cai) provoca novamente a formação da camada de abscisão (Hirose, 1981).

Já o NAA e o carbaril mostraram-se menos eficientes em termos de desbaste, com reduções médias dos frutos de aproximadamente 30% e 35%, respectivamente, aos 140 DAA (não diferindo do controle). Considera-se que estas substâncias provavelmente também afetam o transporte basípeto de auxinas à partir dos frutos tratados (Ebert & Bangerth, 1982 ; Bangerth 1990). O carbaril, um inseticida com propriedades de regulador vegetal, apresenta um moderado efeito de desbaste,

proporcionando melhores resultados quando utilizado em combinação com outras substâncias, conforme verificado em macieira (Willians, 1979).

De acordo com Kamuro & Hirai (1981), o efeito raleante do NAA, ethephon e Figaron tem sido relacionado com sua ação sobre a síntese de etileno no fruto tratado. O pico na concentração de etileno produzido pelo tratamento com Figaron é menos pronunciado que aquele produzido pelo NAA e este, menor que o produzido pelo ethephon. Entretanto, os resultados deste experimento são contraditórios com relação a esta observação, já que neste trabalho o Figaron (na dosagem de 25 mg.l^{-1}) se mostrou mais eficiente que o NAA em termos de desbaste de frutos, e nas outras dosagens, este produto apresentou respostas semelhantes às do NAA com relação a este parâmetro (tabela 3).

c) Tamanho dos Frutos e Produção

O efeito de desbaste foi confirmado quando verificou-se que os tratamentos com ethephon (200 e 250 mg.l^{-1}) e Figaron 50 mg.l^{-1} causaram uma diminuição no número de caixas / planta (tabela 4). Embora tenha ocorrido um aumento significativo no tamanho do fruto, apresentando os frutos diâmetros médios de 9,17 cm (ethephon) e 9,15 cm (Figaron), o que representou um aumento de 0,68 cm e 0,66 cm, respectivamente, em relação aos frutos controle, esses aumentos não foram suficientes para garantir um volume de produção nos níveis controle. O mesmo resultado foi obtido por Hield et al. (1962), com aplicações de NAA em tangerina ‘Wilking’, nas quais o aumento em tamanho devido a uma redução de 44 e 61% no número de frutos não compensou a diminuição no volume de produção.

Grande parte da correlação entre tamanho de fruto e porcentagem de desbaste foi perdida com a maturidade, devido ao diferente comportamento do fruto após a queda fisiológica, para os diferentes tratamentos, concordando com as observações de Guardiola et al. (1988) em tangerina ‘Satsuma’. Torna-se importante salientar que os tratamentos foram efetuados após a queda fisiológica dos frutinhos, quando a abscisão já havia ocorrido naturalmente e a competição na árvore já estava reduzida. Desta maneira,

o efeito dos tratamentos sobre o tamanho do fruto foi geralmente igual para todas as concentrações utilizadas. Resultado semelhante foi obtido por Agustí et al. (1995b) em aplicações de 3,5,6-TPA em tangerina ‘Clementina’, após a queda fisiológica, onde a magnitude de aumento na porcentagem de desbaste não se refletiu num aumento paralelo sobre o diâmetro do fruto.

Com relação aos parâmetros de colheita, o ethephon foi o único produto a apresentar evolução das médias conforme a concentração aplicada, pois verificou-se que o número de caixas/planta, número de frutos/caixa e peso da caixa diminuíram com o aumento da concentração aplicada (tabela 4), quando comparadas as concentrações de 150 e 250 mg.l⁻¹.

As árvores tratadas com carbaril apresentaram sempre os maiores valores relacionados com a colheita (maior número de caixas/planta e maior número e peso de frutos/caixa), quando comparadas com o ethephon, confirmando o fraco efeito de desbaste desta substância (tabela 4).

O NAA, apesar de não ter apresentado um efeito acentuado de desbaste, proporcionou aumento no diâmetro do fruto (exceto a concentração de 50 mg.l⁻¹). Este resultado concorda com aqueles obtidos por outros autores, nos quais foi verificado que esta auxina apresenta um efeito direto sobre o desenvolvimento do fruto, independente do efeito de desbaste (El-Otmani et al., 1993 ; Guardiola et al., 1988).

Segundo Noma (1981), a influência do Figaron sobre o desenvolvimento do fruto é muito restrita em comparação com o NAA. Embora esta substância provoque a abscisão de uma porcentagem significativa dos frutos tratados, não aumenta o tamanho dos que persistem na árvore, como consequência do seu escasso efeito direto sobre o desenvolvimento do fruto (Guardiola et al., 1988). Entretanto, neste experimento ocorreu o contrário, com o Figaron apresentando os maiores diâmetros médios de fruto em comparação com os outros tratamentos, mas não atingindo níveis de significância. Desta forma concluiu-se que estes aumentos foram devidos principalmente a uma diminuição da competição na árvore, pelo efeito de desbaste do Figaron.

O fato de ter ocorrido um aumento no tamanho final do fruto para todos os reguladores vegetais utilizados, independentemente de uma ação raleante mais

acentuada ou não, implica dizer que é possível aumentar o tamanho do fruto sem alterar a produção (com desbastes mínimos, o número de frutos colhidos não é alterado), o que se constitui num dos principais objetivos entre os produtores atualmente (Agusti et al., 1995a). Sob este ponto de vista, os produtos NAA e carbaril podem ser indicados para a realização do desbaste químico tão bem como o ethephon e o Figaron ; desde que respeitadas as dosagens e épocas de aplicação.

d) Características Internas do Fruto

O efeito sobre o crescimento do fruto, obtido com a aplicação de auxinas sintéticas, não altera as características intrínsecas do fruto na maturação. As mudanças que ocorrem se devem exclusivamente, na maior parte dos casos, ao aumento em tamanho do fruto (Agusti et al., 1992). Isso implica dizer que os frutos tratados são sempre os maiores e portanto, possuem maior conteúdo de polpa e suco. Estas observações estão de acordo com os resultados obtidos neste experimento, onde o Brix e a acidez do suco não foram modificados, e a relação Brix/ATT permaneceu inalterada (tabela 5). Outros autores afirmaram não haver mudanças na qualidade interna do fruto devido a aplicação de agentes de desbaste ; sendo que na maioria dos casos, uma diminuição na acidez se deu em valores absolutos e não em valores relativos, sendo mais o resultado de um efeito de diluição devido ao maior tamanho do fruto (Agusti et al., 1995a ; Hield et al., 1962 ; El-Zeftawi, 1976 ; Galliani et al., 1975).

Em experimentos realizados anteriormente, verificou-se que o Figaron provoca um aumento no conteúdo de sólidos solúveis totais, sem afetar a acidez (Pons et al., 1989 ; Li et al., 1990) ; o que supõe um aumento significativo no índice de maturação. Neste trabalho, entretanto, não foi verificado este tipo de resposta , e a explicação para estas diferenças pode ser a concentração. Pons et al. (1989) utilizaram uma concentração de Figaron maior (200 mg.l⁻¹) do que a dosagem mais alta empregada neste experimento.

Verificou-se que os aumentos em tamanho do fruto, obtidos com todos os reguladores vegetais utilizados não necessariamente se traduziram em aumento no rendimento de suco (tabela 5). Segundo El-Otmani et al. (1993), o efeito direto das

auxinas sobre o desenvolvimento da polpa está baseado num estímulo ao crescimento celular e portanto, na acumulação de matéria seca. Este último efeito, embora se encontre associado ao tamanho do fruto, não pode ser entendido como uma redução paralela no conteúdo de suco, o qual também aumenta à medida que se incrementa o tamanho do fruto.

Desta forma, os frutos tratados são sempre os maiores e portanto, possuem maior conteúdo de polpa e de suco do que os frutos controle. Mas quando se analisam as características comerciais por igualdade de tamanho ; embora os frutos tratados possuam maior conteúdo de polpa, seu rendimento em suco não difere daquele dos frutos controle (Agusti et al., 1995a e b). O peso das vesículas de suco é aumentado devido a uma maior acumulação de matéria seca, desde que nenhum efeito é observado sobre o conteúdo de suco.

3.7 – Conclusões

- a) A aplicação de reguladores vegetais não afetou o desenvolvimento vegetativo das plantas.
- b) Os tratamentos com ethephon (200 mg.l^{-1}) e Figaron (50 mg.l^{-1}) provocaram uma redução na produção (número de caixas/planta).
- c) As aplicações de NAA, ethephon, Figaron e carbaril proporcionaram um aumento no diâmetro final dos frutos remanescentes.
- d) A qualidade do suco não foi alterada pela aplicação de reguladores vegetais.

3.8 – Referências Bibliográficas

- AGUSTÍ, M. ; ALMELA, V. ; AZNAR, M. ; JUAN, M. ; ERES, V. **Desarrollo y tamaño final del fruto en los agrios**. València:Ed. Generalitat Valenciana - Universidad Politecnica, 1995a. 183p.
- AGUSTI, M. ; EL-OTMANI, M. ; AZNAR, M. ; JUAN, M. ; ALMELA,V. Effect of 3,5,6-trichloro-2-pyridyloxyacetic acid on clementine early fruitlet development and on fruit size at maturity. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.6, p.955-962, 1995b.
- AGUSTÍ, M. ; ALMELA, V. ; AZNAR , M. ; PONS, J. ; EL-OTMANI, M. The use of 2,4-DP to improve fruit size in citrus. **Proceedings International Society of Citriculture**, v.1, p.423-427, 1992.
- BANGERTH, F. Polar auxin transport in fruit trees in relation to fruit drop. **Acta Horticulturae**, n.275, p.461-467, 1990.
- BRAR, S.S. ; MINHAS, P.P.S. ; KAUNDAL, G.S. ; SUBHADRABANDHU, S. Chemical thinning of Kinnow mandarin. **Acta Horticulturae**, n.321, p.443-448, 1992.
- CARVALHO, C.R.L. ; MANTOVANI, D.M.B. ; CARVALHO, P.R.N. ; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual Técnico).
- CASTRO, P.R.C. ; PACHECO, A.C. ; MEDINA, C.L. Effects of NAA, ethephon and Figaron on postbloom thinning of *Citrus deliciosa* Tem. 'Do Rio' mandarin. In: INTERNATIONAL HORTICULTURE CONGRESS, 25., Bélgica, 1998. **Resumos** . Bélgica ,1998. p.128.
- EBERT, A. ; BANGERTH, F. Possible hormonal modes of action of three apple thinning agents. **Scientia Horticulturae**, v.16, p.343-356, 1982.

- EL-OTMANI, M. ; AGUSTÍ, M. ; AZNAR, M. ; ALMELA, V. Improving the size of 'Fortune' mandarin fruits by the auxin 2,4-DP. **Scientia Horticulturae**, v.55, p. 283-290, 1993.
- EL-ZEFTAWI, B.M. Effects of ethephon and 2,4,5-T on fruit size, rind pigments and alternate bearing of 'Imperial' mandarin. **Scientia Horticulturae**, v.5, p.315-320, 1976.
- FARMAHAN, H.L. Chemical thinning improves "off" year crop harvest in Kinnow mandarin. **Horticultural Journal**, v.5, n.2, p.67-72, 1992.
- GALLIANI, S. ; MONSELISE, S.P. ; GOREN, R. Improving fruit size and breaking alternate bearing in 'Wilking' mandarins by ethephon and other agents. **HortScience**, Mount Vernon, v.10, n.1, p.68-69, 1975.
- GUARDIOLA, J.L. Frutificação e crescimento. In: DONADIO, L.C. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE *CITRUS*, 2., Campinas, 1992. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.1-26.
- GUARDIOLA, J.L. ; ALMELA, V. ; BARRÉS, M.T. Dual effect of auxins on fruit growth in Satsuma mandarin. **Scientia Horticulturae**, v.34, p. 229-237, 1988.
- HIELD, H.Z. ; BURNS, R.M. ; COGGINS, C.W. Jr. Some fruit thinning effects of naphthaleneacetic acid on Wilking mandarin. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.81, p.218-222, 1962.
- HIROSE, K. Development of chemical thinners of commercial use for Satsuma mandarin in Japan. **Proceedings International Society of Citriculture**, v.1, p.256-260, 1981.
- HWANG -ASHIANG ; TSZU, H.H. ; HWANG, A.S. ; HSU, H.T. Alternate bearing and chemical thinning of Ponkan mandarin. **Journal of Agricultural Research of China**, v.43, n.3, p.320-329, 1994.

- KAMURO, Y. ; HIRAI, S.K. Physiological activity of ethylchlozate. Fruit thinning and maturity accelerating effects for citrus. **Proceedings International Society of Citriculture**, v.1, 260-263, 1981.
- KOCH, N. ; THERON, K.I. ; RABE, E. The effect of naphthalene acetic acid and ethephon application during the physiological fruit drop period on yield and fruit size of 'Clementine' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences**, v.7, n.2, p.55-57, 1997.
- LI, S.Y. ; YE, M.E. ; HE, R.B. ; XUN, H. ; JIANG, D.H. ; CHEN, H.B. ; FU, D.Y. The effect of Figaron on fruit thinning and fruit quality of Bendizau. **Acta Horticulturae Sinica**, v.17, n.3, p.191-196, 1990.
- MARODIN, G.A.B. Raleio químico e manual de frutinhas de tangerineira (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina. Porto Alegre, 1987. 124p. Tese (Mestrado) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MONSELISE, S.P. The use of growth regulators in citriculture: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.11, p. 151-162, 1979.
- NOMA, Y. Effect of ethyl 5-chloro-1H-3-indazolylacetate on fruit thinning of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Proceedings International Society of Citriculture**, v.1, p.271-275, 1981.
- PONS, J. ; ALMELA, V. ; AGUSTÍ, M. Efectos de las aplicaciones de Figaron (etilchlozate) en la maduración de las mandarinas Oroval (*Citrus reticulata* Blanco) y Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.). **Levante Agrícola**, v.289/290, p.19-24, 1989.
- RODRIGUEZ, O. ; VIÉGAS, F. ; POMPEU Jr., J. ; AMARO, A.A. **Citricultura Brasileira** Volume I (2ª Ed.). Campinas: Fundação Cargill, 1991. 322p.

SUZUKI, K. ; KAWASE, K. ; HIRAI, K. The effects of mixing ethephon with ethylclozate on fruit thinning and defoliation in satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marcovitch.). **Bulletin of the Tree Research Station**, n.17, p.45-54, 1990.

WILLIAMS, M.W. Chemical thinning of apples. **Horticultural Review**, v.1, p.270-300, 1979.

4- SEGUNDO TRABALHO CIENTÍFICO

EFEITO DO DESBASTE QUÍMICO EM TANGERINA 'PONKAN' SOBRE O NÍVEL DE CARBOIDRATOS E A COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FOLHAS⁽¹⁾

ANA CLÁUDIA PACHECO ⁽²⁾ e PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO ⁽³⁾

4.1- Resumo

Através do desbaste químico de frutos, determinou-se a influência do fruto (principal dreno fotossintético) sobre o parcelamento de carboidratos em folhas de tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), além de se verificar a relação entre reguladores vegetais e o acúmulo de nutrientes. As aplicações foram realizadas após a queda fisiológica, constando de : controle (pulverização com água), raleio manual, NAA (ácido naftalenacético), ethephon (ácido 2- cloroetilfosfônico), Figaron (etil 5-cloro-1H-3 indazolil acetato) e carbaril (Sevin).

(1) Parte da tese de mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas do primeiro autor, junto à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- ESALQ –USP.

(2) Pós-graduanda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas da ESALQ –USP, Piracicaba, SP. Com Bolsa de Produtividade Científica Capes.

(3) Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

A diminuição no número de frutos foi obtida com ethephon (150, 200 e 250 mg.l⁻¹) e Figaron 25 mg.l⁻¹, aos 69 e 140 dias após a aplicação (DAA). A aplicação de reguladores vegetais afetou significativamente os teores de alguns nutrientes foliares. Observaram-se maiores teores de Cu e menores teores de Mn aos 69 e 211 DAA. Os níveis de K foram maiores, e os teores de Ca e Fe foram menores, aos 211 DAA. O raleio de frutos através da aplicação de reguladores vegetais não se traduziu em aumentos nos teores de açúcares nas folhas da inflorescência, sugerindo que o excesso de carboidratos é provavelmente parcelado para outros drenos da planta.

Termos de indexação: *Citrus reticulata*, desbaste, reguladores vegetais, carboidratos, nutrientes.

4.2- Abstract

EFFECT OF CHEMICAL THINNING ON LEAF CARBOHYDRATE STATUS AND MINERAL NUTRIENTS IN 'PONKAN' MANDARIN

In fruit thinning experiments it was evaluated the influence of fruit (the major assimilates sink) on the partitioning of carbohydrates in *citrus* leaves (*Citrus reticulata* Blanco cv. 'Ponkan'), verifying also the interaction between plant regulators and nutrient accumulation. The treatments applied after the "June drop" were: control (water spraying), manual thinning, NAA (1-naphthaleneacetic acid), ethephon (2-chloroethylphosphonic acid), Figaron (ethyl 5-chloro-1H-3-indazolyl -acetate) and carbaryl (Sevin). The decrease in fruit number was caused by ethephon (150, 200 e 250 mg.l⁻¹) and Figaron (25 mg.l⁻¹) at 69 and 140 days after the application (DAA). The use of plant

regulators altered the level of some mineral nutrients. There were higher levels of Cu and lower levels of Mn at 69 and 211 DAA. The amount of K were higher ; and Ca and Fe had lower levels at 211 DAA. Sugar levels were not increased following fruit removal by the use of growth regulators, confirming that excess photosynthates are probably partitioned to other sinks.

Index terms: *Citrus reticulata* Blanco, fruit thinning, plant regulators, carbohydrates, mineral nutrients.

4.3- Introdução:

Estudos sobre a fisiologia das relações fonte-dreno em *Citrus* estão sendo conduzidos com o objetivo de se aumentar o conhecimento dos fatores atuantes sobre a produtividade. Amido e os carboidratos solúveis se constituem numa reserva a qual poderá ser utilizada para o crescimento vegetativo e reprodutivo. A presença de carboidratos em folhas, ramos, caule e raízes de árvores de *Citrus* e sua correlação com o florescimento , pegamento dos frutos e alternância de colheitas é bastante documentada na literatura existente (Goldschmidt & Golomb, 1982).

Segundo Goldschmidt & Koch (1996), a hipótese de que a demanda por fotossintatos controla a taxa fotossintética já tem sido estudada há bastante tempo. A inibição da fotossíntese devido ao acúmulo de produtos fotossintéticos pode ser demonstrada com o anelamento de ramos. Tal inibição nem sempre é aparente após a eliminação de drenos (frutos), devido a presença de drenos alternativos os quais recebem os fotossintatos das folhas fonte (quando se considera a planta como um todo), entre eles o sistema radicular aparece como o dreno mais propício. Por outro lado, as taxas fotossintéticas foram consideravelmente reduzidas após a remoção dos frutos em ramos de pomelo que receberam anelamento (Bustan et al., 1992). Um aumento na fotossíntese

resultante de uma maior demanda durante o começo do desenvolvimento dos frutos tem sido demonstrado em experimentos de enriquecimento com CO₂ (Downton et al., 1987). Portanto, Goldschmidt & Koch (1996) concluem que não é bem claro em qual extensão a demanda dos drenos controla as taxas fotossintéticas em citros, sob condições de produção regular.

Embora muitas práticas culturais influenciem a economia de carboidratos na árvore de uma maneira ou outra, o anelamento e o desbaste de frutos evidentemente atingem esse objetivo através de uma alteração na relação fonte-dreno. O anelamento do ramo causa um acúmulo de carboidratos (particularmente amido) na porção acima do anel. Desta forma, torna-se altamente provável que os efeitos benéficos do anelamento ocorram devido a um aumento na disponibilidade de carboidratos, embora o envolvimento de fatores hormonais e nutricionais não possa ser excluído.

Com relação ao desbaste, após a remoção total ou parcial dos frutos teremos uma mesma área foliar para suportar menos frutos, havendo uma maior disponibilidade de fotossintatos para cada fruto individual; o que pode resultar num aumento de tamanho deste fruto. A correlação negativa entre número de frutos e tamanho do fruto é evidente, mas esta relação não é linear: um aumento significativo no tamanho do fruto somente é obtido após uma redução drástica do número de frutos (Guardiola, 1988).

Ruiz & Guardiola (1993) estudaram os níveis de carboidratos e a composição mineral de frutos em desenvolvimento de laranja, relacionando-os com o crescimento e a abscisão. Os frutos persistentes são os drenos mais fortes de carboidratos e elementos minerais quando comparados com os frutos que caem, mas isto não resulta num aumento da competição com os órgãos vegetativos (folhas + ramos) da inflorescência. O maior acúmulo de metabólitos nos frutos persistentes é suportado por uma maior disponibilidade de carboidratos e elementos minerais em suas inflorescências. O amido se acumulou nas folhas das inflorescências durante o início do desenvolvimento do fruto, sendo que este acúmulo foi maior com relação aos frutos persistentes, apesar de sua maior taxa de crescimento e capacidade de mobilização.

Mehouachi et al. (1995) avaliaram o efeito da desfoliação sobre a abscisão de frutos e os níveis de carboidratos em frutos e tecidos caulinares de tangerinas

‘Clauselina’ e ‘Okitsu’. Os autores concluem que os frutinhos em desenvolvimento são drenos de utilização durante o período de divisão celular e agem como drenos de armazenamento durante o estágio de alargamento celular. Nesta transição crítica, os níveis de sacarose se correlacionam positivamente com o crescimento do fruto e negativamente com a abscisão de frutos, durante a queda fisiológica. Desde que as folhas novas não exportam fotossintatos até que seu desenvolvimento esteja completo, ocorre uma competição de drenos entre elas e os frutos em desenvolvimento.

Jones et al. (1974) estudaram os efeitos da época e da quantidade de desbaste sobre o nível de carboidratos nas folhas e o pegamento dos frutos em laranja ‘Valência’. Não houve diferença com relação à concentração de açúcares nas folhas comparativamente aos tratamentos de desbaste em diferentes épocas (3, 5 e 7 meses após o florescimento). O acúmulo de açúcares e amido nas folhas em pré-florescimento foi maior nas árvores 100% desbastadas. Entretanto, durante o florescimento e no final da queda fisiológica, o nível de carboidratos não apresentou diferenças.

Hammond et al. (1984) , trabalhando com folhas de tomateiro, verificaram o efeito da manipulação das relações fonte-dreno sobre o parcelamento de carbono e o metabolismo de carboidratos, desde que a remoção de um dreno preferencial (o fruto) altera o padrão de parcelamento dos assimilados. Nas análises de carboidratos totais não foram notadas evidências de um aumento de sacarose nas folhas após a remoção do dreno , sendo que o acúmulo de sacarose pode ter sido evitado por uma maior hidrólise desta pelas enzimas invertase ácida ou sacarose sintetase. Somando-se a esse controle do nível de carboidratos na folha, o caule pareceu ser um reservatório adicional no qual o excesso de assimilados pôde ser depositado. Portanto, quando o fruto foi removido e a produção de assimilados pela folha esteve maior do que a demanda, ocorreu a translocação de carboidratos para o ramo, os quais permaneceram na forma de sacarose ou foram convertidos em amido.

Reguladores vegetais e nutrientes inorgânicos compartilham funções fisiológicas, uma vez que ambos influenciam o metabolismo e o desenvolvimento das plantas. Qualquer interação entre reguladores vegetais e transporte inorgânico pode modificar o balanço orgânico e, conseqüentemente, a morfologia e a fisiologia da planta podem ser

afetadas. Apesar da ampla existência de publicações sobre as interações entre reguladores vegetais e nutrição mineral em diferentes culturas, com relação a citros ainda existe pouca informação sobre o assunto.

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência do fruto sobre o nível de carboidratos das folhas em tangerineira 'Ponkan', através do desbaste de frutos com a utilização de reguladores vegetais. O presente trabalho visa também contribuir para uma melhor compreensão das relações existentes entre reguladores vegetais e a nutrição mineral em citros.

4.4- Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, em Mogi Mirim, Estado de São Paulo. Foi desenvolvido em um pomar comercial de tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas em trifoliata (*Poncirus trifoliata* Rafinesgne).

Os tratamentos foram aplicados após a queda fisiológica dos frutos, em novembro (25/11/97) através de pulverizações foliares sobre toda a árvore no volume de 10 litros /planta. Foram selecionadas 140 árvores estabelecendo-se um delineamento inteiramente casualizado, constituindo-se catorze tratamentos e dez repetições. Os tratamentos empregados foram: (1) Controle ; (2) Raleio manual ; (3) Ácido naftalenacético 50 mg.l⁻¹ ; (4) Ácido naftalenacético 100 mg.l⁻¹ ; (5) Ácido naftalenacético 200 mg.l⁻¹ . (6) Ethephon 150 mg.l⁻¹ ; (7) Ethephon 200 mg.l⁻¹ ; (8) Ethephon 250 mg.l⁻¹ ; (9) Figaron 25 mg.l⁻¹ ; (10) Figaron 50 mg.l⁻¹ ; (11) Figaron 100 mg.l⁻¹ ; (12) Carbaril 500 mg.l⁻¹ ; (13) Carbaril 1000 mg.l⁻¹ ; (14) Carbaril 2000 mg.l⁻¹

As determinações do número médio de infrutescências foram realizadas em 25/11/97 (na data de aplicação) ; 02/02/98 (69 dias após a aplicação) e 14/04/98 (140 dias após a aplicação), sendo realizadas portanto três avaliações em ramos marcados em quatro regiões de cada árvore, em posições na diagonal. À partir destes valores foi determinada a percentagem de frutos remanescentes com relação às árvores controle, estimando-se o efeito dos tratamentos sobre o desbaste de frutos.

Foram determinados os teores de macro e micronutrientes em amostras foliares tomadas em fevereiro (02/02/98) e junho (24/06/98). Foram coletadas 60 folhas/planta, de ramos frutíferos, segundo adaptação ao método de Chapman & Pratt (1973).

As folhas foram trazidas para o laboratório, lavadas e secas em estufa à 65°C, sendo após moídas em moinho e acondicionadas em sacos plásticos. A análise foliar foi realizada no laboratório de análise de plantas do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. A obtenção dos extratos seguiu a metodologia descrita por Sarruge & Haag (1974). A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato para a determinação do nitrogênio. A digestão nitro-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco. Para o boro foi feita digestão por incineração. O nitrogênio foi determinado pelo método semi-micro-Kjeldahl ; fósforo, boro e enxofre por colorimetria ; potássio por fotometria de chama ; cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica. Os resultados são expressos em g.kg^{-1} (macronutrientes) e mg.kg^{-1} (micronutrientes).

Para a determinação de carboidratos, foram coletadas amostras foliares somente dos ramos marcados, em 24/06/98. As folhas foram trazidas para o laboratório, lavadas e secas em estufa à 65 °C antes de se realizar a moagem. Os açúcares não estruturais totais foram determinados através de extração em etanol 80% à partir de amostras de 10g de pó seco, pelo método do reagente fenol – ácido sulfúrico, segundo o método de Dubois et al. (1956). Os resultados são expressos em mg.g^{-1} de massa seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.5- Resultados

Não se verificaram diferenças no número de frutos na data de aplicação dos reguladores vegetais (tabela 1). A diminuição no número de frutos nas avaliações seguintes à pulverização foi obtida com ethephon (em todas as concentrações utilizadas)

e Figaron (25 mg.l⁻¹), aos 69 e 140 DAA. Em termos de eficiência, o ethephon foi o produto que obteve maior resposta (com reduções médias no número de frutos de 62,3% e 63,27% aos 69 e 140 DAP, respectivamente), diferindo ainda do raleio manual ; o que não foi observado para o Figaron 25 mg.l⁻¹ (o qual diferiu apenas do controle).

Tabela 1: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais no número de frutos da tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco), determinado aos 0, 69 e 140 dias após a aplicação. Dados transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$.

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	DAA		
	0	69	140
Controle	2,14 a	1,50 abc	1,51 a
Raleio manual	2,05 a	1,44 abcd	1,38 ab
NAA 50	2,18 a	1,53 a	1,50 a
NAA 100	2,02 a	1,50 ab	1,51 a
NAA 200	2,04 a	1,40 abcd	1,40 ab
Ethephon 150	2,12 a	0,76 e	0,73 c
Ethephon 200	1,94 a	0,78 e	0,77 c
Ethephon 250	2,03 a	0,75 e	0,73 c
Figaron 25	2,07 a	1,16 d	1,16 b
Figaron 50	1,88 a	1,42 abcd	1,46 a
Figaron 100	1,86 a	1,33 abcd	1,38 ab
Carbaril 500	2,02 a	1,28 abcd	1,30 ab
Carbaril 1000	1,86 a	1,22 cd	1,26 ab
Carbaril 2000	1,96 a	1,25 bcd	1,22 ab
F (trat.)	2,86 ^{ns}	31,04**	29,35**
C.V. (%)	9,30	12,70	13,48

^{ns} não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey (5%)

Tabela 2: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais sobre os teores foliares de macronutrientes em tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco), aos 69 dias após a aplicação (fevereiro /1998).

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	Teores foliares (g.kg ⁻¹) – 69 DAA					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Controle	24,43 a	1,43 abcd	14,16 a	35,02 ab	4,58 a	2,09 a
Raleio Manual	25,90 a	1,43 abcd	14,16 a	33,00 ab	4,28 a	1,89 a
NAA 50	24,29 a	1,30 d	13,40 a	33,44 ab	4,02 a	1,93 a
NAA 100	24,01 a	1,36 abcd	13,40 a	36,39 ab	4,50 a	1,95 a
NAA 200	25,20 a	1,46 abcd	13,77 a	31,76 ab	4,49 a	2,30 a
Ethephon 150	23,87 a	1,60 abc	13,77 a	40,57 a	4,38 a	2,15 a
Ethephon 200	23,45 a	1,61 ab	17,22 a	39,15 ab	4,67 a	2,06 a
Ethephon 250	24,57 a	1,65 a	17,22 a	38,90 ab	4,47 a	2,03 a
Figaron 25	24,71 a	1,49 abcd	13,77 a	33,73 ab	4,42 a	2,05 a
Figaron 50	26,74 a	1,29 d	13,01 a	33,70 ab	4,48 a	1,84 a
Figaron 100	25,27 a	1,32 cd	13,40 a	26,02 ab	4,77 a	1,90 a
Carbaril 500	24,64 a	1,27 d	13,76 a	40,80 a	4,79 a	1,96 a
Carbaril 1000	25,62 a	1,33 bcd	14,54 a	24,85 ab	4,57 a	2,00 a
Carbaril 2000	25,20 a	1,24 d	14,16 a	24,20 b	4,31 a	1,86 a
F (trat.)	1,40 ^{ns}	6,82 **	2,94 *	3,73 *	1,63 ^{ns}	1,90 ^{ns}
C.V. (%)	4,21	5,17	7,58	11,99	5,00	6,40

^{ns} não significativo

* - ** significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste Tukey (5%)

Na análise foliar de macronutrientes não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos e o controle (tabela 2). As diferenças significativas observadas ocorreram entre os tratamentos. Com relação ao fósforo, o tratamento ethephon (em todas as concentrações utilizadas) apresentou maiores teores foliares do

que o carbaril (500 e 2000 mg.l⁻¹), Figaron 50 mg.l⁻¹ e NAA 50 mg.l⁻¹. Quanto ao cálcio, os tratamentos carbaril 500 mg.l⁻¹ e ethephon 150 mg.l⁻¹ apresentaram maiores teores do que o carbaril 2000 mg.l⁻¹.

Segundo as recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo (Sanches et al., 1994), os teores foliares de N, P, K e Mg se encontraram em níveis adequados. Com relação ao cálcio, os tratamentos raleio manual, NAA (50 e 200 mg.l⁻¹), Figaron (todas as concentrações) e carbaril (1000 e 2000 mg.l⁻¹) apresentaram teores considerados baixos. E quanto ao enxofre, os tratamentos raleio manual, NAA (50 e 100 mg.l⁻¹), Figaron (50 e 100 mg.l⁻¹) e carbaril (500 e 2000 mg.l⁻¹) também mostraram teores baixos.

Tabela 3: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais sobre os teores foliares de micronutrientes em tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), aos 69 dias após a aplicação (fevereiro/1998).

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	Teores foliares (mg.kg ⁻¹) - 69 DAA				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Controle	93,00 ab	59,30 bc	185,65 a	79,35 a	26,55 a
Raleio Manual	80,80 b	34,00 bc	193,15 a	55,35 abcde	21,55 a
NAA 50	95,00 ab	52,55 bc	186,65 a	66,75 abc	23,55 a
NAA 100	93,25 ab	47,45 bc	219,85 a	64,20 abcd	21,40 a
NAA 200	93,85 ab	26,40 c	253,70 a	45,80 bcde	25,45 a
Ethephon 150	104,7 a	35,60 bc	185,85 a	74,75 ab	24,05 a
Ethephon 200	97,10 ab	64,80 bc	249,25 a	40,10 cde	20,40 a
Ethephon 250	92,30 ab	58,65 bc	284,00 a	32,20 de	20,35 a
Figaron 25	92,45 ab	72,40 b	253,35 a	37,00 cde	20,20 a
Figaron 50	90,35 ab	39,10 bc	263,45 a	37,75 cde	20,75 a
Figaron 100	86,10 ab	72,00 b	239,70 a	27,00 e	20,95 a
Carbaril 500	82,90 b	140,85 a	214,10 a	35,00 cde	20,20 a
Carbaril 1000	99,70 ab	155,10 a	263,00 a	26,70 e	22,15 a
Carbaril 2000	84,75 ab	73,65 b	221,25 a	23,15 e	21,30 a
F (trat.)	3,23 *	23,71 **	0,90 ^{ns}	10,21 **	3,10 *
C.V. (%)	5,62	16,48	21,54	17,96	7,47

^{ns} não significativo

* - ** significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste Tukey (5%)

Na análise foliar de micronutrientes (tabela 3), observa-se que para o B, Fe e Zn não houve diferença estatística entre os tratamentos e o controle. Mais uma vez, as diferenças observadas se deram entre os tratamentos, com o ethephon 150 mg.l⁻¹ apresentando maior teor de boro do que o raleio manual e o carbaril 500 mg.l⁻¹.

Já com relação ao Cu e Mn observamos que o tratamento carbaril (500 e 1000 mg.l⁻¹) diferiu do controle, apresentando maiores teores de cobre ; e os tratamentos carbaril, Figaron, ethephon (200 e 250 mg.l⁻¹) e NAA 200 mg.l⁻¹ apresentaram menores teores de manganês do que o controle, aos 69 DAA.

Ainda segundo Sanches et al. (1994), os teores foliares de B e Mn são considerados adequados, mas com relação ao Cu todos os tratamentos apresentaram teores excessivos. Quanto ao Fe, os tratamentos NAA (100 e 200 mg.l⁻¹), ethephon (200 e 250 mg.l⁻¹), Figaron e carbaril apresentaram teores excessivos. Para o Zn, todos os tratamentos apresentaram teores baixos.

Tabela 4: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais sobre os teores foliares de macronutrientes em tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco), aos 211 dias após a aplicação (junho/1998).

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	Teores foliares (g. kg ⁻¹) -211 DAA					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Controle	25,00 abc	1,55 a	11,48 bcd	41,70 a	3,84 abcd	2,11 a
Raleio Manual	24,22 c	1,60 a	11,48 bcd	37,00 ab	4,17 ab	2,30 a
NAA 50	26,11 abc	1,67 a	13,77 bc	34,65 ab	3,88 abc	2,20 a
NAA 100	27,37 ab	1,58 a	10,71 cd	35,67 ab	4,18 ab	2,29 a
NAA 200	26,11 abc	1,53 a	11,86 bcd	32,47 ab	3,46 d	2,17 a
Ethephon 150	27,80 a	1,45 a	14,20 abc	32,62 ab	3,52 cd	2,32 a
Ethephon 200	26,00 abc	1,55 a	18,37 a	32,42 ab	3,65 cd	2,24 a
Ethephon 250	25,62 abc	1,53 a	15,69 ab	30,40 ab	3,88 abc	2,40 a
Figaron 25	25,76 abc	1,58 a	12,24 bcd	42,47 a	3,63 cd	2,53 a
Figaron 50	27,02 abc	1,78 a	13,40 bc	29,87 ab	3,79 bcd	2,59 a
Figaron 100	27,51 ab	1,65 a	11,10 cd	35,27 ab	3,67 cd	1,92 a
Carbaril 500	26,25 abc	1,67 a	9,95 cd	34,95 ab	4,21 a	2,35 a
Carbaril 1000	24,85 bc	1,84 a	8,04 d	31,95 ab	3,88 abc	1,71 a
Carbaril 2000	24,85 bc	1,83 a	10,33 cd	28,27 b	3,70 cd	1,35 a
F (trat.)	4,60 **	2,46 ^{ns}	10,97 **	3,31 *	10,82 **	1,86 ^{ns}
C.V. (%)	2,77	6,53	9,02	9,29	2,67	15,57

^{ns} não significativo

* - ** significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste Tukey (5%)

Na segunda coleta de folhas para análise nutricional, realizada em junho de 1998, observamos que com relação aos micronutrientes N, P, Mg e S não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos e o controle. Novamente, as diferenças observadas se deram entre os tratamentos. Com relação ao N, o ethephon 150 mg.l⁻¹

apresentou maior teor do que o raleio manual e carbaril (1000 e 2000 mg.l⁻¹). Quanto ao Mg, os tratamentos raleio manual, NAA 100 mg.l⁻¹ e carbaril 500 mg.l⁻¹ apresentaram maiores teores, diferindo estatisticamente do NAA 200 mg.l⁻¹, ethephon (150 e 200 mg.l⁻¹), Figaron (25 e 100 mg.l⁻¹) e carbaril 2000 mg.l⁻¹.

Entretanto, com relação ao K e ao Ca, o tratamento ethephon 200 mg.l⁻¹ apresentou maior teor foliar de potássio ; e o tratamento carbaril 2000 mg.l⁻¹ apresentou menor teor foliar de cálcio, quando comparados com o controle (tabela 4).

Os macronutrientes N, P e Mg se apresentaram em teores adequados para todos os tratamentos, entretanto, com relação ao K, os tratamentos carbaril (500 e 1000 mg.l⁻¹) apresentaram valores baixos ; sendo que o mesmo foi observado para o Ca nos tratamentos NAA (50 e 200 mg.l⁻¹), ethephon, Figaron 25 mg.l⁻¹ e carbaril ; e para o S nos tratamentos Figaron 100 mg.l⁻¹ e carbaril (1000 e 2000 mg.l⁻¹).

Tabela 5: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais sobre os teores foliares de micronutrientes em tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco), aos 211 dias após a aplicação (junho/1998).

Tratamentos (mg.l ⁻¹)	Teores foliares (mg.kg ⁻¹) – 211 DAP				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Controle	112,80. abcd	15,30 cd	240,20 abcd	57,60 ab	18,70 a
Raleio Manual	100,15. bcd	19,80 bcd	244,40 abc	66,00 a	18,35 a
NAA 50	107,15. bcd	12,65 d	213,95 cdef	45,85 cde	17,60 a
NAA 100	93,65 d	14,55 cd	186,00 f	52,20 bcde	17,00 a
NAA 200	128,35 a	14,85 cd	227,35 abcde	56,50 abc	15,85 a
Ethephon 150	107,10 bcd	17,70 bcd	248,35 abc	49,85 bcde	16,35 a
Ethephon 200	114,20 abc	18,90 bcd	222,25 abcde	42,25 de	18,15 a
Ethephon 250	109,20 abcd	17,90 bcd	224,95 abcde	55,15 bcd	19,50 a
Figaron 25	119,25 ab	17,65 bcd	199,00 ef	45,75 de	16,05 a
Figaron 50	106,40 bcd	22,95 bc	251,15 a	57,50 ab	16,00 a
Figaron 100	97,45 cd	21,75 bcd	208,20 def	45,60 de	17,15 a
Carbaril 500	95,10 cd	26,05 b	208,85 def	44,85 de	17,85 a
Carbaril 1000	99,00 cd	39,70 a	250,15 ab	48,55 bcde	17,45 a
Carbaril 2000	101,75 bcd	26,80 b	216,10 bcdef	43,70 e	18,00 a
F (trat.)	7,69 **	16,69 **	11,09 **	12,28 **	1,83 ^{ns}
C. V. (%)	4,68	11,76	3,86	5,26	6,68

^{ns} não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste Tukey (5%)

Finalmente, na análise de micronutrientes nas folhas coletadas em junho de 1998 (tabela 5), observamos que quanto ao B e Zn não houve diferença estatística entre os tratamentos e o controle. Notamos apenas que os tratamentos NAA 200 mg.l⁻¹ e Figaron 25 mg.l⁻¹ apresentaram maiores teores de boro foliar do que o NAA 100 mg.l⁻¹, Figaron 100 mg.l⁻¹ e carbaril (500 e 1000 mg.l⁻¹).

Já com relação ao Cu, verifica-se que o tratamento carbaril apresentou maiores teores do que o controle. Quanto ao Fe, os tratamentos NAA 100 mg.l⁻¹ e Figaron 25 mg.l⁻¹ apresentaram menores teores do que o controle ; sendo que o mesmo foi observado para os tratamentos NAA 50 mg.l⁻¹, ethephon 200 mg.l⁻¹, Figaron (25 e 100 mg.l⁻¹) e carbaril (500 e 2000 mg.l⁻¹) com relação ao Mn (tabela 5).

De acordo com Sanches et al. (1994), os teores de B e Mn se encontraram no limite adequado ; e com relação ao Zn, todos os tratamentos apresentaram teores baixos. Já os tratamentos raleio manual, ethephon, Figaron e carbaril apresentaram teores de Cu e Fe excessivos.

Tabela 6: Efeito da aplicação foliar de reguladores vegetais sobre os teores foliares de açúcares solúveis em folhas de *Citrus reticulata* Blanco cv. 'Ponkan'.

Tratamento (mg.l ⁻¹)	Açúcares (mg.g ⁻¹ de matéria seca)
Controle	15,82 ab
Raleio Manual	15,60 abc
NAA 50	15,08 abc
NAA 100	14,53 abc
NAA 200	14,87 abc
Ethephon 150	12,36 abc
Ethephon 200	16,04 ab
Ethephon 250	16,57 a
Figaron 25	12,00 abc
Figaron 50	11,66 abc
Figaron 100	12,98 abc
Carbaril 500	10,31 bc
Carbaril 1000	9,72 c
Carbaril 2000	15,97 ab
F (trat.)	3,97 **
C.V. (%)	14,33

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey (5%)

Na determinação do nível de carboidratos solúveis em folhas da tangerina 'Ponkan' coletadas em junho de 1998, verificou-se que somente o tratamento carbaril 1000 mg.l⁻¹ diferiu estatisticamente do controle, apresentando menor quantidade de açúcares solúveis.

4.6- Discussão

a) Número de Frutos

Dentre os reguladores vegetais utilizados, o ethephon foi o produto que provocou maior redução no número de frutos, seguido pelo Figaron 25 mg.l⁻¹. Já o NAA e carbaril mostraram-se pouco eficientes em termos de desbaste, com reduções médias de 30% e 35% respectivamente, aos 140 DAP (não diferindo do controle).

b) Composição mineral

Os reguladores vegetais apresentam-se como uma ferramenta agronômica, podendo tornar a utilização dos nutrientes pelas plantas mais eficiente, acentuando seus potenciais fisiológicos e genéticos.

Na análise nutricional foliar, realizada em amostras coletadas em fevereiro e junho de 1998, na maioria dos casos não foi verificado nenhum tipo de ação (positiva ou negativa) dos reguladores vegetais sobre o teor de macro e micronutrientes em folhas da tangerina 'Ponkan'. Nos casos onde houve resposta significativa, devido à escassez de trabalhos sobre o assunto na literatura de citros, procurou-se interpretar os resultados deste experimento comparando-os com aqueles obtidos em outra cultura.

Após 69 dias do raleio observou-se não ter havido variação significativa para os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S na comparação entre plantas tratadas e as plantas controle. Este resultado reflete o período de coleta de folhas para análise (fevereiro), quando ainda não havia ocorrido maior demanda de nutrientes pelos frutos. Este resultado concorda com aquele obtido por Souza et al. (1993), em aplicações de ethephon em tangerina 'Montenegrina'.

Na segunda coleta de folhas para análise nutricional, realizada no período de colheita dos frutos, foram observados maiores teores de K foliar nas plantas submetidas ao tratamento com ethephon (200 mg.l^{-1}), quando comparado com o controle e os demais tratamentos. A mesma tendência foi observada para as concentrações de 150 e 250 mg.l^{-1} (embora não atingindo níveis de significância estatística). Neste caso, possivelmente ocorreu um menor desgaste da planta com relação a este nutriente, já que o ethephon foi o tratamento mais eficiente em termos de raleio de frutos. Em decorrência de uma menor carga de frutos, ocorreu uma menor translocação de K para estes; daí os aumentos observados (novamente concordando com Souza et al., 1993).

As plantas tratadas com carbaril 2000 mg.l^{-1} apresentaram menor teor foliar de cálcio. Guzewski (1993) verificou que a aplicação conjunta de NAA e carbaril para o desbaste de macieira resultou num maior conteúdo de Ca nos frutos em comparação com o controle.

No caso do Cu, as plantas tratadas com carbaril apresentam maiores teores foliares em relação ao controle, nas duas coletas de folhas. Os teores excessivos deste elemento verificados nas duas coletas de folhas se devem muito provavelmente à pulverização com produtos à base de cobre para o controle de verrugose e melanose, prática cultural comum em citros. Deve-se destacar também que o carbaril não apresenta cobre na sua formulação.

Com relação ao Mn, houve tendência de ocorrer uma diminuição no teor foliar deste elemento para todos os reguladores vegetais utilizados, nas duas coletas de folhas. Entretanto, os teores verificados se encontram nos limites adequados e ainda, segundo Agustí et al. (1995a), a deficiência de manganês não altera o tamanho ou a forma do fruto e a sua influência sobre o rendimento e a qualidade da colheita parece ser menos importante do que a carência de outros elementos minerais.

c) Metabolismo de carboidratos

Mesmo sendo economicamente viável, resultando em um aumento no tamanho do fruto, o desbaste sempre envolve uma redução na produção total. Sob o ponto de vista da relação fonte-dreno, deve ser enfatizado que a quantidade total de matéria seca

parcelada para os frutos é altamente dependente do número de frutos drenos. O que se deseja saber é o que acontece com o excesso de fotossintatos que não estará sendo enviado para o fruto. A redução da demanda pelos frutos leva a uma redução na produção de assimilados ou estes fotossintatos são alocados para outros drenos? De fato, somente uma pequena fração da matéria seca “economizada” pela remoção dos frutos é direcionada para os frutos remanescentes (Goldschmidt & Koch, 1996). Desde que as taxas fotossintéticas não foram reduzidas mesmo quando as árvores foram completamente desbastadas (Monselise et al., 1986), o excesso de fotoassimilados foi provavelmente parcelado para outros drenos alternativos. As altas concentrações de amido nas raízes sugerem que estas são os drenos de acumulação ativos na ausência dos frutos (Goldschmidt & Golomb, 1982).

Neste experimento, o raleio de frutos através da aplicação de reguladores vegetais não se traduziu em aumentos nos níveis de carboidratos nas folhas. Este resultado concorda com aqueles obtidos em experimentos anteriores, nos quais não se verificou um acúmulo de açúcares nas folhas após a remoção dos principais drenos fotossintético – os frutos – (Lewis et al., 1964 ; Jones et al., 1974 ; Hammond et al., 1984 ; Souza et al., 1993). De fato, as correlações entre frutificação e níveis de amido sempre foram maiores do que as correlações entre frutificação e os níveis de carboidratos totais. Isto implica dizer que os açúcares solúveis (os quais incluem os açúcares redutores e a sacarose), quando comparados com o amido, são menos dependentes da carga de frutos na árvore ; não sendo exauridos na mesma extensão que o amido, o qual se acumula nas raízes e folhas de tangerineiras nos anos de baixa produção (Yamanishi, 1995 ; Goldschmidt & Golomb, 1982).

Torna-se importante destacar que para as análises de carboidratos foram coletadas folhas novas (da inflorescência) e folhas velhas (desenvolvidas), dos ramos frutíferos marcados. Entre elas, a taxa de mobilização de reservas é diferente (Sanz et al., 1987). Nas folhas velhas, a perda de carboidratos se dá numa taxa constante, independentemente da taxa de crescimento do fruto ; sendo que mesmo a eliminação de todos os frutos do ramo não afetou a taxa de transporte a partir destas folhas. De acordo com Kriedemann (1970), a translocação de assimilados recentemente sintetizados em

folhas velhas de limão se deu preferencialmente na direção basípeta do que em direção ao fruto terminal, demonstrando que estas folhas são independentes da presença dos frutos mais próximos.

Finalmente, torna-se importante destacar que as folhas não são os únicos órgãos indicadores do nível de carboidratos na planta, devendo-se levar em conta outros órgãos como o sistema radicular, tronco e ramos (Souza et al., 1993). Desta forma, a regulação dos níveis de carboidratos nas folhas da inflorescência não pode ser explicada somente em termos de competição e relação fonte-dreno entre estas e os frutos mais próximos. A possibilidade de um controle hormonal e também o envolvimento nutricional devem ser levados em consideração (Sanz et al., 1987).

4.7 - Conclusões

- a) Foram verificados aumentos nos teores foliares de potássio (com ethephon 200 mg.l⁻¹) e cobre (com carbaril); sendo que houve uma diminuição nos níveis de cálcio (com carbaril 2000 mg.l⁻¹), manganês (com NAA 50 mg.l⁻¹, ethephon 200 mg.l⁻¹, Figaron 25 e 100 mg.l⁻¹ e carbaril 500 e 2000 mg.l⁻¹) e ferro (NAA 100 mg.l⁻¹ e Figaron 25 mg.l⁻¹).
- b) O metabolismo de carboidratos nas folhas da inflorescência não foi modificado após a redução no número de frutos devido ao desbaste.

4.8 - Referências bibliográficas

- BUSTAN, A. ; MARGALIT, E. ; GOLDSCHMIDT, E.E. ; ERNER, Y. ; GOREN, R. ; SELIGMAN, N. Effect of source-sink ratio on carbohydrate level and photosynthesis in citrus leaves. (abstract). **Plant Physiology**, 1992. /S-857/.
- DOWNTON, W.J.S. ; GRANT, W.J.R. ; LOVEYS, B.R. Carbon dioxide enrichment increases yield of Valencia orange. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.14, p. 593-501, 1987.
- DUBOIS, M. ; GILLES, K.A. ; HAMILTON, J.K. ; REBERS, P.A. ; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Annals of Chemistry**, v.28, n.350, 1956.
- GOLDSCHMIDT, E.E. ; GOLOMB, A. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. **Journal of the Americam Society for Horticultural Science**, v.107, n.2, p.206-208, 1982.
- GOLDSCHMIDT, E.E. ; KOCH, K.E. Citrus. In: ZAMSKI, E. ; SCHAFFER, A.A. (Eds.). **Photoassimilate distribution in plants and crops**. New York: Marcel Dekker, 1996. p.797-822.
- GUARDIOLA, J.L. Factors limiting productivity in citrus: a physiological approach. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v.1, p. 381-394, 1988.
- GUZEWSKI, W. Mineral content and storage ability of apples from trees treated with chemical thinners nad retardants. **Acta Horticulturae**, v.329, p.254-256, 1993.
- HAMMOND, J.B.W. ; BURTON, K.S. ; SHAW, A.F. ; HO, L.C. Source-sink relationships and carbon metabolism in tomato leaves. 2. Carbohydrate pools and catabolic enzymes. **Annals of Botany**, v.53, p.307-314, 1984.

- JONES, W.W. ; EMBLETON, T.W. ; BARNHART, E.L. ; CREE, C.B. Effect of time and amount of fruit thinning on leaf carbohydrates and fruit set in 'Valencia' oranges. **Hilgardia**, v.42, p.441-449, 1974.
- LEWIS, L.N. ; COGGINS Jr., C.W. ; HIELD, H.Z. The effects of biennial bearing and NAA on the carbohydrate and nitrogen composition of 'Wilking' mandarin leaves. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.84, p.147-151, 1964.
- MEHOUACHI, J. ; SERNA, D. ; ZARAGOZA, S. ; AGUSTI, M. ; TALON, M. ; PRIMO-MILLO, E. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. **Plant Science**, v. 107, p.189-197, 1995.
- MONSELISE, S.P. ; FISHLER, M. ; BRAVDO, B. ; GOLDSCHMIDT, E.E. Source-sink relationship in citrus: whole trees vs. girdled branches. In: LAKSO, A. ; LENZ, F. (Ed.). **The regulation of photosynthesis in fruit trees**. N.Y. State Agric. Exp. Station, Geneva, 1986, p.98-100.
- RUÍZ, R. ; GUARDIOLA, J.L. Carbohydrate and mineral nutrition of orange fruitlets in relation to growth and abscission. **Physiologia Plantarum**, v.89, p.1-10, 1993.
- SANZ, A. ; MONERRI, C. ; GONZÁLEZ-FERRER, J. ; GUARDIOLA, J.L. Changes in carbohydrates and mineral elements in *Citrus* leaves during flowering and fruit set. **Physiologia Plantarum**, v.69, p.93-98, 1987.
- SARRUGE, J.R. ; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP. 56p. 1974.
- SOUZA, P.V.D. DE ; KOLLER, O.C. ; SCHWARZ, S.F. ; BARRADAS, C.I.N. 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**, v.28, n.5, p.613-619, 1993.

YAMANISHI, O.K. Trunk strangulation and winter effects on carbohydrate level and its relation with flowering, fruiting and yield of 'Tosa Buntan' pummelo grown in a plastic house. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.1, p.85-95, 1995.

5. CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que os experimentos foram realizados, foi possível estabelecer que a aplicação de reguladores vegetais em tangerina 'Ponkan' não afetou o desenvolvimento vegetativo das plantas. O raleio manual de frutos não apresentou diferenças significativas com relação ao controle em nenhum dos parâmetros avaliados, mostrando-se pouco eficiente em termos de desbaste. Aos 140 dias após a aplicação, as reduções no número de infrutescências foram da ordem de 31,19% , 24,87% e 31,77% (para as concentrações de 50, 100 e 200 mg.l⁻¹ de NAA); 65,5%, 60,3% e 64,03% (para as concentrações de 150, 200 e 250 mg.l⁻¹ de ethephon); 56,03%, 22,34% e 25,80% (para as concentrações de 25, 50 e 100 mg.l⁻¹ de Figaron) e 35,64%, 32,25% e 37,75% (para as concentrações de 500, 1000 e 2000 mg.l⁻¹ de carbaril). Com a exceção dos tratamentos ethephon 200 mg.l⁻¹ e Figaron 50 mg.l⁻¹ , todos os outros produtos proporcionaram um aumento no diâmetro final do fruto sem diminuir significativamente a produção. Desta forma, todos os produtos utilizados podem ser indicados para a realização do desbaste químico em tangerina 'Ponkan', utilizando-se as menores dosagens de cada produto (por serem as mais econômicas em termos de custo de produção).

O rendimento, teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, ratio e pH do suco não foram alterados pela aplicação dos reguladores vegetais.

Verificou-se um aumento nos teores de potássio (com ethephon 200 mg.l⁻¹) e cobre (nos tratamentos com carbaril); sendo verificada uma diminuição nos níveis de cálcio (com carbaril 2000 mg.l⁻¹), manganês (NAA 50 mg.l⁻¹, ethephon 200 mg.l⁻¹, Figaron 25 e 100 mg.l⁻¹ e carbaril 500 e 1000 mg.l⁻¹) e ferro (NAA 100 mg.l⁻¹ e Figaron 25 mg.l⁻¹), na análise foliar das amostras coletadas em junho/1998. Desta forma, estabeleceu-se que os reguladores vegetais podem atuar sobre o acúmulo de nutrientes nas folhas da tangerineira 'Ponkan', podendo tornar a utilização dos nutrientes pelas plantas mais eficiente.

A redução na demanda de assimilados pelos frutos (os principais drenos fotossintéticos das plantas) devido ao desbaste não modificou a produção de carboidratos nas folhas da inflorescência. Concluiu-se que na ausência dos frutos, o excesso de carboidratos é parcelado para outros drenos da planta.

6. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, M. ; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura.** Barcelona – España: Ed. Aedos, 1995. 182p.

AGUSTÍ, M. ; ALMELA, V. ; AZNAR, M. ; EL-OTMANI, M. ; PONS, J. Satsuma mandarin fruit size increased by 2,4-DP. **HortScience**, v.29, p.279-281, 1994a.

AGUSTÍ, M. ; ALMELA, V. ; AZNAR, M. ; JUAN, M. ; ERES, V. **Desarrollo y tamaño final del fruto en los agrios.** Valência: Ed. Generalitat Valenciana, 1995a. 80p.

AGUSTÍ, M. ; ALMELA, V. ; AZNAR, M. ; PONS, J. ; EL-OTMANI, M. The effect of 2,4-DP to improve fruit size in citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v.1, p.423-427, 1992.

AGUSTÍ, M. ; ALMELA, V. ; JUAN, M. ; PRIMO-MILLO, E. ; TRENOR, I. ; ZARAGOZA, S. Effect of 3,5,6-trichloro-2-pyridyl-oxyacetic acid on fruit size and yield of 'Clausellina' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Journal of Horticultural Science**, v.69, p.219-223, 1994 b.

AGUSTI, M. ; EL-OTMANI, M. ; AZNAR, M. ; JUAN, M. ; ALMELA, V. Effect of 3,5,6-trichloro-2-pyridyloxyacetic acid on clementine early fruitlet development and on fruit size at maturity. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.6, p.955-962, 1995b.

ALONI, R. Differentiation of vascular tissues. **Annual Review of Plant Physiology**, v.38, p.179-204, 1987.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA (AGRIANUAL). **Tangerinas.** São Paulo, 1999, 386p.

- AZNAR, M. ; ALMELA, V. ; JUAN, M. ; EL-OTMANI, M. ; AGUSTÍ, M. Effect of the synthetic auxin phenothiol on fruit development of 'Fortune' mandarin. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.4, p.617-621, 1995.
- AWAD, M. ; CASTRO, P.R.C. **Introdução à Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Nobel, 1983.177p.
- BANGERTH, F. Polar auxin transport in fruit trees in relation to fruit drop. **Acta Horticulturae**, n.275, p.461-467, 1990.
- BRAR, S.S. ; MINHAS, P.P.S. ; KAUNDAL, G.S. ; SUBHADRABANDHU, S. Chemical thinning of Kinnow mandarin. **Acta Horticulturae**, v.321, p.443-448, 1992.
- BREDELL, J. Chemical manipulation of fruit size of clementines. **Information Bulletin Citrus and Subtropical Fruti Research Institute**, n.197, p.7, 1989.
- BUSTAN, A. ; ERNER, Y. ; GOLDSCHMIDT, E.E. Interactions between developing *Citrus* fruits and their supportive vascular system. **Annals of Botany**, v.76, p.657-666, 1995.
- CAETANO, A.A. Alguns tratos culturais do pomar cítrico. **Boletim Informativo do Fórum Paulista de Fruticultura**, v.2, p.2, 1984. Suplemento, 1.
- CAETANO, A.A. Tratos culturais. In: RODRIGUEZ, O. ; VIEGAS, F.C.P. (Coord.). **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. V.2, p.429-466.
- CARRERES, R. Influencia de diversos fitorreguladores sobre las variedades de mandarina Satsuma y Clementina. In: CONGRESSO MUNDIAL DE CITRICULTURA, v.2, 1973. Murcha –Valência: 1973, p.383-391.
- CASTRO, P.R.C. ; PACHECO, A.C. ; MEDINA, C.L. Effects of NAA, ethephon and Figaron on postbloom thinning of *Citrus deliciosa* Tem. 'Do Rio' mandarin. In:

- INTERNATIONAL HORTICULTURE CONGRESS, 25, Bélgica, 1998.
Resumos. Bélgica, 1998, p.128.
- COELHO, Y.S. ; MEDINA, V.M. Desbaste de frutos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISIOLOGIA, Campinas, 1992. Anais, Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.187-194.
- COGGINS, C.W. Jr. ; HIELD, H.Z. Plant growth regulators. In: REUTHER, W. ; BATCHELOR, L.D. ; WEBBER, J.H. (Eds.). **The Citrus Industry**. California: University of California, 1968. Cap.8, p.386-411.
- CROWE, A.D. Effect of thinning sprays on metabolism of growth substances in the apple. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.86, p.23-27, 1965.
- EBERT, A. ; BANGERTH, F. Possible hormonal modes of action of three apple thinning agents. **Scientia Horticulturae**, v.16, p.343-356, 1982.
- EDGERTON, L.J. Apple abscission. **HortScience**, v.6, p. 378-382, 1971
- EL- KASSAS, S.E. ; AHMED, M.A. ; EL- SESE, A.M. ; MOHAMMED, A.A. Physiological studies on some factors affecting alternate bearing in Balady mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). A- Effect of fruit thinning during on-flowering season by certain growth regulators. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, v.25, n.5, p.141-153, 1994.
- EL-OTMANI, M. ; AGUSTÍ, M. ; AZNAR, M. ; ALMELA, V. Improving the size of 'Fortune' mandarin fruits by the auxin 2,4-DP. . **Scientia Horticulturae**, v.55, p. 283-290, 1993.
- EL-ZEFTAWI, B.M. Effects of ethephon and 2,4,5-T on fruit size, rind pigments and alternate bearing of 'Imperial' mandarin. **Scientia Horticulturae**, v.5, p.315-320, 1976.

- FARMAHAN, H.L. Chemical thinning improves “off” year crop harvest in Kinnow mandarin. **Horticultural Journal**, v.5, n.2, p.67-72, 1992.
- GALLASCH, P.T. Chemical thinning of heavy crops of mandarins to increase fruit size. **Proceedings of the 6th International Citrus Congress**, v.1, p.395-405, 1988.
- GALLIANI, S. ; MONSELISE, S.P. ; GOREN, R. Improving fruit size and breaking alternate bearing in ‘Wilking’ mandarins by ethephon and other agents. **HortScience**, v.10, n.1, p.68-69, 1975.
- GARCIA –MARTÍNEZ, J.L. ; GARCIA-PAPI, M.A. The influence of gibberellic acid, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 6- benzylaminopurine on fruit set of clementine mandarin. **Scientia Horticulturae**, v.10, p. 285-294, 1979.
- GAZZOLA, R. Adubação foliar e desbaste manual na qualidade dos frutos da tangerineira (*Citrus reticulata* Blanco cv. Ponkan). Lavras, 1991. 78p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras..
- GOLDSCHMIDT, M.H.M. The polar transport of auxin. **Annual Review Plant Physiology**, v.28, p.439-478, 1977.
- GUARDIOLA, J.L. Aumento del tamaño del fruto en Satsuma y Clementinas. Problemas y perspectivas. **Levante Agrícola Vegetal**, v.230, p.67-68, 1981.
- GUARDIOLA, J.L. Factors limiting productivity in citrus. A physiological approach. **Proceedings International Society Citriculture**, v.1, p.381-394, 1988.
- GUARDIOLA, J.L. ; ALMELA, V. ; BARRÉS, M.T. Dual effect of auxins on fruit growth in Satsuma mandarin. **Scientia Horticulturae**, v.34, p. 229-237, 1988.
- GUARDIOLA, J.L. ; BARRÉS, M.T. ; ALBERT, C. ; GARCÍA-LUIS, A. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in *Citrus unshiu* . **Annals of Botany**, v.71, p.169-176, 1993.

- GUARDIOLA, J.L. ; LÁZARO, E. The effect of synthetic auxins on fruit growth and anatomical development in Satsuma mandarin. **Scientia Horticulturae**, v.31, p. 119-130, 1987.
- HWANG –ASHIANG ; TSZU, H.H. ; HWANG, A.S. ; HSU, H.T. Alternate bearing and chemical thinning of Ponkan mandarin. **Journal of Agricultural Research of China**, v.43, n.3, p.320-329, 1994.
- ISMAIL, M.A. Variation in the abscission response of aging citrus fruit and leaf explants to ethylene and 2,4-D. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.95, p. 319-322, 1970.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Os números da citricultura**. São Paulo, 1997, 28p.
- IWAHORI, S. ; OOHATA, J.T. Chemical thinning of ‘Satsuma’ mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit by 1-naphthaleneacetic acid: role of ethylene and cellulase. **Scientia Horticulturae**, v.4, p. 167-174, 1976.
- JAHN, O.L. Inflorescence types and fruiting patterns in Hamlin and Valencia oranges and Marsh grapefruit. **American Journal of Botany**, v.60, p.663-670, 1973.
- JAHN, O.L. Fruiting and twig diameter in *Citrus*. **American Journal of Botany**, v.65, p.1032-1034, 1978.
- KAMURO, Y. ; HIRAI, S.K. Physiological activity of ethychlozate. Fruit thinning and maturity accelerating effects for citrus. **Proceedins of the International Society of Citriculture**, v.1, p.260-263, 1981.
- LENZ, F. Photosynthesis and respiration of citrus as dependent upon fruit load. **Proceedins of the International Society of Citriculture**, p.70-71, 1978.
- LEWIN, I.J. ; MONSELISE, S.P. Further studies on the reduction of seeds in mandarins by NAA sprays. **Scientia Horticulturae**, v.4, p. 229-234, 1976.

- MALAKA, S.A. ; BONDOK, M.A. Effect of some growth regulators on fruit thinning, yield, fruit quality and endogenous hormone levels in Balady mandarins. **Annals of Agricultural Science Cairo**, v.42, n.1, p.217-229, 1997.
- MARINHO, C.S. ; SOUTO, R.F. ; SOBRINHO, F.S. Influência da adubação foliar e desbaste manual na qualidade dos frutos da tangerineira (*Citrus reticulata* cv. 'Ponkan'). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.9, p.1019-1023, 1993.
- MARODIN, G.A.B. Raleio químico e manual de frutinhos de tangerineira (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina. Porto Alegre: UFRGS, 1987. 124p. Tese de Mestrado.
- MONSELISE, S.P. The use of growth regulators in citriculture: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.11, p. 151-162, 1979.
- MONSELISE, S.P. ; GOLDSCHMIDT, E.E. ; GOLOMB, A. Alternate bearing in citrus and ways of control. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v.1, p.232-242, 1981.
- ORTOLÁ, A.G. ; MONERRI, C. ; GUARDIOLA, J.L. Estimulación del desarrollo del fruto en el mandarino Satsuma mediante la aplicación de ácido naftalen acético. **Actas III Congresso Sociedad. Esp. Cie. Hort.**, v.1, p.22-27, 1988.
- ORTOLÁ, A.G. ; MONERRI, C. ; GUARDIOLA, J.L. The use of naphtaleneacetic acid as a fruit growth enhancer in satsuma mandarin: a comparison with the fruit thinning effect. **Scientia Horticulturae**, v.47, p.15-25, 1991.
- PILET, P.E. Absciscic acid action on basipetal auxin transport. **Physiologia Plantarum**, v.25, p.28-31, 1971.
- RAGONE, M.L. Os reguladores de crescimento no cultivo cítrico na Argentina. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, Campinas, 1992. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 52-66.

- RAGONE, M.L. Effect of growth regulators and cultural practices on the production and quality of satsuma mandarins. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v.25, n.2, p.57-63, 1994.
- RATNER, A.; GOREN, R. ; MONSELISE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, v.44, p.1717-1723, 1969.
- SEXTON, R. The role of ethylene and auxin in abscission. Proc. 8th symposium Plant Bioregulators. **Acta Horticulturae**, v.463, p.435-444, 1997.
- SEXTON, R. ; LEWIS, L.N. ; TREWAVAS, A.J. ; KELLEY, P. Ethylene and abscission. In: ROBERTS, J.A. ; TUCKER, G.A. (Eds). **Ethylene and plant development**. London: Butterworths, 1984. p.173-196.
- SCHNEIDER, G.W. ; LASHEEN, A.M. NAA and Sevin on composition, development and abscission of apple fruit. **HortScience**, v.8, n.2, p.103-104, 1973.
- SOUZA, P.V.D. ; KOLLER, O.C. ; SCHWARZ, S.F. ; BARRADAS, C.I.N. Influência de concentrações de etefon e pressões de pulverização foliar sobre produção de frutos e o teor de substâncias de reserva em tangerineiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.5, p.613-619, 1993.
- SMITH, P.F. Collapse of 'Murcott'tangerines trees. **Journal of the American Society of Horticulture**, v.101, n.1, p.23-25, 1976.
- STEWART, W.S. ; HIELD, H.Z. ; BRANNAMAN, B.L. Effects of 2,4-D and related substances on fruit drop, yield, size and quality of Valencia oranges. **Hilgardia**, v.21, p.301-329, 1952.
- SUZUKI, K. ; KAWASE, K. ; HIRAI, K. The effects of mixing ethephon with ethylclozate on fruit thinning and defoliation in satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marcovitch.). **Bulletin of the Tree Research Station**, n.17, p.45-54, 1990.

- TAKAHASHI, N. ; YAMAGUCHI, I. ; IGOSHI, M. ; HIROSE, K. ; SUZUKI, K.
Chracterization of plant growth substances in *Citrus unshiu* and their change in fruit development. **Plant and Cell Physiology**, v.16, p. 1101-1111, 1975.
- VALDOVINOS, J.G. ; ERNEST, L.C. ; HENRY, E.W. Effect of ethylene and gibberellic acid on auxin synthesis. **Plant Physiology**, v.42, p.1803-1806, 1967.
- ZUCCONI, F. ; MONSELISE, S.P. ; GOREN, R. Growth – abscission relationships in developing orange fruit. **Scientia Horticulturae**, v.9, p.137-146, 1978.
- WHEATON, T.A. Fruit thinning of Florida mandarins using plant growth regulators. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v.1, p.263-268, 1981.
- WEINBAUM, S.A. ; GIULIVO, C. ; RAMINA, A. Chemical thinning: Ethylene and pre-treatment fruit size influence enlargement, auxin transport and apparent sink strength of French Prune and ‘Andross’ peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.102, p. 781-785, 1977.