

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM  
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS**

**ELSON FERNANDO NEGRISOLI**

**Uso do regulador vegetal 2,4-D visando retenção de frutos em  
laranjeiras afetadas por mancha preta dos citros**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da  
Citricultura como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Araraquara

Julho-2013

**ELSON FERNANDO NEGRISOLI**

**Uso do regulador vegetal 2,4-D visando retenção de frutos em  
laranjeiras afetadas por mancha preta dos citros**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da  
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Araraquara

Julho-2013

**ELSON FERNANDO NEGRISOLI****Uso do regulador vegetal 2,4-D visando retenção de frutos em laranjeiras afetadas por mancha preta dos citros**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Araraquara, 30 de julho de 2013.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Geraldo José da Silva Junior  
Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara, SP

---

Dr.<sup>a</sup> Viviani Vieira Marques  
Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara, SP

---

Dr. Marcel Bellato Spósito  
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Esalq/USP, Piracicaba, SP

***Dedico***

À MINHA FAMÍLIA,

Rineu Negrison, meu pai,  
Zelia Bruno Negrison, minha mãe e  
Nathália Palma Negrison, minha filha.

... que sempre estiveram do meu lado,  
me apoiando e incentivando em  
todos os momentos da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

À empresa Branco Peres Citrus, em especial aos senhores Nelson Barrancos e Edécio Junior, que me proporcionaram a oportunidade da realização desta pós-graduação.

Ao professor, orientador e amigo Geraldo José da Silva Junior por sua contribuição, competência, confiança, paciência e pela oportunidade que tanto me contribuíram para meu aprendizado e que foram essenciais no desenvolvimento desta tese.

A todos os funcionários da Fundecitrus, em especial ao amigo Denis Marin, que foi essencial na instalação e avaliações dos ensaios no campo.

Minha gratidão a todos os professores do curso pelos ensinamentos, em especial ao professor Silvio pelas inestimáveis colaborações ao projeto, pela amizade e confiança a mim depositada.

Ao Prof. José Belasque Júnior e o Eng. Agrônomo Marcelo S. Scapin pelas dicas e colaboração durante a realização das análises estatísticas dos dados.

Aos colegas de empresa Branco Peres, Olacir Laercio Paviane e Carlos Antônio Sabino, respectivamente responsáveis pela fazenda Boa Vista e Santa Maria onde foram instalados os experimentos, sem os quais não teria sido possível a realização dos mesmos.

Ao amigo Engenheiro Agrônomo Murilo Pavarini, funcionário da Branco Peres pela ajuda imprescindível colaboração na montagem, condução e avaliações do experimento de campo.

Aos meus colegas de mestrado, pelas sextas-feiras que pudemos conviver, pelas amizades, aprendizado, em especial ao Nilton Sérgio Del Rovere, colega de trabalho, pelo companheirismo, colaboração e amizade.

Ao amigo Ramiro Ojeda pela ajuda.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do meu trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 OBJETIVO .....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3.1 Mancha preta dos citros.....	3
3.2 Reguladores Vegetais.....	5
4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	8
4.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	8
4.2 Descrição dos experimentos.....	8
4.2.1 Experimento 1 .....	8
4.2.2 Experimento 2 .....	9
4.2.3 Experimento 3 .....	10
4.3 Delineamento Experimental.....	11
4.4 Avaliações .....	12
4.5 Análises dos dados .....	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
5.1 Experimento 1 .....	13
5.2 Experimento 2 .....	16
5.3 Experimento 3 .....	19
6 CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## Uso do regulador vegetal 2,4-D visando retenção de frutos em laranjeiras afetadas por mancha preta dos citros

Autor: Elson Fernando Negrisoni

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

### RESUMO

A mancha preta dos citros (MPC) ou pinta preta, causada pelo fungo *Phyllosticta citricarpa*, afeta principalmente os frutos depreciando-os para o mercado de fruta fresca ou provocando queda prematura dos mesmos. As principais estratégias de manejo da MPC são o controle químico e o cultural. Em citros, a utilização de reguladores vegetais pode reduzir a maturação e queda de frutos, mas ainda não se conhece o efeito desses reguladores em pomares com MPC. Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito do regulador vegetal ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) sobre a queda precoce de frutos com sintomas de MPC. Para isso, foram conduzidos três experimentos, sendo o experimento 1 em Américo Brasiliense/SP na safra 2011/2012 e os experimentos 2 e 3 em Itápolis/SP nas safras 2011/2012 e 2012/2013. Nos experimentos 1 e 2 foram apenas dois tratamentos, sem e com duas aplicações do 2,4-D em pomares com controle químico da MPC. No experimento 3 foram avaliadas as duas aplicações do 2,4-D associadas a três programas de controle químico da MPC, sendo: i) controle convencional completo (6 aplicações), ii) controle intermediário (3 aplicações) e, iii) sem controle químico. Em todos os experimentos foi avaliada a severidade da MPC, distância linear mínima entre o pedúnculo e os sintomas da MPC, diâmetro do fruto e do pedúnculo, queda dos frutos, força necessária para remoção do fruto da planta e produtividade das plantas. Nos experimentos 1 e 2 a utilização de 2,4-D não interferiu na severidade da doença, distância da lesão ao pedúnculo, diâmetro do fruto, queda prematura e produção. A força para remover o fruto da planta foi maior nos tratamentos que receberam 2,4-D em todas as avaliações e o diâmetro do pedúnculo foi maior nas plantas com 2,4-D apenas na primeira avaliação. No experimento 3, os resultados foram semelhantes aos dos experimentos 1 e 2. Entretanto, a queda de frutos nas plantas sem aplicação de fungicidas e sem 2,4-D foi maior comparada às plantas sem fungicidas, mas com 2,4-D. Desta forma, nas áreas onde o controle químico foi eficiente em reduzir a severidade da MPC, o uso do 2,4-D não seria recomendado, entretanto, em áreas onde não é realizado o controle químico da MPC, o 2,4-D poderia ser utilizado para aumentar a retenção dos frutos na planta.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*; *Guignardia citricarpa*; auxinas; perdas e danos.

## **Plant growth regulator 2,4-D to fruit retention in sweet orange orchards affected by citrus black spot**

Author: Elson Fernando Negrisoni  
Advisor: Dr. Geraldo José da Silva Junior

### **ABSTRACT**

Citrus black spot (CBS), caused by *Phyllosticta citricarpa*, depreciates fruits for the fresh fruit market and causes premature fruit drop. The CBS management is made with cultural and chemical control. In citrus, the use of plant growth regulators can reduce the maturing and fruit drop, but it is still unknown the effect of these regulators in citrus orchards with CBS. Thus, the aim of this study was to evaluate the dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) plant growth regulator effect on the premature fruit drop with CBS symptoms. Three field trials were carried out in São Paulo State, Brazil. The field trial 1 was conducted in municipality of Américo Brasiliense in the 2011/2012 season and the field trials 2 and 3 in Itápolis in 2011/2012 and 2012/2013 seasons. In field trials 1 and 2 two treatments were tested, with and without two 2,4-D applications in orchards with CBS chemical control. In field trial 3 two 2,4-D applications were evaluated associated with three CBS chemical control programs: i) conventional control (6 applications), ii) intermediate control (3 applications), and iii) without chemical control. In all field trials, it was evaluated the CBS-severity, minimal linear distance of CBS lesion to the fruit peduncle, fruit and peduncle diameter, premature fruit drop, strength used to remove the CBS-symptomatic fruit and yield. In field trials 1 and 2 the 2,4-D use did not interfere in CBS-severity, distance lesion to peduncle, fruit diameter, premature fruit drop and yield. The strength to remove the fruit was higher in treatments with 2,4-D in all evaluations and peduncle diameter was greater in trees with 2,4-D only at the first assessment. In field trial 3, the results were similar to field trials 1 and 2. However, the premature fruit drop was higher in trees without both fungicide and 2,4-D applications compared to trees without fungicide applications, but sprayed with 2,4-D. Thus, in areas where chemical control was effective in reducing CBS-severity, the 2,4-D use is not recommended, however, in areas without CBS chemical control, the 2,4-D can contribute to increase the fruit retention on the tree.

**Keywords:** *Citrus sinensis*; *Guignardia citricarpa*; auxin; losses and damage.

## 1 INTRODUÇÃO

Os citros são originários do sudoeste asiático e foram introduzidos nas Américas em 1493. No Brasil, os citros chegaram provavelmente trazidos pelos portugueses em 1530 (Donadio et al., 2005). A principal região produtora de citros no Brasil engloba o estado de São Paulo e o Triângulo Mineiro que, nas safras 2011/2012 e 2012/2013 produziram um total de 428 e 364 milhões de caixas de 40,8 Kg, respectivamente. Na safra 2011/12 o total de plantas em produção e formação nesta região era de mais de 200 milhões (CONAB, 2011).

O Brasil é o maior produtor de laranjas no mundo, com 25% da produção estimada em 47.010 mil toneladas. Desse total, 86% é utilizado para a produção de suco, que representa 53% do suco de laranja produzido no mundo e 85% da exportação mundial de suco de laranja (Neves et al., 2010).

Apesar de toda a importância que a citricultura representa para o Brasil, nos últimos anos ela vem enfrentando inúmeros problemas associados ao consumo (Neves et al., 2010) e a problemas fitossanitários, dentre eles, a mancha preta do citros (MPC), doença provocada pelo fungo *Phyllosticta citricarpa*. Este fungo causa lesões principalmente nos frutos, depreciando-os para o mercado de fruta fresca ou provocando queda prematura dos mesmos (Klotz, 1978). A MPC não altera os padrões tecnológicos do ponto de vista industrial, porém as indústrias recusam receber estes frutos caídos prematuramente, vindo a aumentar os prejuízos causados por esta doença (Fagan & Goes, 2000).

Os custos de produção de laranja vêm aumentando no estado de São Paulo ao longo dos anos e, entre as safras 2011/2012 e safra 2012/2013, custo da caixa saltou de R\$9,53 para R\$11,92 (Piteli, 2012). O custo de manejo da MPC na safra 2012/2013 foi de aproximadamente R\$ 0,35 por caixa de 40,8 kg (E. F. Negrisoli, informação pessoal). Assim, considerando um custo total de R\$11,92 por caixa produzida, o controle químico desta doença esta correspondendo a 3% do custo de produção, sem considerar as perdas que essa doença provoca com a queda prematura dos frutos.

O fungo agente causal da MPC produz dois tipos de inóculos, sendo os ascósporos produzidos na fase sexuada e os conídios produzidos na fase assexuada (Kotzé, 1981). O manejo é baseado na eliminação, supressão da formação ou redução da disseminação dos dois tipos de inóculos produzidos. Os ascósporos são produzidos nas folhas de citros em decomposição no solo e o controle visando atuar sobre os ascósporos pode ser feito por meio da redução da queda de folhas ou aceleração da decomposição das folhas caídas no solo (Bellote et al., 2009), barreira física com o manejo do mato da entrelinha (Rossêto, 2009), que

dificulta a liberação e dispersão pelo vento ou remoção dessas folhas caídas (Spósito, 2003; Fundecitrus, 2008). Os conídios são produzidos nos ramos secos das plantas cítricas, nas lesões dos frutos ou nas folhas e são disseminados a curtas distâncias por respingos de chuva (Spósito et al., 2007, 2008, 2011). O controle sobre os conídios pode ser feito com a adoção da poda dos ramos secos (Nozaki, 2007) e a colheita antecipada (Fundecitrus, 2008). A pulverização de fungicidas pode atuar nas duas fontes de inóculo principalmente visando a proteção dos frutos.

Existem compostos químicos naturais produzidos pelas plantas, que em pequenas doses podem causar grandes alterações no crescimento, desenvolvimento, florescimento e reprodução das mesmas. Estes são os hormônios vegetais, também chamados de reguladores de crescimento, dos quais existem cinco grupos, as auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e etileno (Otto, 2000). Além dos reguladores naturais, existem os compostos sintéticos, tais como o ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e o ácido giberélico ( $GA_3$ ). Os reguladores de crescimento sintéticos possuem propriedades químicas semelhantes aos dos reguladores naturais (Tombolato & Costa, 1998).

O uso de reguladores vegetais é uma prática usada em muitos países visando obter maior produtividade e qualidade de fruta. São utilizados principalmente em países onde não se dispõe de muita área e onde a produtividade e qualidade dos frutos são essenciais. O grupo dos reguladores vegetais em que são encontradas as substâncias mais eficazes para aumentar o tamanho de frutos é o das auxinas (Guardiola & Garcia, 2000).

O 2,4-D é uma auxina sintética usada para retardar a abscisão de frutos maduros em citros (Monselise, 1979; Gianfagna, 1995). As auxinas são um dos fatores que regulam a produção de etileno na planta cujos teores aumentam com o amadurecimento dos frutos. A abscisão dos frutos ocorre quando há uma diminuição das auxinas e conseqüentemente um aumento do etileno. Desta forma, manter níveis mais altos de auxina na planta pode evitar a interferência do etileno e conseqüentemente a queda precoce dos mesmos frutos. Entretanto, ainda não se conhece o efeito do uso das auxinas em pomares afetados pela MPC.

Vale ressaltar que, a MPC vem aumentando no estado de São Paulo mesmo com a utilização de todas as estratégias de controles cultural e químicos disponíveis. Assim, novas estratégias que possam contribuir para a redução da queda precoce de frutos, devem ser estudadas.

## 2 OBJETIVO

Na literatura foram encontrados vários trabalhos com o uso de reguladores vegetais sintéticos como o 2,4-D, porém, na maioria dos experimentos o objetivo principal era prolongar a permanência dos frutos na planta. Não foi encontrado nenhum trabalho que relacionasse o uso desse regulador com a redução da queda precoce de fruto em função de uma doença em citros. Baseado no exposto objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação do regulador vegetal ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) na redução da queda de frutos de laranja doce em pomares afetados pela MPC com ou sem controle químico da doença.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Mancha preta dos citros

A MPC é uma doença importante no contexto das exportações brasileiras de frutas *in natura*, uma vez que a doença é considerada uma praga quarentenária na Europa (Aguilar-Vildoso et al., 2002. Spósito, 2003). Esta doença tem sido responsável por prejuízos em diversas partes do mundo sendo encontrada na África, Ásia, Oceania, América do Sul, incluindo Brasil, Argentina e Peru (Spósito, 2003) e na América do Norte nos Estados Unidos (Schubert et al., 2012).

No Brasil a doença foi identificada pela primeira vez no estado do Rio de Janeiro, em 1980 (Rosseti, 2001). Nos anos 90 foi relatada no estado de São Paulo, na região de Conchal (Goes & Feichtenberger, 1993) e hoje se encontra presente em todos os estados produtores das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, em Rondônia e no Amazonas na região Norte (Costa et al., 2003; Andrade et al., 2004; Baldassari et al., 2004; Gasparatto et al., 2004, Theodoro et al., 2004 e Caixeta et al., 2005 citados por Scaloppi (2010). Na região Nordeste a doença foi relatada em vários municípios do estado da Bahia (Silva et al., 2013).

No estado de São Paulo a doença encontra condições favoráveis de umidade e temperatura para o desenvolvimento das infecções e conseqüente expressão de sintomas. Além disso, a continuidade temporal e espacial dos citros no estado faz com que a doença se dissemine rapidamente. No Brasil a intensidade da MPC é maior em relação a outros países, fazendo com que tenhamos que desenvolver nossas próprias estratégias de detecção e controle da MPC adequadas às nossas condições (Spósito, 2003).

Em áreas onde a incidência da doença é alta e não há controle, a queda pode chegar a 80% dos frutos (Klotz, 1978). Quando os sintomas ocorrem próximos à região peduncular, o

fruto se torna mais vulnerável a queda, podendo aumentar as perdas na produção (Scaloppi, 2010; Marin et al., 2011).

O agente causal da MPC apresenta duas formas distintas, são elas as fases teleomórfica ou sexual e a fase anamórfica ou assexual (Kiely, 1948). Na fase assexuada são produzidos os picnidiósporos ou conídios em pcnídios, que se desenvolvem em folhas, ramos secos e frutos da planta e, na fase sexuada são produzidos os ascósporos em pseudotécios, que se desenvolvem nas folhas em decomposição no solo (Fundecitrus, 2008). A produção dos ascósporos é favorecida pela alternância de molhamento e secagem das folhas, condições estas encontradas no estado de São Paulo a partir da primavera e se estendendo até o verão. A morfologia dos ascósporos favorece a disseminação a curtas e médias distancias levadas pelo vento, já os conídios são dispersos por respingos de chuva a curtas distancias (Spósito et al., 2007, 2008, 2011).

Os sintomas da MPC podem ser observados em frutos da maioria das espécies de citros. Entretanto, a doença apresenta longo período de incubação e latência, da infecção até o surgimento dos primeiros sintomas, pode ser necessário mais de 200 dias (Aguiar et al., 2012). A luminosidade e altas temperaturas favorecem a expressão dos sintomas da doença, que também pode aparecer após a colheita dos frutos (Feichtenberger et al., 2005).

Existem seis tipos de sintomas da MPC observados em frutos, conhecidos como (i) *falsa melanose* - pode ser confundida com outras doenças fúngicas, como a melanose (causada por *Diaporthe citri*), aparecem em torno de 4 a 5 meses após a queda das pétalas em frutos verdes ou maduros, e se caracteriza por apresentar pequenas e numerosas manchas escuras e de tamanhos diversos, que ao tato não são asperas, (ii) *mancha dura* - sintoma mais comum, aparece quando os frutos iniciam a maturação, as manchas possuem bordas de coloração escura e centro deprimido de coloração clara sendo que no interior dessas lesões ocorrem pontos negros que são os picnídios do fungo, (iii) *mancha sardenta* - aparecem quando os frutos já estão amarelos, principalmente em pré e pós-colheita. São lesões deprimidas similares a mancha dura, porém com bordos avermelhados e não negros, (iv) *mancha virulenta* - aparece quando os frutos estão maduros, são resultados da coalescência de lesões dos tipo mancha dura e mancha sardenta, (v) *mancha rendilhada* - caracterizada pela presença de lesões superficiais quando os frutos ainda estão verdes, a lesão tem um aspecto de escorrimento. Neste tipo de sintoma não há formação de pcnídios, assim como na falsa melanose e, (vi) *mancha trincada* - aparecem quando os frutos ainda estão verdes, as lesões tem o aspecto oleoso e conforme o fruto vai amadurecendo aparecem manchas com aparência

de trincas. As lesões estão associadas a presença do ácaro da falsa-ferrugem (Fundecitrus, 2008).

O manejo da MPC pode ser realizado com medidas preventivas, tais como: uso de mudas saudáveis, limpeza dos equipamentos e veículos que transitam nos pomares, construção de bins e uso de quebra ventos (Fundecitrus, 2008). Além dessas medidas, a redução da fonte de inóculo nos pomares, pode ser conseguida utilizando diferentes estratégias: (i) utilização da vegetação verde da entrelinha para cobrir as folhas de citros caídas sob a copa das plantas com a utilização da roçadeira ecológica (Rossêto, 2009), (ii) eliminação das folhas cítricas através da aceleração da decomposição (Bellote et al., 2009) ou com rastelos e trinchas (Scaloppi, et al., 2012) e (iii) poda de ramos secos das plantas (Nozaki, 2007). Entretanto, a principal estratégia de manejo se baseia na aplicação de fungicidas (Feichtenberger et al., 2005).

O programa de pulverização se baseia na aplicação de fungicidas cúpricos nas fases de pós-florescimento com intervalos de 21 a 28 dias entre as aplicações, seguido de fungicidas sistêmicos associados ou não aos cúpricos e acrescidos de óleo mineral ou vegetal com intervalos de 35 a 42 dias entre as aplicações (Vinhas, 2011). No controle da MPC tem se observado que mesmo em boas condições climáticas para se procederem às pulverizações, os resultados obtidos no controle têm ficado aquém do esperado (Scaloppi, 2006).

### **3.2 Reguladores Vegetais**

As plantas produzem substâncias orgânicas que são chamadas de hormônios vegetais, que em pequenas concentrações são responsáveis por promover alterações nos processos fisiológicos e morfológicos, bem como interferir nas respostas aos fatores ambientais (Otto, 2000). Os reguladores vegetais sintéticos são similares aos grupos de reguladores vegetais naturais, usados diretamente nas plantas, visando modificar seus processos estruturais e vitais, com os objetivos de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (Silva & Donadio, 1997).

Os principais reguladores vegetais, também denominados de fitormônios ou hormônios vegetais são: (i) *Auxinas* - que são responsáveis pelo tropismo, desenvolvimento dos frutos, alongamento celular e caulinar. Esse regulador vegetal é produzido no meristema apical do caule, primórdios foliares, flores, frutos e são transportados na planta através dos vasos do xilema e floema, (ii) *Etileno* - atua na maturação dos frutos e indução da abscisão foliar. Este regulador é produzido em diversos órgãos da planta e difundindo entre as células, (iii) *Citocininas* - retardam o envelhecimento da planta, estimulam as divisões celulares e desenvolvimento das gemas laterais. São produzidos nas raízes das plantas e transportados

através dos vasos do xilema. (iv) *Giberelinas* - atuam na floração, promovem a germinação, desenvolvimento dos frutos, sendo sintetizados no meristema das sementes e transportados pelo xilema e, (v) *Ácido Abscísico* – atua na indução do fechamento dos estômatos, envelhecimento das folhas, dormência de sementes e gemas e inibem o crescimento das plantas. É produzido em diferentes órgãos da planta como nos caules, folhas, extremidades das raízes, sendo transportado pelo xilema e floema das plantas.

O uso de reguladores vegetais na agricultura não é recente, porém nos últimos anos cada vez mais seu uso vem se destacando, uma vez que, em plantas cítricas esses reguladores podem interferir na produção, controle de florescimento, pegamento, quedas e na qualidade dos frutos e interage no tamanho, qualidade da casca, cor da casca e qualidade interna dos frutos. Os reguladores vegetais sintéticos mais conhecidos são o ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e o ácido giberélico ( $GA_3$ ). Os mais utilizados na citricultura são as giberelinas e as auxinas (Silva & Donadio, 1997).

As auxinas podem promover um incremento no diâmetro do pedúnculo do fruto, que indicam um aumento na capacidade de dreno do fruto, estimulando o transporte de água e nutrientes, ocorrendo assim um alongamento celular e aumentando seu tamanho (Serciloto, 2001). O 2,4-D é uma auxina sintética, usada frequentemente nas doses de 5 a 20  $mg.L^{-1}$  como antagonista da abscisão de frutos maduros em praticamente todas as espécies de citros. Ele reduz a atividade da celulase e da poligalacturonase, inibindo a separação do cálice do fruto (Monselise, 1979). Este regulador tem sido usado na redução de queda de frutos em pré-colheita (Barros, 1993). No estágio intermediário ou final do crescimento do fruto previne ou retarda sua abscisão (Gianfagna, 1995).

Na Califórnia, Estados Unidos, as pulverizações com 2,4-D são comumente realizadas para reduzir a queda prematura de frutos maduros, sendo aplicado antes do início da queda natural dos frutos. Em laranjeiras de umbigo as aplicações são feitas de outubro a dezembro, que corresponde, no Brasil, aos meses de maio a julho (Coggins, 1996).

A utilização do 2,4-D quando associada ao ácido giberélico ( $GA_3$ ), retardam a senescência e a coloração dos frutos (Castro, 1998). O uso de 2,4-D ( $15 mg.L^{-1}$ ) +  $GA_3$  ( $10 mg.L^{-1}$ ) logo após a mudança de cor da casca dos frutos de verde para amarelo, retardou a queda de frutos por períodos de dois a três meses (Agustí & Almela, 1991).

A aplicação de 2,4-D deve ser feita em toda a parte produtiva da planta e antes da vegetação da primavera para evitar fitotoxicidade na vegetação nova (Otto, 2000). Em laranja doce ‘Baianinha’ a aplicação de 2,4-D em doses mais elevadas ocasionou o enrolamento e torção das folhas em grau mais ou menos severo de acordo com a concentração usada. Neste

mesmo experimento foi observado que o pedúnculo dos frutos que receberam o 2,4-D mostrou-se mais desenvolvido, provavelmente devido ao fortalecimento dos tecidos ou ao aumento no dreno. As vesículas de óleo das frutas ficaram mais salientes e não houve interferência na florada e pegamento na safra seguinte (Rodrigues, 1960).

El-Otmani & Coggins Jr. (1991) pulverizando plantas de laranja 'Washington Navel' com 2,4-D (16 mg.L<sup>-1</sup>) obtiveram maior percentual de suco. El-Otmani et. al. (1990) observaram redução na queda de frutos em quatro diferentes variedades de citros tratadas com 10 e 16 mg.L<sup>-1</sup> de 2,4-D, aplicado juntamente com ácido giberélico ou isoladamente, sendo que a aplicação isolada de 2,4-D proporcionou melhores resultados. Segundo Coelho et al. (1978) o uso de 2,4-D chegou a reduzir a queda de laranja Bahia em até 56%.

Rufini et al. (2008) em um experimento visando ampliar o período de colheita de tangerina 'Ponkan', avaliaram os efeitos do 2,4-D em concentrações de 0 e 10 mg.L<sup>-1</sup>, em duas aplicações, sendo a primeira na mudança da coloração da casca. Os resultados mostraram que o 2,4-D a 10 mg.L<sup>-1</sup> proporcionou prolongamento da colheita, aumentou o nível de acidez dos frutos e reduziu a relação sólidos solúveis totais/acidez. Neste mesmo experimento observou-se que um aumento na textura da casca dos frutos foi obtido com a aplicação isolada de 2,4-D na dose de 10 mg.L<sup>-1</sup>.

Quando comparado ao GA<sub>3</sub>, o 2,4-D foi mais eficiente na retenção de frutos de laranja 'Lima Sorocaba', embora ambos tenham sido eficientes em reduzir a queda de frutas, sendo que o 2,4-D retardou de modo significativo à época de colheita. Setenta dias após o início da queda natural dos frutos havia 44% mais frutos na planta tratada em relação à testemunha (Menegucci, 2001).

Definir o momento correto de aplicar os reguladores de crescimento é fundamental, pois o órgão que vai recebê-lo deve estar responsivo. A utilização de reguladores vegetais na citricultura vem contribuindo com avanços tecnológicos expressivos no manejo de plantas principalmente nos relacionados com maturação e senescência dos frutos (Rufini et al., 2008).

O enfraquecimento da zona de abscisão dos frutos pode predispor o tecido vegetal às infecções causadas por fungos (Antoniolli, 2003), logo o uso de fungicidas passa a ser importante na retenção de frutos, porém, o 2,4-D quando aplicado em conjunto com fungicidas cúpricos, pode ter seu efeito reduzido e até mesmo anulado (Rodrigues, 1960). O uso do 2,4-D pode amenizar a fitotoxicidade causada pela aplicação de 1,5% ou mais de óleos minerais emulsionáveis para controle de pragas e doenças (Wessel, 1984).

A localização geográfica, o cultivar utilizado, o estágio fenológico do fruto e a dose aplicada podem fazer com que as respostas ao tratamento com reguladores de crescimento

sejam alteradas (El-Otmani et al., 1990). Empregados em doses e épocas adequadas, os reguladores têm proporcionado significativas melhoras na produção. A utilização racional de reguladores vai ao encontro à necessidade cada vez maior de ampliar a quantidade e qualidade dos alimentos (Silva et al., 1997).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em pomares comerciais de laranja doce (*Citrus sinensis* Osbeck), sendo três experimentos em dois diferentes municípios do estado de São Paulo durante as safras 2011/2012 e 2012/2013.

### 4.2 Descrição dos experimentos

#### 4.2.1 Experimento 1

Este experimento foi realizado na safra 2011/2012 no município de Américo Brasiliense/SP (21°44'36.24 S e 47° 59'57.75 O) (Figura 1) em laranja 'Natal' (*Citrus sinensis* Osbeck), enxertada em limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) com espaçamento de 8 m x 4,8 m e 22 anos de idade.



**Figura 1** - Detalhe da localização de Américo Brasiliense na região central do estado de São Paulo.

O experimento contou com dois tratamentos, sendo eles:

**Tratamento 1** - com duas aplicações de regulador vegetal 2,4-D (Aminol 806, 806 g/l de 2,4-D-dimetilamina, Milenia Agrociências S.A.), 14/06/2011 e 25/07/2011, na dosagem de 50 mL de p.c. para 2000 litros de água, que correspondeu a 20 mg de i.a. L<sup>-1</sup>. A primeira aplicação foi feita com os frutos ainda verdes atingindo o seu tamanho final e a segunda com os frutos na mudança de cor da casca (do verde para o amarelo claro) 40 dias após a primeira aplicação. A

época da aplicação foi baseada em outros experimentos já realizados que mostraram que a aplicação neste estágio do fruto apresentaram melhores resultados.

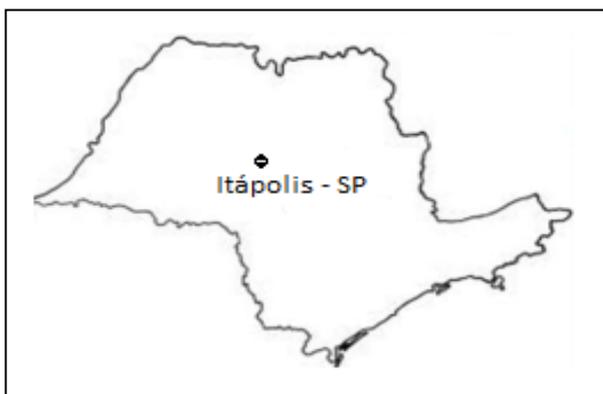
**Tratamento 2** - sem aplicação de regulador vegetal.

As pulverizações foram realizadas com turbo-atomizador Jacto Arbus 4000 – Valencia, com pressão de trabalho foi de 150 lbs/pol<sup>2</sup>, gotas entre 150 a 200 micra, velocidade de 4,2 km/h, proporcionando um volume de calda de 1800 L/ha que correspondeu a 6,9 litros/planta ou 60 mL/m<sup>3</sup> de copa. O volume de calda e a configuração dos bicos promoveram uma homogênea cobertura foliar, não ocorrendo escorrimento da calda aplicada. As pulverizações ocorreram no período da manhã visando evitar problemas com vento e orvalho, sendo a as duas aplicações ocorreram no período da manhã.

Todas as parcelas nos dois tratamentos foram pulverizadas com os fungicidas para o controle da MPC da seguinte forma: a primeira (11/11/2010) e segunda (07/12/2010) aplicações com fungicida hidróxido de cobre (Kocide WDG Bioactive, 538 g/kg, com 350g de cobre metálico/kg, formulação WDG - grânulos dispersivos em água, Du Pont do Brasil S.A), na dose de 35 g de cobre metálico/100 L de água (2 kg p.c./2000 L); a terceira (05/01/2011) e quarta (16/02/2011) aplicações com estrobilurina (Comet, 250 g/L de piraclostrobina, formulação EC – concentrado emulsionável, Basf S.A), na dose de 300 mL p.c./2000 L de água e, a quinta aplicação (29/03/2011) com Kocide (2 kg p.c./2000 L), a sexta aplicação (26/04/2011) com hidróxido de cobre (Tutor, 691 g/kg, com 450g de cobre metálico/kg, formulação WG - grânulos dispersivos em água, Basf S.A.), na dose de 45 g de cobre metálico/100 L (2 kg p.c./2000 L) e a sétima aplicação (25/05/2011) com Kocide (2 kg/2000L). Da segunda a sétima aplicações foram acrescentados na calda fungicida, óleo mineral (Agrex Oil Vegetal, 930 ml/L de ésteres de ácidos graxos, formulação EC – concentrado emulsionável, Microquímica Indústrias Químicas LTDA), na dose de 5,0 L p.c./2000 L de água.

#### 4.2.2 Experimento 2

Este experimento foi conduzido na safra 2011/2012 no município de Itápolis (21°34'16.17 S e 48°. 55'18.99 O) (Figura 2) em laranja 'Natal' enxertada em Citrumelo 'Swingle' (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*) com espaçamento de 7 m x 3 m e 6 anos de idade.



**Figura 2** - Detalhe da localização de Itápolis na região central do estado de São Paulo.

Similar ao realizado no experimento 1, neste experimento foram realizadas as aplicações do regulador 2,4-D em dois tratamentos, sendo eles:

**Tratamento 1** - com duas aplicações de regulador vegetal 2,4-D (Aminol 806), em 30/05/2011 e 11/07/2011, na dosagem de 50 mL de p.c. para 2000 litros de água, que correspondeu a 20 mg.L<sup>-1</sup> de i.a. As aplicações foram realizadas nas mesmas fases descritas anteriormente para o experimento 1.

**Tratamento 2** - Sem aplicação de regulador vegetal.

As pulverizações foram realizadas com turbo-atomizador Jacto Arbus 4000, a pressão de trabalho foi de 150 lbs/pol<sup>2</sup>, gotas entre 150 a 200 micra, velocidade de 4,4 km/h, proporcionando um volume de calda de 1070 L/ha que correspondeu a 2,2 litros por planta ou 75 mL/m<sup>3</sup> de copa. As pulverizações ocorreram no período da manhã.

Todas as parcelas foram pulverizadas com os fungicidas para o controle da MPC da seguinte forma: a primeira (12/11/2010) e segunda (10/12/2010) aplicações com fungicida hidróxido de cobre Tutor e Kocide, respectivamente, na dose de 2 kg/2000 L; as terceira (11/01/2011) e quarta (23/02/2011) aplicações com estrobilurina (Flint 500 WG, 500 g/kg trifloxistrobina, formulação WG - grânulos dispersos em água, Bayer CropScience), na dose de 150g p.c./2000 L de água e, as quinta (05/04/2011) e sexta (04/05/2011) aplicações com Kocide na dose de 2 kg/2000 L. Da segunda a sexta aplicações foram acrescentados na calda fungicida, óleo mineral Agrex na dose de 5,0 L p.c./2000 L de água.

#### 4.2.3 Experimento 3

Este experimento foi realizado na safra 2012/2013 no município de Itápolis (21°34'16.17 S e 48°. 55'18.99 O) (Figura 2) em laranja 'Natal' enxertada em Citrumelo 'Swingle' com espaçamento de 7 m x 3 m e 7 anos de idade.

O experimento foi conduzido com seis tratamentos, sendo eles:

**Tratamento 1** - com duas aplicações de 2,4-D (Aminol 806), em junho e julho de 2012, na dosagem de 50 mL/2000 L, que correspondeu a 20 mg.L<sup>-1</sup> de i.a. As plantas não foram pulverizadas com fungicidas para o controle da MPC.

**Tratamento 2** - sem aplicação de regulador vegetal e sem aplicação de fungicidas para o controle da MPC.

**Tratamento 3** - com duas aplicações de 2,4-D (Aminol 806), em junho e julho de 2012, na dosagem de 20 mg.L<sup>-1</sup> de i.a. O controle com fungicidas realizado foi denominado de intermediário, pois foram realizadas 3 aplicações de novembro de 2011 a janeiro de 2012, sendo as duas primeiras em 16/11/2011 e 14/12/2011 com hidróxido de cobre Kocide, na dose de 2,5 kg p.c./2000 L e a terceira aplicação (10/01/2012) com Comet na dose de 300 mL p.c./2000 L.

**Tratamento 4** - Sem aplicação de regulador vegetal e com três aplicações de fungicidas descritas para o tratamento 3.

**Tratamento 5** - com duas aplicações de 2,4-D (Aminol 806), em junho e julho de 2012, na dosagem de 20 mg.L<sup>-1</sup> de i.a. O controle com fungicidas foi denominado de completo, sendo realizado novembro de 2011 a maio de 2012 com 6 aplicações, sendo as duas primeiras em 16/11/2011 e 14/12/2011 com Kocide na dose de 2,5 kg p.c./2000 L, a terceira e a quarta aplicações com Comet na dose de 300 mL p.c./2000 L em 10/01/12 e 22/02/2012, a quinta e sexta aplicações com Kocide na dose de 2,5 Kg p.c./2000 L em 02/04/12 e 02/05/12.

**Tratamento 6** - Sem aplicação de regulador vegetal e com seis aplicações de fungicidas descritas para o tratamento 5.

As pulverizações foram realizadas com turbo-atomizador Jacto Arbus 4000, a pressão de trabalho foi de 150 lbs/pol<sup>2</sup>, gotas entre 150 a 200 micra, velocidade de 4,3 km/h, proporcionando um volume de calda de 1120 L/ha que correspondeu a 2,4 litros/planta ou 70 mL/m<sup>3</sup> de copa.

### 4.3 Delineamento Experimental

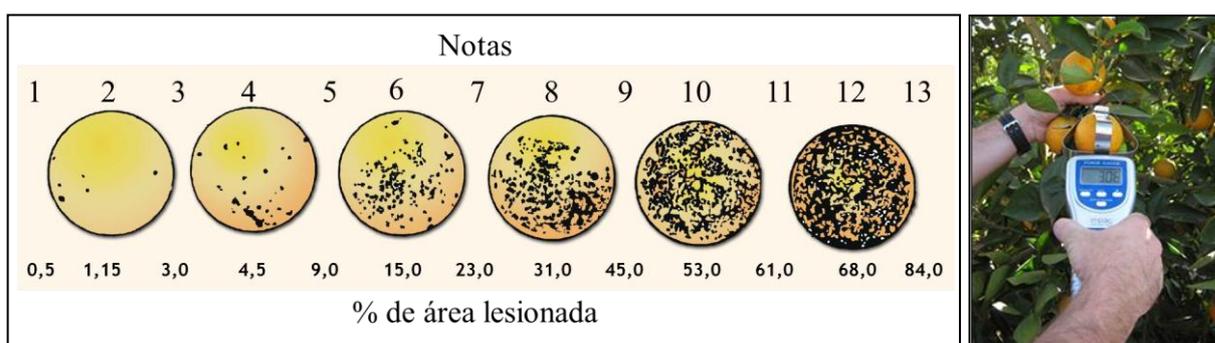
Nos experimentos 1 e 2 foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, onde cada parcela foi constituída de 18 plantas divididas em três linhas de plantio com 6 plantas em cada. A parcela útil foi composta por 2 ou 4 plantas centrais da linha central em função da variável analisada. Em todas as avaliações, 20 frutos em 2 plantas foram escolhidos ao acaso para todas as variáveis, exceto queda de frutos e produção que foram avaliadas em 4 plantas por parcela. No experimento 3 foi utilizado o delineamento em

blocos casualizados (DBC) com três repetições, onde cada parcela foi constituída 30 plantas divididas em 3 linhas de 10 plantas cada. A parcela útil foi composta por 2 plantas centrais da linha central, onde foram marcados 10 frutos em cada planta, sendo 20 por parcela, numerados e avaliados sempre os mesmos frutos em todas as avaliações.

#### 4.4 Avaliações

No experimento 1 foram avaliadas a severidade da doença (% de área lesionada dos frutos) com base na escala de notas de 1 a 13 (Figura 3) adaptada de Spósito et al. (2004), a força para remover o fruto (Kgf) da planta com auxílio de um dinamômetro digital marca Lutron, modelo Force Gauge-5020 (Figura 3), a distancia linear da primeira lesão em relação ao pedúnculo (cm), o diâmetro equatorial dos frutos (cm), o diâmetro do pedúnculo (cm), a porcentagem de frutos caídos por planta e a produtividade (kg/planta).

As avaliações de severidade, força para remoção, distância da lesão e diâmetros foram realizadas em 20 frutos por parcela, sendo 10 frutos por planta em duas plantas centrais da rua central de cada parcela. As avaliações de número de frutos caídos com sintomas da MPC e a produção foram realizadas em 4 plantas centrais da linha central de cada parcela. A avaliação da produção foi realizada em 24/01/12. Para as demais variáveis foram realizadas 5 avaliações em 19/01/2011, 20/10/2011, 30/11/2011, 04/01/2012 e 24/01/2012.



**Figura 3** – Escala diagramática utilizada para avaliação da severidade dos sintomas da mancha preta dos citros, adaptada de Spósito et al. (2004), à esquerda, e dinamômetro digital usado para medir a força (kgf) necessária para remoção dos frutos, à direita.

No experimento 2, as variáveis avaliadas foram às mesmas descritas no experimento 1 e as avaliações foram realizadas em 04/10/11, 04/11/11, 26/12/11 e 26/01/12, exceto para a produção que foi realizada em 26/01/12.

Para o experimento 3, as variáveis avaliadas foram às mesmas dos experimentos 1 e 2, exceto a distância linear da primeira lesão em relação ao pedúnculo (cm) que não foi avaliada

no experimento 3. As avaliações das diferentes variáveis ocorreram em 05/10/12 e 09/01/13 e, a avaliação da produção foi realizada em 09/01/13.

#### **4.5 Análises dos dados**

Em todos os experimentos os valores médios de severidade, força para arrancar o fruto, distancia da lesão ao pedúnculo, diâmetro do pedúnculo, diâmetro do fruto, queda do fruto e produção das plantas nos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de variância e comparados estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

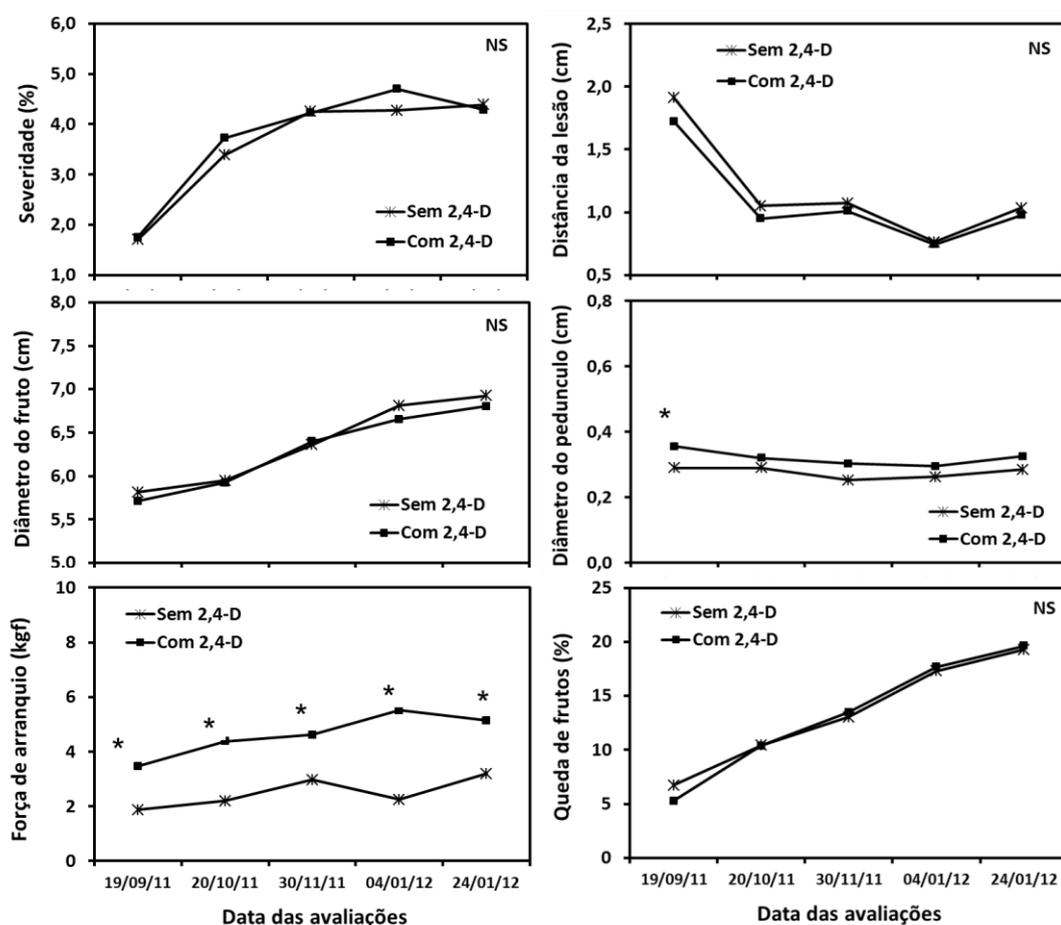
### **5.1 Experimento 1**

Para a severidade da MPC nos frutos, distância da primeira lesão em relação ao pedúnculo, diâmetro do fruto e queda de frutos não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem aplicação de 2,4-D (Figura 4). Vale ressaltar que, nesta área foram realizadas sete pulverizações com fungicidas durante o período de desenvolvimento dos frutos. Assim, resultados similares eram esperados para as variáveis que envolveram avaliação dos sintomas da doença.

Os percentuais de severidade nas áreas com e sem aplicações de 2,4-D foram próximos a 2,0 % na primeira avaliação em setembro de 2011 e atingiram valores próximos a 4,0 % nas últimas avaliações realizadas em janeiro de 2012. A distância da primeira lesão para o pedúnculo decresceu à medida que a severidade aumentou, sendo observada uma distancia em torno de 1,7 a 2,0 cm nas avaliações de setembro de 2011 e menores que 1,0 cm nas avaliações finais em janeiro de 2012. O diâmetro dos frutos aumentou gradativamente no período de avaliações com valores em torno de 5,7 cm em setembro de 2011 e 6,9 cm na última avaliação em janeiro de 2012 nas áreas com e sem aplicação de 2,4-D. A queda de frutos acumulada até janeiro de 2012, não foi diferente nos tratamentos com e sem 2,4-D, sendo observado em torno de 5% de queda em setembro de 2011 e um acumulado de 19 % em janeiro de 2012 na época da colheita (Figura 4).

Para o diâmetro do pedúnculo e a força para arrancar os frutos foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem a aplicação de 2,4-D. Na primeira avaliação de setembro de 2011, em torno de dois meses após a segunda aplicação de 2,4-D, o diâmetro do pedúnculo dos frutos que não receberam o regulador vegetal apresentaram valores médios de 0,29 cm diferindo significativamente dos 0,36 cm observados onde foi aplicado o

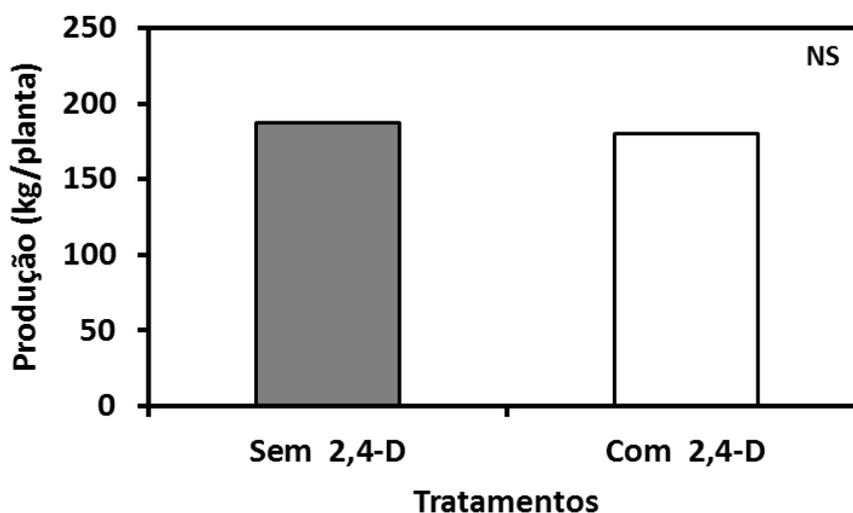
2,4-D. Nas avaliações seguintes não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem o regulador vegetal, mesmo observando valores numericamente superiores nas áreas com 2,4-D. Para os dados de força para remover o fruto da planta, em todas as avaliações foram observados valores significativamente maiores em áreas onde foi aplicado o 2,4-D. Na primeira avaliação em setembro de 2011 os valores foram 1,87 kgf na área sem 2,4-D contra 3,47 kgf na área com 2,4-D e essa diferença permaneceu até a última avaliação em janeiro de 2012, com força de 3,19 e 5,15 kgf nas áreas sem e com 2,4-D, respectivamente (Figura 4).



**Figura 4** – Severidade (% de área lesionada dos frutos), distancia da primeira lesão para o pedúnculo (cm), diâmetro do fruto e do pedúnculo (cm), força para arrancar os frutos da planta (kgf) e queda de frutos (%) nas avaliações realizadas de setembro de 2011 a janeiro de 2012 em plantas de laranja doce ‘Natal’, sem ou com duas aplicações de 2,4-D no município de Américo Brasiliense/SP. \* Médias diferem entre si na respectiva avaliação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NS representam diferenças não significativas entre as médias em todas as cinco avaliações.

Não foi identificada atividade nas aplicações de 2,4-D e, as duas aplicações de 2,4-D foram realizadas sem necessidade no experimento 1, uma vez que o mesmo não impediu queda prematura de frutos, mesmo aumentando o diâmetro do pedúnculo na primeira avaliação e a retenção dos frutos na planta até janeiro de 2012. Os resultados observados aqui corroboram com os resultados obtidos por Serciloto (2001) onde a aplicação de 2,4-D promoveu um incremento no diâmetro do pedúnculo do fruto em tanger 'Murcot' e lima ácida 'Tahiti'. Este aumento provavelmente estava associado a um aumento na capacidade de dreno do fruto e conseqüentemente do transporte de água e nutrientes, ocorrendo assim, um alongamento celular e aumento do tamanho. Por outro lado, nas condições deste trabalho, não foram observadas reduções na queda de frutos nesta área, conforme o esperado e relatado anteriormente, por Coelho et al. (1978), El-Otmani et. al. (1990), Barros et al. (1993) e Menegucci (2001).

A produção das plantas, assim como a queda prematura de frutos não diferiu entre os tratamentos com ou sem aplicação de 2,4-D. As plantas apresentaram produtividade de 188 kg/planta nas áreas tratadas com o 2,4-D e 180 kg/planta nas áreas sem aplicação deste regulador vegetal (Figura 5).



**Figura 5** – Produção (kg/planta) de laranja doce 'Natal' sem ou com duas aplicações 2,4-D no município de Américo Brasiliense/SP na safra 2011/2012. NS = Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

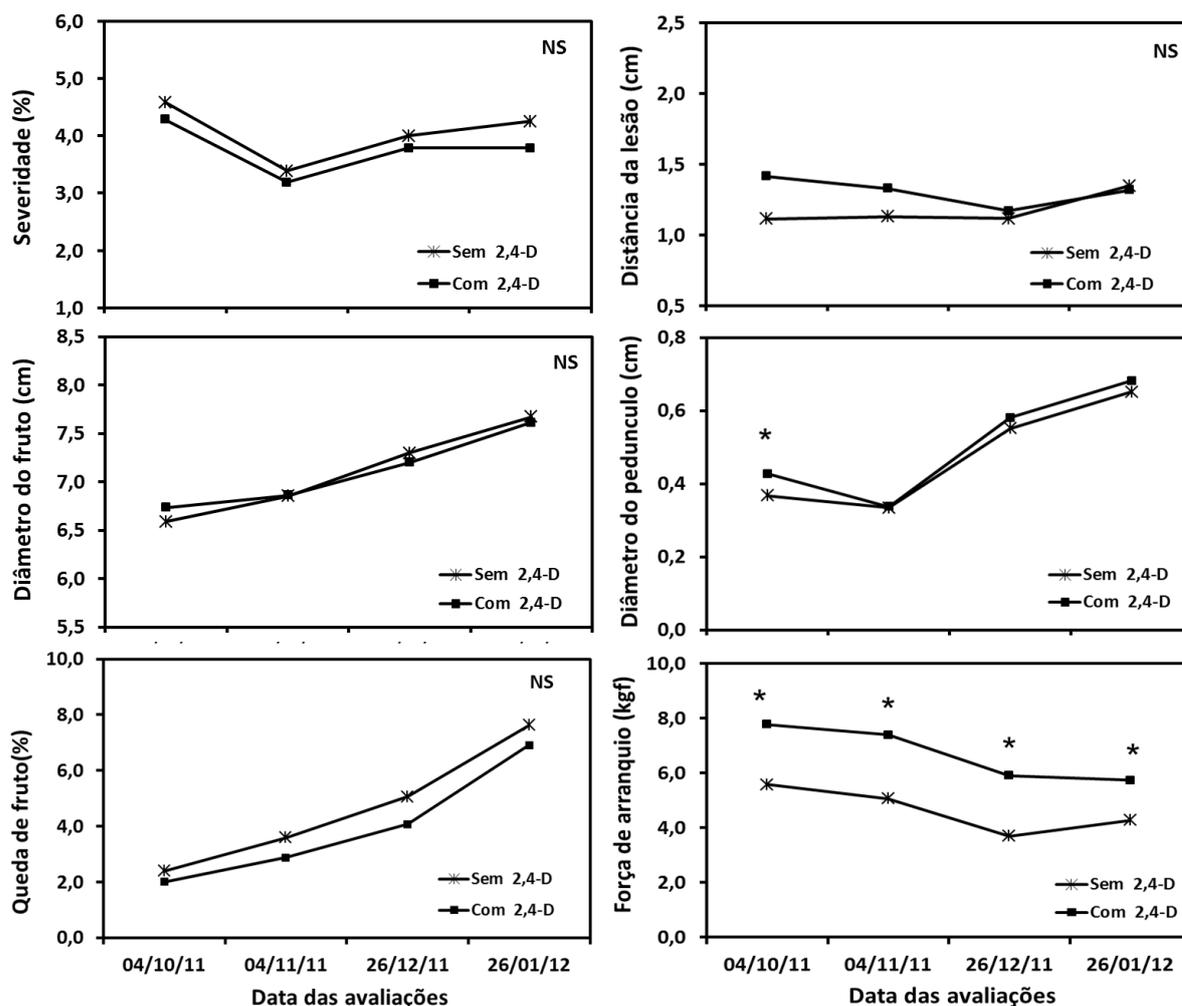
Desta forma, a aplicação de 2,4-D em áreas onde foi realizado um bom controle químico da MPC parece não ter efeito benéfico, uma vez que não promoveu incrementos na produção e não reduziu a queda prematura dos frutos, embora tenha sido necessária uma maior força para arrancar os frutos da planta. Essa maior força em talhões com controle eficaz da

MPC pode se tornar um problema, uma vez que a colheita de citros ainda é realizada manualmente, dificultando a operação de retirada desses frutos pelo colhedor e, conseqüentemente, reduzindo o rendimento de colheita que atualmente chega a representar até 35% dos custos de produção.

## 5.2 Experimento 2

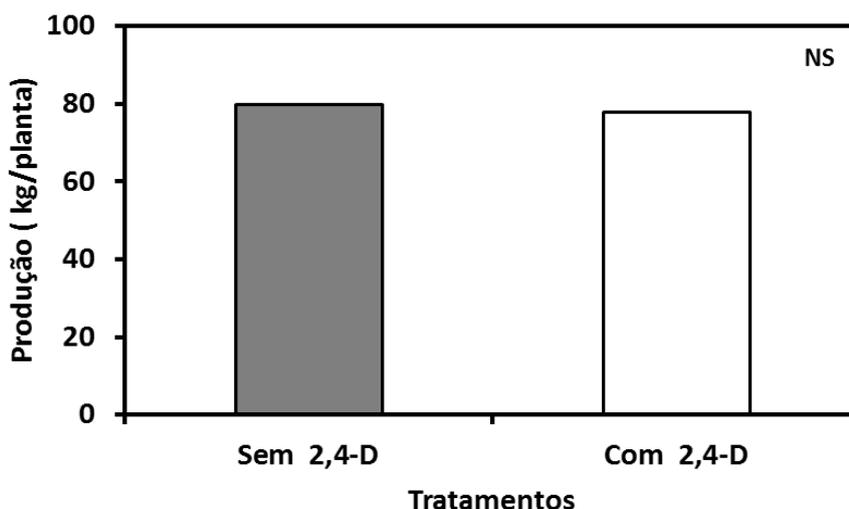
Os resultados obtidos no experimento 2 realizado em Itapólis/SP foram similares aos obtidos no experimento 1 em Américo Brasiliense/SP. No experimento 2, a severidade média nos frutos nos dois tratamentos (com ou sem 2,4-D) ao final das avaliações em janeiro de 2012 atingiu valores próximos a 4,0% de área lesionada dos frutos (Figura 6). A distância da primeira lesão em relação ao pedúnculo variou de 1,1 a 1,4 cm nos tratamentos com e sem aplicação de 2,4-D nas quatro avaliações de outubro de 2011 a janeiro de 2012 (Figura 6). Assim como no experimento 1, o controle químico foi realizado nesta área do experimento 2, entretanto, com uma aplicação de fungicida a menos, por se tratar de um pomar mais novo com apenas 6 anos de idade, finalizando 26 dias antes da primeira aplicação do 2,4-D no início de maio de 2011.

O 2,4-D interfere na maturação dos frutos mantendo-os verde por um período maior, entretanto, este efeito não interferiu na expressão dos sintomas nos experimentos 1 e 2, uma vez que, a severidade nos frutos não diferiu entre as áreas com e sem aplicação de 2,4-D. No experimento 2 também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem aplicação de 2,4-D para as variáveis diâmetro e queda dos frutos. O diâmetro dos frutos foi de 6,6 e 6,7 cm na primeira avaliação e 7,7 e 7,6 para as áreas sem e com aplicação de 2,4-D, respectivamente (Figura 6). A queda de frutos acumulada atingiu 7% ao final das avaliações na colheita em janeiro de 2012. Para a variável diâmetro do pedúnculo foi observada diferença entre os tratamentos na primeira avaliação realizada em outubro de 2011, similar ao observado no experimento 1, sendo 0,37 cm na área sem 2,4-D e 0,43 na área com 2,4-D (Figura 6). A força para arrancar os frutos foi sempre maior na área onde foi aplicado o 2,4-D, com médias de 5,59 e 7,78 kgf na primeira avaliação e 4,28 e 5,74 kgf na última avaliação para os tratamentos sem e com 2,4-D, respectivamente (Figura 6).



**Figura 6** – Severidade (% de área lesionada dos frutos), distancia da primeira lesão para o pedúnculo (cm), diâmetro do fruto (cm), queda de frutos (%), diâmetro do pedúnculo (cm) e força para arrancar os frutos da planta (kgf), com avaliações realizadas de outubro de 2011 a janeiro de 2012 nas plantas de laranja doce ‘Natal’, sem ou com duas aplicações 2,4-D no município de Itápolis/SP. \* Médias diferem entre si na respectiva avaliação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NS = representam diferenças não significativas entre as médias em todas as cinco avaliações.

A produção das plantas foi igual nos dois tratamentos com e sem aplicação de 2,4-D. A produtividade média das plantas foi de 78 e 80 kg/planta nas áreas sem e com aplicação de 2,4-D respectivamente (Figura 7). Esses resultados seguem o mesmo padrão observado para os dados de queda de frutos.



**Figura 7** – Produção (kg/planta) de laranja doce ‘Natal’ sem ou com duas aplicações 2,4-D no município de Itapólis/SP na safra 2011/2012. NS = Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As plantas do experimento 2 por serem mais nova que as do experimento 1, apresentou maiores médias de diâmetro dos frutos, diâmetro do pedúnculo e força para remoção dos frutos e, conseqüentemente, menores valores de queda prematura de frutos. Por outro lado, a produção por plantas foi bem menor (78 e 80 kg/planta) em relação à produção do experimento 1 (180-188 kg/planta). Esses resultados sugerem que a menor porcentagem de queda prematura de frutos observada em plantas mais novas possa estar associada a maior retenção do fruto em plantas com pedúnculos que normalmente apresentam maior espessura. Entretanto, para confirmar esta observação, novos estudos devem ser realizados em diferentes pomares com outras variedades copa e porta-enxertos em diferentes áreas.

Os dois experimentos realizados na safra 2011/2012 tinham como objetivo verificar se o uso do 2,4-D poderia contribuir para aumentar a retenção dos frutos com MPC em áreas com controle químico recomendado para o controle da MPC com estrobilurinas e cúpricos (Fundecitrus, 2008). Esse regulador vegetal já é utilizado na citricultura, sendo comprovadamente eficaz no aumento da retenção dos frutos na planta, evitando a queda precoce dos mesmos. Entretanto, nas condições destes experimentos, o uso do 2,4-D em duas épocas de aplicação (1ª aplicação quando o fruto ainda está verde, mas já com seu desenvolvimento completo e a 2ª na mudança da coloração verde para amarelo) tanto em pomar velho (22 anos) quanto em pomar novo (6 anos) associado ao controle químico com fungicidas não promoveu reduções na queda de frutos causada por MPC. Vale ressaltar que, a força para arrancar os frutos foi de 25 a 60 % maior nas plantas pulverizadas com 2,4-D nos

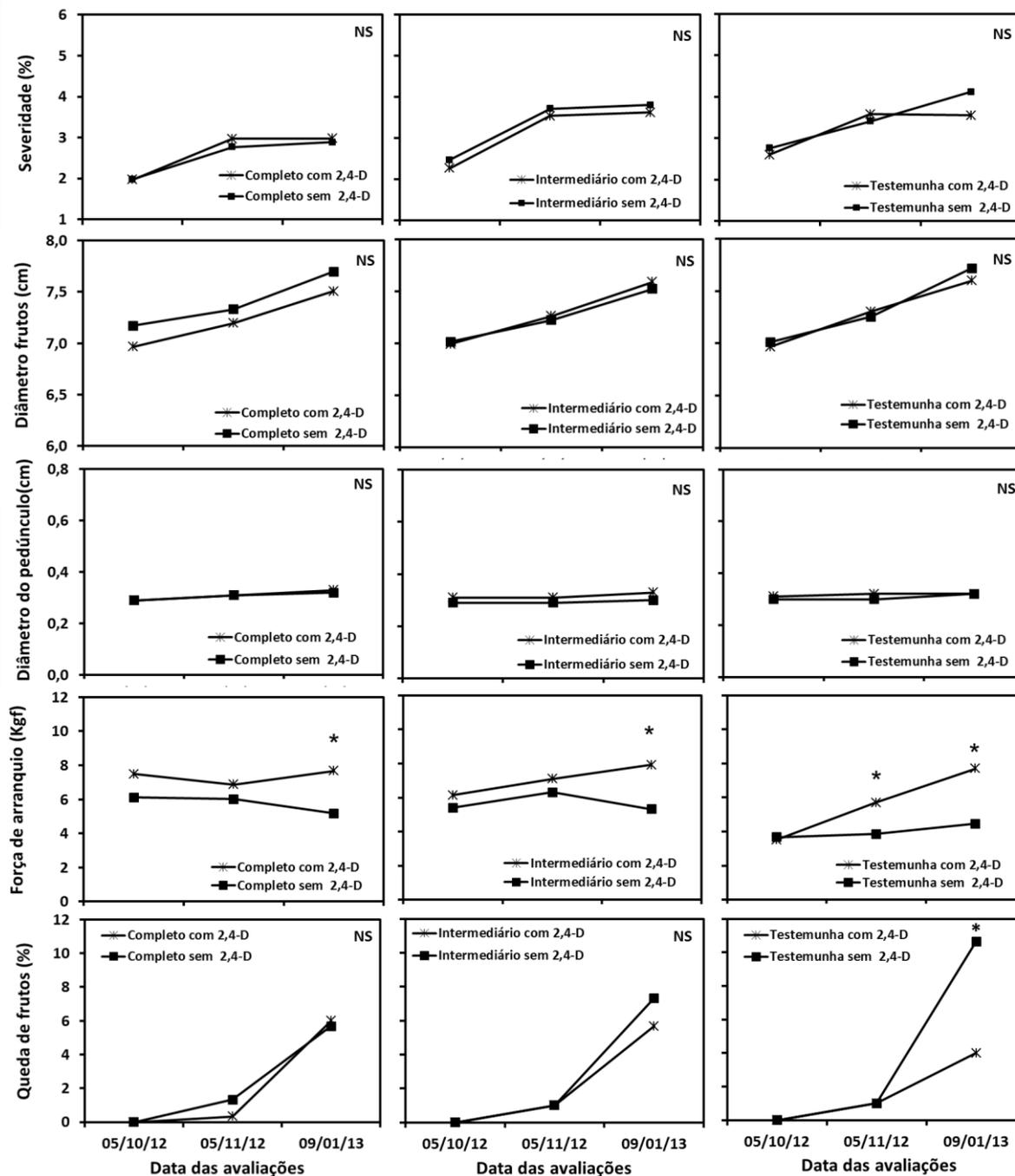
dois experimentos, demonstrando o efeito do 2,4-D sobre a retenção dos frutos no pedúnculo da planta, efeito este que poderá ser evidenciado sobre a queda de frutos nas safras em que o controle químico não seja suficiente para reduzir eficientemente a MPC.

Em nosso estudo não foram observadas diferenças significativas no aumento do diâmetro equatorial dos frutos, bem como aumento no peso dos mesmos com a aplicação do 2,4-D. Os nossos resultados corroboram com os obtidos por Rufini et al. (2008) que aplicaram o 2,4-D em frutos de tangerina 'Ponkan' no mesmo estágio de maturação (verde para amarela) e não observaram aumento de diâmetro e peso dos frutos e com os relatados por Almeida et al (2002) que aplicaram 2,4-D associado com GA<sub>3</sub> e não observaram aumento no desenvolvimento dos frutos de laranja 'Hamlin'. Esses resultados diferem dos obtidos por Serciloto (2001), onde o 2,4-D aplicado em tangor 'Murcot' aumentou o diâmetro dos frutos e por Rodrigues (1960) que observou aumento do diâmetro e peso dos frutos de laranja 'Baianinha'.

### 5.3 Experimento 3

A severidade da doença apresentou ao final das avaliações os menores valores nas áreas com controle químico completo com seis aplicações de fungicidas, atingindo valores menores que 3%. O tratamento intermediário com três aplicações e a testemunha apresentaram valores entre 3,5 e 4,1% de área lesionada (Figura 8). Entretanto, a aplicação do 2,4-D nessas áreas não foi eficaz em reduzir a severidade dos frutos em todas as avaliações (Figura 8). Os diâmetros do pedúnculo (7,5 a 7,7 cm) e do fruto (0,30 a 0,33 cm) foram similares nos diferentes tratamentos com fungicidas, independente da aplicação ou não do 2,4-D. Para os dados de força para arrancar os frutos da última avaliação, em todos os tratamentos foram observados valores significativamente superiores nas plantas que receberam o 2,4-D em comparação com os valores em plantas sem 2,4-D (Figura 8). A força média para arrancar o fruto de plantas que não receberam o 2,4-D (7,7 a 7,9 kgf) foi em torno de 30 a 40% menor em relação à força nas plantas tratadas com 2,4-D (4,5 a 5,2 kgf). Em relação à queda de frutos, nas áreas onde se realizou o tratamento completo com fungicidas (6 aplicações), bem como a área onde as plantas receberam um tratamento intermediário com fungicidas (3 aplicações), o 2,4-D não apresentou redução da queda prematura, ou seja, nessas áreas a porcentagem de queda não ultrapassou os 6% (Figura 8). Na área que não recebeu tratamento com fungicidas a aplicação de 2,4-D mostrou-se eficaz em reduzir a queda de frutos, sendo 4% de queda onde se aplicou o regulador vegetal e 10,7% de queda onde não se aplicou o 2,4-D (Figura 8). A produção das plantas não diferiu entre os tratamentos com ou sem aplicação de 2,4-D. As

plantas com 2,4-D que receberam tratamento completo, intermediário e sem aplicação de fungicidas produziram 54, 52 e 49 kg, respectivamente, já as plantas sem 2,4-D produziram 51, 47 e 48 kg, respectivamente.



**Figura 8** – Severidade (% de área lesionada dos frutos), diâmetro do fruto (cm), diâmetro do pedúnculo (cm), força para arranquio dos frutos da planta (kgf) e queda de frutos (%) em avaliações realizadas de outubro de 2012 a janeiro de 2013, nas plantas de laranja doce ‘Natal’ utilizando os tratamentos com e sem 2,4-D associados com controle químico completo, intermediário ou sem controle (testemunha) no município de Itápolis/SP. \* Médias diferem entre si na respectiva avaliação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NS = representam diferenças não significativas entre as médias nas três avaliações.

A aplicação do 2,4-D na dose utilizada de 20 mg.L<sup>-1</sup> apesar de não contribuir para reduzir a queda de frutos nos experimentos 1 e 2 na safra 2011/2012, se mostrou eficiente no experimento 3 para a área sem controle com fungicidas e deve ser melhor estudado a fim de entender em quais condições será necessário utilizar este regulador vegetal.

Nos experimentos 1 e 2, apesar de não ter sido observada diferença significativa entre os tratamentos com e sem o 2,4-D, a queda de frutos foi 9,3% e 2% menor na área onde foi aplicado o regulador. No experimento 3, essa diferença foi mais acentuada no tratamento sem aplicação de fungicidas, ultrapassando 50% de redução. No tratamento intermediário a redução de queda foi em torno de 30% com as aplicações do 2,4-D, embora não tenha sido suficiente para promover diferenças significativas. Estas variações devem ser melhor estudadas em trabalhos futuros.

Baseado nos resultados obtidos aqui, a utilização do regulador vegetal 2,4-D deve ser recomendada apenas para áreas em que o controle da MPC não foi realizado de forma correta durante o período chuvoso. O final das pulverizações de fungicidas para MPC normalmente ocorre nos meses de abril/maio (Fundecitrus, 2008), período este que coincide com o início do aparecimento dos sintomas nos frutos. Assim, a partir de maio/junho, se as plantas já apresentarem altas severidades da MPC devido a falhas cometidas durante as pulverizações com fungicidas, o citricultor terá a opção de utilizar este regulador vegetal como forma de aumentar a retenção dos frutos por mais tempo na planta. Nas demais situações em que o controle químico foi realizado com sucesso e a severidade da doença foi mantida em baixos níveis, a aplicação do 2,4-D deve ser descartada, uma vez que não mostrou resultado significativo na redução da queda prematura e poderá interferir na colheita, dificultando a retirada do fruto da planta, reduzindo a eficiência e aumentando os custos.

Trabalhos futuros poderão ser realizados para estimar com precisão qual seria o limiar de severidade nos frutos que representaria a necessidade ou não de aplicação deste regulador vegetal, assim como, verificar se a posição das lesões no fruto pode interferir nesses resultados, uma vez que já foi comprovado por Scaloppi (2010) e Marin et al. (2011) que as lesões do tipo mancha dura ou sardenta mais próximas ao pedúnculo dos frutos estão mais associadas com a queda prematura dos mesmos. Aplicações deste regulador em diferentes épocas e doses poderiam ser testadas, bem como experimentar um número maior de aplicações em doses mais reduzidas. Além disso, este regulador poderia ser testado para outras doenças dos citros que estão associadas com a queda de frutos, tais como a leprose e o cancro cítrico.

## 6 CONCLUSÕES

O regulador vegetal ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) aumenta a retenção do fruto de laranja doce na planta, sendo necessária uma maior força para removê-lo das mesmas.

Em pomares de laranja doce com controle químico da mancha preta dos citros o 2,4-D não foi eficaz em reduzir a queda prematura de frutos com sintomas da doença.

O 2,4-D pode ser utilizado para reduzir a queda prematura de frutos de laranja doce em pomares sem controle da mancha preta dos citros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecitrus. 2005. História da laranja. **Abecitrus**. Disponível em: <<http://abecitrus.com.br>>. Acesso em: mar. 2011.
- Aguiar, R.L., Scaloppi, E.M.T., Goes, A., Spósito, M.B. 2012. Período de incubação de *Guignardia citricarpa* em diferentes estádios fenológicos de frutos de laranjeira 'Valência'. **Tropical Plant Pathology** 37:155-158.
- Aguilar-Vildoso, C.I., Ribeiro, J.G.B., Feichtenberger, E., Goes, A., Spósito, M.B. 2002. **Manual técnico de procedimento da mancha preta dos citros**. Brasília DF: MAPA/DAS/DDIV. 72 p.
- Agustí, M., Almela, V. 1991. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos Editorial. 169 p.
- Almeida, I.M.L., Rodrigues, J.D., Ono, E.O. 2002. Aplicação de reguladores vegetais no retardamento da abscisão de frutas de laranjeira 'Hamlin'. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24:306-311.
- Antoniolli, L.R., Castro, P.R.C., Kulge, R.A. 2003. Prevenção da abscisão pré- colheita de frutos de laranjeira 'Westin'. **Revista Laranja** 24:83-94.
- Barros, S.A. 1993. Efeito da aplicação pré-colheita do GA<sub>3</sub> + 2,4-D na maturação de frutos da tangerina poncã. **Revista Laranja** 14:611-622.
- Bellote, J.A.M., Kupper, K.C., Rinaldo, D., Souza, A. De, Pereira, F.D., Goes, A. 2009. Acceleration of the decomposition of Sicilian lemon leaves as an auxiliary measure in the control of citrus black spot. **Tropical Plant Pathology** 34:71-76.
- Castro, P.R.C. 1998. Reguladores vegetais na citricultura tropical. Seminário Internacional de Citros: Tratos Culturas, 5. **Anais...** Bebedouro, SP: Fundação Cargill. p. 463-479.

Citrusbr. 2011. **Associação Nacional dos exportadores de sucos cítricos**. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com.br/exportadores-citricos/setor/producao-192415-1.asp>>. Acesso em: jan. 2013.

Coelho, Y.S., Duarte, C.S., Chitarra, M.I.F., Chitarra, A.B. 1978. Acido giberélico e 2,4-D em citros. II. Efeito na maturação da tangerina 'Cravo' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura** 1:31-44.

Coggins Junior, C.W. 1996. UC IPM Pest Managements Guidelines: Citrus. Riverside. **Botany and Plant Sciences**. Riverside: University of California. 10 p.

Conab. 2011. Acompanhamento da safra Brasileira - Laranja Safra 2011/12. **Conab**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_05\\_17\\_17\\_48\\_56\\_boletim\\_laranja\\_dez\\_2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_05_17_17_48_56_boletim_laranja_dez_2011.pdf)>. Acesso em: jan. 2013.

Donadio, L.C., Mourão Filho, F.A.A., Moreira, C.S. 2005. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Eds.). **Citros**. Cordeirópolis SP: Fundag. p. 2-18.

El-Otmani, M., Berek, A.A., Coggins Junior, C.W. 1990. GA<sub>3</sub> and 2,4-D prolong on tree storage of citrus in Morocco. **Scientia Horticulturae** 44:241-249.

El-Otmani, M., Coggins Junior, C.W. 1991. Growth regulator effects on retention of quality of stored citrus fruit. **Scientia Horticulturae** 45:261-272.

Fagan, C., Goes, A. 2000. Efeito da mancha preta dos frutos cítricos causados por *Guignardia citricarpa* nas características tecnológicas do suco de frutas de laranjas 'Natal' e 'Valencia'. **Summa Phytopathologica** 26:122.

Feichtenberger, E., Baldassari, R.B., Spósito, M.B., Belasque Junior, J. 2005. Doenças dos citros. In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds.) **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres. p. 239-269.

Fundecitrus. 2008. **Manual de pinta preta**. Araraquara: Fundo de Defesa da Citricultura. 11 p.

Gianfagna, T. 1995. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic. cap. G13. p. 751-773.

Goes, A., Feichtenberger, E. 1993. Ocorrência da mancha preta causada por *Phyllosticta citricarpa* (*Guignardia citricarpa*) em pomares cítricos do Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira** 15:73-75.

Guardiola, J.L., Garcia,L. 2000. Increasing fruit size in citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. **Plant Growth Regulation** 31:121-132.

Kiely, T.B. 1948. Preliminary studies on *Guignardia citricarpa* n. sp. the ascigenous stage of *Phoma citricarpa* McAlp. and its relation to black spot of citrus. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales** 73:249-292.

Klotz, L.J. 1978. Fungal, bacterial, and nonparasitic diseases and injuries originating in the seedbed, nursery, and orchard. In: Reuther, W., Cavalan, E.C., Carman, G.E. (Ed.) **The Citrus Industry**. Riverside: University of California. p.1-66.

Kotzé, J.M. 1981. Epidemiology and control of citrus black spot in South Africa. **Plant Disease** 65:945-950.

Marin, D.R., Olivetti, M, Spósito, M.B., Silva-Junior, G.J. 2011. Correlação entre a localização dos sintomas nos frutos e a vulnerabilidade à queda prematura de frutos de laranja ‘Pera’ afetados pela mancha preta dos citros. In: **XLIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia**. Bento Gonçalves, ER. Tropical Plant Pathology 36.

Menegucci, J.L.P., Amaral, A.M., Sobrinho, F.S., Souza, M. 2001. Efeito do GA3 e 2,4d na época de colheita de laranja ‘lima Sorocaba’. **Ciência e Agrotecnologia** 25:878-889.

Monselise, S.P. 1979. The use of growth regulators in citriculture: **Scientia Horticulture** 11:151-162.

Neves, N.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalari, R. 2010. **O retrato da citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto SP: FEA. 137 p.

Nozaki, M.H. 2007. Produção de estruturas reprodutivas e efeito do ambiente nos tipos de sintomas produzidos por *Guignardia citricarpa* em citrus spp. **Tese de Doutorado**. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

Otto, C.K. 2000. Pós-colheita de citrus. **Boletim Citrícola**. Funep. 13:64.

Pitelli, L. 2012. **Custos de produção de Laranja para Safra 2012/13**. Disponível em; <<http://lpitelli.wordpress.com/2012/10/10/custos-de-producao-de-citros-para-laranjas-da-safra-,2012>>. Acesso em: dez. 2012.

Reid, M.S. 1995. Ethylene in plant growth, development, and senescence. **Plant hormones: Physiology, biochemistry and molecular biology**. 2. ed. Dordrecht: Klumer Academic. cap G2. p.486-508.

Rodrigues, O. 1960. Efeito do 2,4-D em laranjeira Baianinha. **Boletim Técnico do Instituto agrônômico de São Paulo**. p. 19 - 47.

Rossetti, V.V. 2001. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. p.127.

Rossêto, M.P. 2009. Resistência varietal e manejo da mancha preta dos citros. Agricultura Tropical e Subtropical, Tecnologia de Produção Agrícola. **Dissertação Mestrado**. Campinas SP: Instituto Agrônômico de Campinas.

Rufini, J.C.M., Ramos, J.D., Mendonça, V., Araújo Neto, S.E., Pio, L.A.S., Ferreira, E.A. 2008. Prolongamento do período de colheita da tangerina 'ponkan' com aplicação de GA<sub>3</sub> e 2,4- D. **Ciência e Agrotecnologia** 32:834-839.

Scaloppi, E.M.T. 2006. Determinação do efeito curativo de infecções de *Guignardia citricarpa* em frutos mediante o emprego de fungicidas sistêmicos e mesostêmicos. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.

Scaloppi, E.M.T. 2010. Mancha preta dos citros: técnicas de manejo e queda precoce de frutos. **Tese Doutorado**. Jaboticabal SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.

Scaloppi, E.M.T., Aguiar, R.L., Goes, A.D., Sposito, M.B. 2012. Efeito do manejo cultural e químico na incidência e severidade da mancha-preta dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura** 34:102-108.

Schubert, T.S., Dewdney, M.M., Peres, N.A., Palm, M.E., Jeyaprakash, A., Sutton, B., Mondal, S.N., Wang, N.-Y., Rascoe, J., Picton, D.D. 2012. First report of *Guignardia citricarpa* associated with Citrus black spot on sweet orange (*Citrus sinensis*) in North America. **Phytopathology** 96:1225.

Serciloto, C.M. 2001. Fixação e desenvolvimento dos frutos do Tangor 'Murcote' (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L.Obseck) e da Lima Ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de biorreguladores **Tese de Doutorado**. Piracicaba. Universidade de São Paulo.

Silva, J.A.A., Donadio, L.C.S. 1997. Reguladores Vegetais na citricultura. **Boletim Citrícola**. UNEP/FUNEP/EECB. p. 5. v.3.

Silva, S.X.B., Nunes, C.C.S., Santana, O.S., Guimarães, R.S., Santos Filho, H.P., Aguilar-Vildoso, C.I. 2013. Serviço de vigilância ativa da defesa agropecuária detectou nova ocorrência fitossanitária na citricultura baiana. **Bahia Agrícola** 09 (2):30-37.

Spósito, M.B. 2003. Dinâmica temporal e espacial da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) e quantificação dos danos causados à cultura dos citros. **Tese de Doutorado**. Piracicaba. Universidade de São Paulo.

Spósito, M.B., Amorim, L., Ribeiro, P.J., Bassanezi, R.B., Krainski, E.T. 2007. Spatial pattern of trees affected by black spot in citrus groves in Brazil. **Plant Disease** 91:36-40.

Spósito, M.B., Amorim, L., Bassanezi, R.B., Bergamin Filho, A., Hau, B. 2008. Spatial pattern of black spot incidence within citrus trees related to disease severity and pathogen dispersal. **Plant Pathology** 57:103-108.

Spósito, M.B., Amorim, L., Bassanezi, R.B., Yamamoto, P.T., Felipe, M.R., Czermainski, A.B.C. 2011. Relative importance of inoculum sources of *Guignardia citricarpa* on the citrus black spot epidemic in Brazil. **Crop Protection** 30:1546-1552.

Tombolato, A.F.F., Costa, A.M.M. 1998. **Micropropagação de plantas ornamentais**. Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas. p. 58-62. v. 174.

Vinhas, T. 2011. Controle químico da *Guignardia citricarpa*, agente causal da mancha preta dos citros em frutos de laranja 'Valencia'. **Tese de Mestrado**. Araraquara. Fundo de Defesa da Citricultura.

Wessel, A.B., Holtzhausen, L.C. 1984. 2,4 D, isopril-ester, counteract negative influences of a Summer oil treatment in navels. In: **International Citrus Congress**, São Paulo. Proceedings.. Piracicaba: Internacional Society of citriculture. 1:281-285.