

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

SÉRGIO VILLELA LEMOS

**Efeito de auxina exógena na redução da queda prematura de frutos
de laranja doce com cancro cítrico**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

**Araraquara
Junho 2017**

SÉRGIO VILLELA LEMOS

**Efeito de auxina exógena na redução da queda prematura de
frutos de laranja doce com cancro cítrico**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau.

**Araraquara
Junho 2017**

SÉRGIO VILLELA LEMOS

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

Araraquara, 01 de junho de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Franklin Behlau (orientador)

Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus

Prof. Dr. Geraldo José da Silva Junior

Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus

Prof. Dr. Marcel Bellato Spósito

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Esalq/USP, Piracicaba,
SP

DEDICATÓRIA

A minha esposa Rosimeire Aparecida Coutinho Lemos,
Minha filha Maria Júlia Coutinho Lemos,
Minha mãe Rosa Izabel Marson Lemos e
Meu pai José Villela Lemos Filho (*in memoria*).
Por sempre estarem ao meu lado, apoiando nos bons e, principalmente,
nos momentos mais difíceis da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me sustentar sempre com sua destra.

Ao professor e orientador Dr. Franklin Behlau, pela contribuição, competência, paciência e apoio na realização deste trabalho.

A COCAMAR, em especial aos senhores Arquimedes Alexandrino, Leandro César Teixeira e Robson Luiz Bernabe Ferreira, que me proporcionaram a oportunidade da realização deste mestrado.

A todos os funcionários do FUNDECITRUS, em especial aos colegas Rafael Saraiva Fernandes, que foi essencial na instalação e avaliações dos ensaios no campo, e aos professores Silvio Aparecido Lopes e Fabrício Eustáquio Lanza por sugestões na redação da dissertação.

Aos professores Dr. Geraldo José da Silva Júnior e Dr. Marcel Bellato Spósito, pela enorme contribuição nas sugestões e correções na dissertação.

Minha gratidão a todos os professores do curso pelos ensinamentos. Por não medirem esforços para repassar todo conhecimento adquirido em vários anos de experiência.

Aos colegas da empresa COCAMAR, Agnaldo Crescêncio da Purificação e Paulo Francisco Maraus, que também me apoiaram nas avaliações de campo e na elaboração da dissertação.

Aos produtores Hélio Vendramin, José Clair Vendramin e Luciano Vendramin, por terem cedido a área da propriedade para a condução dos experimentos.

Ao funcionário da fazenda Paraná Sr. Airton Pereira da Silva, pelo apoio no desenvolvimento dos experimentos, desde a montagem, condução e avaliações no campo.

Aos meus colegas de mestrado, pelas sextas-feiras que pudemos conviver, pela amizade e aprendizado. A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

Efeito de auxina sintética na redução da queda prematura em frutos de laranja doce com cancro cítrico

Autor: Sérgio Villela Lemos.

Orientador: Dr. Franklin Behlau.

Resumo

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, pode provocar queda prematura de frutos e, desta forma, interferir diretamente na produção e rentabilidade dos pomares de citros. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de aplicações foliares de 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) no aumento da força de remoção do fruto e redução da queda prematura de frutos com cancro cítrico. Para isso, foram conduzidos dois experimentos, em pomar de laranja doce das variedades Valência e de IAPAR 73, ambas sob porta-enxerto de limão cravo e com 12 anos de idade. O produto foi avaliado nas concentrações de 16 e 32 mg de i.a./L com aplicações apenas no início de queda de frutos sintomáticos, apenas na mudança da cor da casca e nos dois momentos. As plantas foram submetidas a avaliação de (i) força de remoção de frutos sintomáticos e assintomáticos, (ii) contagem de frutos caídos com e sem lesões de cancro, (iii) produtividade das plantas, (iv) análise físico-química do suco, e (v) análise de resíduo da auxina exógena no suco. O cancro cítrico interferiu significativamente na força de remoção de frutos com cancro cítrico de ambas variedades. A auxina exógena reduziu a queda de frutos com cancro cítrico quando aplicado na dose de 32 mg/L no início da queda de frutos lesionados. A aplicação exógena de 2,4-D foi mais eficaz para a variedade IAPAR 73. O uso de auxina exógena na dose e épocas testadas não alterou as propriedades físico-químicas do suco e não gerou resíduos do regulador vegetal no fruto colhido. Este trabalho fornece subsídios para o registro da aplicação foliar de 2,4-D na cultura dos citros.

Palavras-chaves: *Xanthomonas citri*, resíduo, 2,4-D, força de destacamento.

Effect of synthetic auxin in reducing premature drop of sweet orange fruit with citrus canker

Author: Sérgio Villela Lemos.

Advisor: Dr. Franklin Behlau.

Abstract

Citrus canker, caused by the bacterium *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, can cause premature fruit drop and, thus, directly interfere in the production and profitability of citrus orchards. The objective of this work was to evaluate the effect of foliar applications of 2,4-dichlorophenoxyacetic (2,4-D) on the increase of fruit removal strength and reduction of premature fruit drop with citrus canker. For this, two experiments were carried out in 12-year-old sweet orange orchards of 'Valencia' and 'IAPAR 73', both grafted onto Rangpur lime rootstock. The product was evaluated at concentrations of 16 and 32 mg a.i./L with applications only at the beginning of the drop of symptomatic fruit, only at fruit peel color change and at the two moments. The trees were submitted to assessments of (i) strength for removal of symptomatic and asymptomatic fruit, (ii) count of dropped fruit with and without citrus canker lesions, (iii) fruit yield, (iv) physicochemical properties of juice, and (v) analysis of 2,4-D residue in the juice. Citrus canker significantly interfered in fruit removal strength with citrus canker of both varieties. Exogenous auxin reduced fruit drop with citrus canker when applied at 32 mg/L at the beginning of the fruit drop. The exogenous application of 2,4-D was more effective on IAPAR 73. The use of exogenous auxin at the rates and timing tested did not alter the physicochemical properties of the juice and did not generate residues of the plant regulator in the harvested fruit. This study may, in the future, subsidize the registration of the 2,4-D foliar application on citrus.

Key words: *Xanthomonas citri*, residue, 2,4-D, detachment force, crop loss

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Detalhe da medição do diâmetro da lesão e avaliação da força de remoção do fruto. Medição do diâmetro de lesões em fruto apresentando lesão ≥ 5 mm (a). Medição da força de remoção de frutos com lesão de cancro cítrico, realizada com dinamômetro digital (b). 8
- Figura 2.** Detalhe do braço hidráulico, carreta e trator utilizados na colheita (a). Balança digital acoplada ao braço hidráulico para pesagem dos frutos (b). 9
- Figura 3.** Força de remoção de frutos de laranja ‘Valência’ (a) e ‘IAPAR 73’ (b) com e sem sintomas de cancro cítrico em plantas testemunha, sem aplicação de 2,4-D. 10
- Figura 4.** Força de remoção de frutos de laranja ‘Valência’ tratada com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas. Força de remoção de frutos com cancro cítrico (a) e força de remoção de frutos sadios (b). Média das quatro avaliações da força de remoção de frutos de ‘Valência’ com e sem sintomas de cancro cítrico (c). Porcentagem do aumento da força de remoção de frutos tratados com duas doses de auxina sintética, com e sem sintomas de cancro cítrico, em relação a testemunha não tratada (d). A, data de aplicação de auxina exógena ; F, data de avaliação de força de remoção do fruto; IQ, início da queda de frutos com cancro cítrico; MC, mudança de cor da casca. 13
- Figura 5.** Força de remoção de frutos de laranja ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina exógena em diferentes épocas. Força de remoção de frutos com cancro cítrico (a) e força de remoção de frutos sadios (b). Média das quatro avaliações da força de remoção de frutos de laranjeira ‘IAPAR 73’ com e sem sintomas de cancro cítrico (c). Porcentagem do aumento da força de remoção de frutos tratados com duas doses de auxina sintética, com e sem sintomas de cancro cítrico, em relação a testemunha não tratada (d). A, data de aplicação de auxina exógena , F, datas de avaliações de força de arranquio, IQ, início da queda de frutos com cancro cítrico e MC, mudança de cor da casca. 13
- Figura 6.** Número de frutos caídos com e sem sintomas de cancro cítrico de plantas de laranja Valência (a) e IAPAR 73 (b) tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.. 19
- Figura 7.** Relação entre força de remoção de frutos (kgf) e número de frutos caídos por planta, para variedade ‘Valência’ (a, c) com e sem cancro cítrico, respectivamente e variedade ‘IAPAR 73’(b, d), com e sem cancro cítrico, respectivamente.....18
- Figura 8.** Produtividade de plantas de laranja ‘Valência’ (a) e ‘IAPAR 73’ (b) tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando à redução da quantidade de frutos caídos com sintomas de cancro cítrico. Porcentagem de perda de frutos caídos com cancro cítrico ‘Valência’ (c) e ‘IAPAR 73’ (d)..... 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Épocas e doses de aplicação de auxina exógena avaliadas para os experimentos em laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’.....	7
Tabela 2. Análise de variância da força média de remoção de frutos com e sem sintomas de cancro cítrico em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.....	12
Tabela 3. Análise de variância da força média de remoção de frutos com e sem sintomas de cancro cítrico em plantas de laranja ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.....	14
Tabela 4. Análise de variância do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando a redução da queda prematura de frutos por cancro cítrico.....	16
Tabela 5. Comparação das médias do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.	17
Tabela 6. Análise de variância do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.	17
Tabela 7. Comparação das médias do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.	18
Tabela 8. Análise de variância da produção de plantas de laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando a redução da quantidade de frutos caídos com sintomas de cancro cítrico.....	21
Tabela 9. Análise de variância da perda percentual de frutos por cancro cítrico em plantas de laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando a redução da quantidade de frutos caídos com sintomas da doença.....	21
Tabela 10. Comparação das médias do percentual de perda de frutos por cancro em plantas de laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.....	22
Tabela 11. Características físico-química do suco dos frutos colhidos de plantas da variedade ‘Valência’ submetidas a aplicação de auxina exógena em diferentes épocas e doses.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	06
2.1. Áreas experimentais e tratamentos.....	06
2.2. Avaliações.....	07
2.3. Análise dos dados.....	10
3. RESULTADOS	11
3.1. Força de remoção de remoção de frutos.....	11
3.2. Número de frutos caídos	15
3.3. Relação entre força média de remoção e número de frutos caídos por planta	19
3.4. Produtividade e perdas por cancro cítrico.....	20
3.5. Análise físico-química e de resíduo.....	23
4. DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

O cancro cítrico causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. é uma das doenças mais importantes da citricultura em todo mundo, principalmente pelos danos que causa à produção das plantas. No Brasil, o cancro cítrico é encontrado de forma endêmica nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, locais onde é realizado o manejo integrado da doença (Leite Junior & Mohan, 1990). No estado de São Paulo, medidas de exclusão e erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas foram adotadas por quase 60 anos, entretanto, na primeira década deste século houve um abrandamento dos esforços para a eliminação do patógeno neste Estado, resultando em um aumento drástico da ocorrência da doença a partir 2009 (Barbosa et al., 2001; Behlau & Belasque, 2014; Behlau et al., 2016). Em setembro de 2016, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou uma nova legislação sobre o controle do cancro cítrico no país, que determina por meio da Instrução Normativa nº 37, quatro situações: i) Área com Praga Ausente; ii) Área Livre da Praga; iii) Área sob Erradicação ou Supressão e; iv) Área sob Sistema de Mitigação de Risco (SMR). Dentre estas, considerando a atual incidência da doença no Estado, São Paulo adotará a partir de 2017, conforme a Resolução SAA 10 de 20/2/2017, o SMR como medida de controle oficial da doença. Nas áreas sob SMR, onde não é obrigatória a adoção de medidas de erradicação ou supressão, serão implementadas medidas de manejo integrado, como plantio de variedades menos suscetíveis, controle do minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*), desinfestação de ferramentas e máquinas, uso de quebra ventos, aplicação de produtos à base de cobre, etc. (Brasil, 2016).

Caracterizado por provocar lesões semelhantes nos diferentes órgãos afetados, como frutos, folhas e ramos, o cancro cítrico é facilmente visualizado em amostras vegetais infectadas (Leite Junior, 1990). As lesões são circulares, salientes e geralmente são observadas entre a segunda e a quinta semana após infecção dos tecidos (Behlau & Belasque, 2014). Nas folhas os sintomas são observados em ambos os lados, contudo, a maioria das lesões é formada na face abaxial, em função ao maior número de estômatos nesta face (Timmer et al, 2000). No decorrer da colonização ocorre o encharcamento do tecido infectado e posterior formação de lesões de coloração marrom-clara. No fruto, as lesões são predominantemente voltadas para a face externa da copa, onde a ação da chuva e do vento favorecem o processo infectivo. As lesões em frutos atingem o flavedo e o albedo mas não atingem a polpa, portanto, não afetam a qualidade do suco. No entanto, estas lesões podem levar a senescência precoce com consequente abscisão

do fruto, ou seja, a queda prematura do mesmo. Adicionalmente, as lesões em estágio avançado podem provocar rachaduras, as quais favorecem o apodrecimento do fruto. Lesões nos ramos são mais comuns em plantas jovens e/ou mais susceptíveis (Behlau & Belasque, 2014).

A bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri* não possui estruturas de resistência, desta forma, não sobrevive por muito tempo fora do hospedeiro. As células bacterianas sobrevivem principalmente em lesões de cancro cítrico que permanecem de um ano para outro em folhas e ramos, as quais servem como fonte de inóculo da bactéria, dando continuidade à presença da doença no pomar (Graham et al., 1989). Ventos fortes acompanhados de chuva são os principais meios de disseminação da bactéria. A água da chuva em contato com as lesões transportam as células bacterianas a curtas distâncias para outras partes da mesma planta, plantas vizinhas e até para pomares próximos (Behlau & Belasque, 2014). A ação do homem na disseminação da bactéria pode ser considerado outro importante fator, o qual ocorre principalmente por meio do transporte de material de colheita contaminado, como folhas e frutos, e também pelo transporte de mudas infectadas.

A disseminação não garante a ocorrência da doença. Para isso é necessário que ocorra a imediata infecção do tecido vegetal. A infecção ocorre pela penetração do patógeno por meio de aberturas naturais (estômatos), injúrias mecânicas ou provocadas por insetos como o minador dos citros. Os ferimentos mecânicos podem ocorrer pelo atrito entre as partes da planta (espinhos e folhas) durante a ocorrência de ventos ou mesmo pela ação abrasiva de partículas de poeira. As injúrias provocadas pelo minador dos citros favorecem a penetração da bactéria, aumentando de forma menos agregada a incidência de plantas com cancro cítrico dentro do pomar (Jesus Junior et al., 2006). A presença de filme de água na superfície vegetal é uma das principais condições favoráveis à penetração da bactéria nos tecidos do hospedeiro. No entanto, um período mínimo de molhamento de 4 horas é necessário para a penetração do patógeno (Dalla Pria et al., 2006). Após a infecção, ocorre a multiplicação da bactéria no tecido vegetal, fase denominada colonização. Nesta fase a temperatura é primordial para o desenvolvimento da bactéria, sendo necessárias temperaturas entre 25 a 35 °C (Dalla Pria et al., 2006). Durante a colonização as células bacterianas liberam enzimas que degradam as paredes das células vegetais e provocam a necrose do tecido, formando assim os sintomas. As lesões que permanecem nas plantas de uma safra para outra dão início a novos ciclos da doença no pomar.

Em áreas não endêmicas, é recomendado a adoção de medidas de erradicação de plantas doentes. Nestas áreas também é recomendada a utilização de mudas saudáveis, desinfestação de veículos e material de colheita e, periódicas inspeções de campo (Behlau & Belasque, 2014).

Além disso, podem ser realizadas pulverizações com cobre na primavera e verão durante a emissão de fluxos vegetativos, visando proteger as folhas nos estádios mais suscetíveis (Graham et al., 2011; Behlau et al., 2008, 2010). Nas regiões onde a doença é endêmica são utilizadas medidas integradas de controle para reduzir a incidência de frutos com lesões e consequente perda de produção. O manejo integrado da doença consiste em: i) implantar quebra-ventos; ii) plantar mudas sadias; iii) usar variedades menos suscetíveis iv) aplicar bactericidas cúpricos; v) controlar o inseto minador dos citros e; vi) usar de indutores de resistência (Leite Junior, 1990; Graham et al., 2010, 2011, 2013; Behlau et al., 2008, 2010; Gottwald & Timmer, 1995). Adicionalmente, medidas legislativas têm sido propostas para maior controle desta doença. Como exemplo, podemos citar o estado do Paraná, onde o plantio de variedades altamente susceptíveis ao cancro cítrico é proibido pela legislação vigente naquele Estado (Leite Junior, 1990).

Dentre as medidas de manejo integrado, está o uso de quebra-ventos são aquelas com crescimento rápido, baixa competição com a cultura por água e nutrientes, e enfolhamento uniforme na copa. *Casuarina cunninghamiana*, *Corymbia torelliana*, *Eucaliptus* spp. e *Grevillea robusta* são espécies utilizadas para esta finalidade. A função do quebra-vento é reduzir a velocidade do vento e consequentemente a formação de ferimentos das plantas que servem de entrada para a bactéria do cancro cítrico. Mudas sadias oriundas de viveiros telados visam proteger a sanidade do pomar contra a bactéria do cancro cítrico. A adoção de variedades cítricas resistentes ao cancro cítrico é importante em áreas endêmicas. São exemplos de variedades menos susceptíveis ‘Folha Murcha’, ‘Valência’ e ‘Pera’ (Vargas et al., 2013). Já as variedades ‘Hamilin’, ‘IAPAR 73’, ‘Westin’ são variedades mais susceptíveis ao cancro cítrico (Tazima & Leite Júnior, 2000). O controle químico para proteção dos frutos é realizado após a florada utilizando-se produtos à base de cobre. Normalmente são realizadas cinco a sete aplicações com intervalos de 21 dias (Behlau et al, 2010). Essas pulverizações visam reduzir a incidência de lesões da doença na fase inicial de desenvolvimento dos frutos (3 a 4 meses após o florescimento) ou até 50 mm de diâmetro, os quais, se não protegidos, podem cair antes da colheita (Marti, 2016; Graham et al., 1992). Em pomares jovens que não iniciaram a produção, os fluxos vegetativos também devem ser protegidos com cobre quando as folhas estiverem em expansão. O momento da aplicação dos produtos cúpricos é determinante para o sucesso do controle. O controle da larva minadora dos citros deve ser realizado com objetivo de evitar a geração de ferimentos nas folhas, os quais cicatrizam mais lentamente quando comparado aos ferimentos mecânicos. Estas injúrias deixam o tecido vegetal exposto a infecção da bactéria por mais tempo e aumentam o risco de infecção (Jesus et al., 2006). O controle deste inseto é feito

usualmente por meio da aplicação de inseticida a base de abamectina durante a fase de brotação (Behlau & Belasque, 2014). A última medida, mas não menos importante, é o uso de indutores de resistência. Estes produtos promovem, além da proteção contra as principais pragas dos citros, como o psilídeo, por serem inseticidas sistêmicos a base de neocotinóides, também promovem redução do cancro cítrico, em especial em pomares novos (Behlau & Belasque, 2014).

A adoção destas medidas não garante o controle total da doença, tampouco as perdas de produção. Sob condições ambientais favoráveis, a bactéria é capaz de infectar os frutos mesmo em áreas onde o manejo integrado é realizado adequadamente. Desta maneira, para reduzir os danos provocados pela doença, pode-se realizar a antecipação da colheita nos talhões mais afetados, evitando a queda prematura de frutos. No entanto, muitas vezes não há tempo hábil para remanejamento da colheita, pois frutos com lesões de cancro cítrico podem cair quando ainda estão imaturos (Marti, 2016), ou seja, o suco destes frutos está ácido e apresenta baixos sólidos solúveis. Conseqüentemente, medidas de manejo que visam diminuir as perdas ocasionadas pela queda prematura de frutos provocada pelo cancro cítrico, têm sido constantemente estudadas. Dentre estas medidas, a aplicação de reguladores de crescimento com objetivo de retardar a senescência dos frutos tem apresentado resultados promissores (Greenberg et al, 1975).

Nos últimos anos, um expressivo aumento do uso de reguladores de crescimento na citricultura tem sido notado. Isso se deve à influência destas substâncias no enraizamento, diminuição de queda de frutos, antecipação ou atraso do florescimento e, aumento do tamanho e qualidade de frutos. Os reguladores de crescimento comumente utilizados são o etileno, as citocininas, as giberelinas e as auxinas (Silva & Donadio, 1997). Dentre estas, a ação da auxina sintética tem sido objeto de vários estudos nas últimas décadas. Muitos trabalhos foram realizados e destacaram sua eficiência na melhoria da qualidade do fruto e aumento do tempo de retenção na planta (Coelho et al, 1978, Menegucci et al, 2001, Agustí, 1991, Anthony, 1999). A auxina sintética, diminui a atividade das enzimas poligalacturonase e celulase, responsáveis pela zona de abscisão gerada no ponto de ligação do pedúnculo ao fruto (Monelise, 1979; Greenberg et al, 1975). Como resultado, a aplicação deste regulador de crescimento tem contribuído para reduzir a queda de frutos maduros na pré-colheita (Anthony & Coggins, 1999, Negrisoli, 2013). A aplicação deste regulador vegetal é realizada na maioria dos casos nas doses de 5 a 20 mg/L, para retardar a mudança de cor da casca do fruto e conseqüentemente aumentar o tempo de retenção do fruto na planta em até três meses (Agustí & Almela, 1991). Trabalhos realizados na Califórnia, EUA, relataram bons resultados com o uso da auxina sintética sob a

forma de 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). As aplicações do regulador retardaram a queda de frutos de laranjeira de umbigo maduros, por meio de pulverizações com dois meses de antecedência da colheita (Coggins, 1996; Vashisth & Burrow, 2017).

Considerando os fatores descritos acima e a grande demanda de estudos sobre o potencial de redução da queda prematura de frutos com o uso de auxina sintética, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação exógena de 2,4-D, em diferentes épocas e doses, na redução da queda prematura de frutos afetados pelo cancro cítrico. Além disso, foi determinada a influência da lesão do cancro cítrico da redução de força de remoção dos frutos da planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas experimentais e tratamentos

Para realização deste estudo foram conduzidos dois experimentos, em pomares comerciais de laranja doce (*Citrus sinensis*) localizados no município de Paranavaí, Paraná. O primeiro experimento foi realizado durante a safra 2014/2015 (experimento 1) em pomar de laranja ‘Valência’, classificada como variedade de maturação tardia e menos susceptível ao cancro cítrico (Pio et al., 2005). O segundo experimento foi conduzido na safra 2016/2017 (experimento 2) em pomar de laranja ‘IAPAR 73’, classificada como variedade de maturação precoce e susceptível ao cancro (Tazima & Leite Júnior, 2000). Ambas as variedades foram cultivadas sobre porta enxerto de limão cravo (*Citrus limonia*), plantados em 2007 em espaçamento de 7,0 x 3,0 m (476 plantas/ha). O volume médio de copa estimado para ambos os experimentos foi de 30 m³/planta ou 14.000 m³/ha (Scapin et al., 2015). Os pomares foram selecionados para o estudo por apresentarem incidência de frutos com cancro cítrico superior a 50% antes do início da queda prematura de frutos.

Os experimentos foram compostos por seis tratamentos distribuídos em esquema fatorial (3 x 2), sendo os fatores três épocas de aplicação e duas doses da auxina sintética, e um tratamento adicional, representado pela testemunha sem aplicação do produto (Tabela 1). Para cada tratamento foram utilizados quatro repetições com parcelas constituídas de 20 plantas na linha de plantio. Uma linha de plantio foi mantida como bordadura entre as parcelas experimentais. A auxina exógena utilizada foi o produto comercial Aminol 806 (806 g de 2,4 - diclorofenoxiacético/L, Adama Agrociências S.A., Londrina). As épocas de aplicação foram definidas em função do início da queda (IQ) e mudança de cor da casca (MC). O IQ refere-se ao momento em que observou-se os primeiros frutos lesionados caídos no pomar. Nesta época os frutos estavam fase II de desenvolvimento e apresentam diâmetro de 50 mm (El-Otmani et al., 1990). A MC refere-se à fase III, quando os frutos apresentam diâmetro entre 60 a 80 mm (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996) (Tabela 1). O IC para ‘Valencia’ e ‘IAPAR 73’ ocorreu quando os frutos apresentavam acúmulo de 3.989 e 3.084 graus-dia desde o florescimento, respectivamente. Na MC, este acúmulo foi de 5.290 e 4.205 graus-dia, respectivamente (Cividanes, 2000). Os dados de temperatura foram coletados na Estação Meteorológica do IAPAR de Paranavaí e o acúmulo de graus-dia foi calculado com base nas datas de

florescimento das variedades em 15/08/2014 e 01/08/2015 para ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente.

Tabela 1. Doses e épocas de aplicação de auxina exógena avaliadas para os experimentos em laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’.

Tratamento	Dose auxina (mg/L)	Produto comercial (mL/2000 L)	Época de aplicação ^a	Data de aplicação	
				‘Valência’	‘IAPAR 73’
1	0	0	-	-	-
2	16	40	IQ	25 março	03 fevereiro
3	32	80	IQ	25 março	03 fevereiro
4	16	40	MC	30 junho	04 abril
5	32	80	MC	30 junho	04 abril
6	16	40	IQ e MC	25 março e 30 junho	03 fevereiro e 04 abril
7	32	80	IQ e MC	25 março e 30 junho	03 fevereiro e 04 abril

^a IQ, época de aplicação baseada no início da queda de frutos por cancro cítrico, 222 e 186 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente na fase II do fruto, diâmetro de 50 mm; MC, época de aplicação baseada no início do amarelecimento da casca dos frutos, 319 e 247 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente, na fase III do fruto, diâmetro de fruto 60 a 80 mm.

As pulverizações foram realizadas com turbo atomizador Arbus Valencia de 4.000 L (Jacto®, Pompéia), utilizando pressão de trabalho de 150 lbs/pol², rotação de 1800 r.p.m. e velocidade de deslocamento de 4,2 km/h. O volume de calda aplicado no experimento 1 foi de 1.100 L/ha, equivalente a 2,3 L/planta ou 70 mL/m³ de copa. No experimento 2, o volume de calda foi de 1.000 L/ha, que correspondeu a 2,1 L/planta ou 75 mL/m³ de copa. Desta forma, a dose de auxina exógena, foi de 2,2 mg/m³ na dose de 32 mg/L e 1,1 mg/m³ para dose mg/m³ para dose 16 mg/L.

2.2. Avaliações

Nos dois experimentos foram avaliadas: i) a força para remoção de frutos com e sem lesão de cancro cítrico; ii) número de frutos caídos com e sem sintomas da doença; iii) produtividade médias das plantas de cada tratamento; iv) características físico-químicas do fruto e; v) a presença de resíduo de auxina exógena no suco dos frutos colhidos.

As avaliações de força para remoção de frutos foram realizadas utilizando 5 frutos assintomáticos e 5 frutos com sintomas de cancro cítrico, coletados de 15 plantas da parcela experimental. Neste caso, não foram coletados frutos das três plantas centrais da parcela, as quais foram utilizadas para avaliações de queda de frutos e produtividade. As duas plantas das extremidades da parcela foram utilizadas como bordadura. A estimativa de força de remoção dos frutos foi realizada com uso de um dinamômetro digital FG – 5020 Force Gauge (Lutron, Taipei, Taiwan) (Figura 1). Os frutos sintomáticos foram selecionados de acordo com a característica e distribuição da lesão no fruto. Para isso, foram coletados os frutos que apresentavam maior número de lesões no terço superior do fruto e lesões com diâmetro ≥ 5 mm, as quais são apontadas como principais responsáveis pela queda de frutos com cancro cítrico (Graham et al., 2010, 2011; Marti, 2016). Para cada data de aplicação foram realizadas as medições de força de remoção dos frutos em todos os tratamentos, em intervalos de aproximadamente 25 dias, totalizando quatro avaliações.

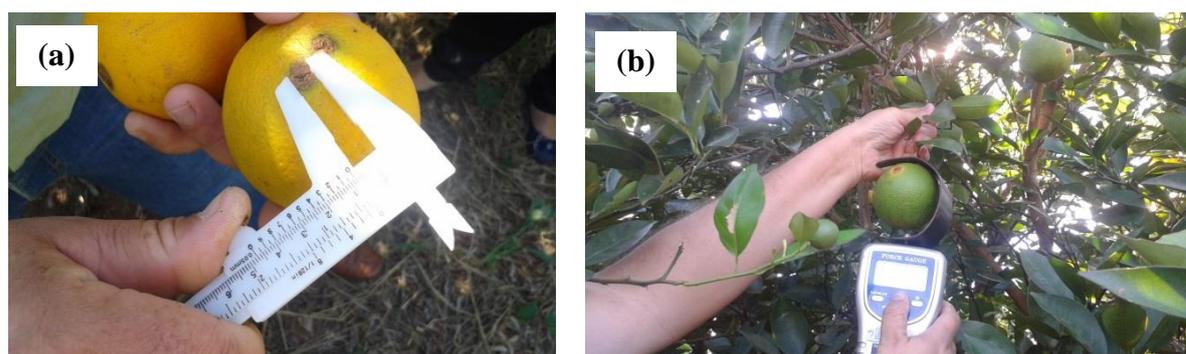


Figura 1. Detalhe da medição do diâmetro da lesão e avaliação da força de remoção do fruto. Medição do diâmetro de lesões em fruto apresentando lesão com diâmetro ≥ 5 mm (a). Medição da força de remoção de frutos com lesão de cancro cítrico, realizada com dinamômetro digital (b).

Para as avaliações de queda de frutos, foram utilizadas as três plantas centrais de cada parcela. Em cada avaliação, os frutos caídos na área da copa das plantas com e sem lesões de cancro cítrico foram contados separadamente e retirados da área experimental. As avaliações foram realizadas mensalmente em todos os tratamentos a partir do 20º dia após a primeira aplicação da auxina sintética, totalizando quatro avaliações.

As avaliações de produtividade foram realizadas nas três plantas centrais da parcela utilizadas na avaliação de queda de frutos. O momento da colheita seguiu os padrões exigidos pela indústria, ou seja, quando os frutos apresentavam *ratio* entre 13 a 14. Os experimentos 1 e 2 foram colhidos em outubro/2015 e junho/2016, respectivamente. A colheita foi conduzida de forma manual e a pesagem realizada com balança digital LD 1050 (Líder Balanças, Araçatuba)

acoplada a um braço hidráulico (Figura 2). Após a pesagem os frutos foram descartados em local apropriado.

As características físico-química foram avaliadas apenas no experimento conduzido com a variedade 'Valência'. Para isso, 40 frutos por tratamento foram amostrados em 15 plantas utilizadas para avaliação da força de remoção. Estas amostras foram coletadas 20 dias antes da colheita do experimento e analisadas no laboratório localizado na indústria de suco Louis Dreyfus Commodites, situada no município de Paranavaí, PR. Nesta análise, foi avaliada a porcentagem de suco em relação do peso dos frutos, cuja unidade é dada em porcentagem (%). O *ratio* foi determinado pela relação Brix/Acidez, e representa um indicativo de maturação da fruta, portanto, não possui unidade (Almeida, 2013). O rendimento para cada tratamento foi calculado por meio de estimativa do número de caixas de laranja (40,8 kg) suficientes para se processar 1 tonelada de suco concentrado de laranja. Os sólidos solúveis foram determinados em graus Brix^o por refratometria, técnica que mensura os sólidos solúveis totais em água (Cavalcanti et al., 2006).



Figura 2. Detalhe do braço hidráulico, carreta e trator utilizados na colheita (a). Balança digital acoplada ao braço hidráulico para pesagem dos frutos (b).

A análise de resíduo do regulador vegetal no suco foi realizada em frutos da variedade IAPAR 73 por meio da coleta de amostras dos quatro tratamentos: frutos sem aplicação, frutos que receberam 32 mg i.a./L aplicado no início da queda de frutos (fevereiro), 16 mg de i.a./L aplicado no amarelecimento da casca dos frutos (abril), e duas aplicações de 32 mg de i.a./L aplicado nas duas épocas. A amostragem foi realizada uma semana antes da colheita, que correspondeu a 58 e 119 dias para os tratamentos que receberam a última ou única aplicação em abril e fevereiro, respectivamente. Para esta análise foram coletados 2,0 kg de amostras de frutas por tratamento, provenientes das 15 plantas utilizadas na avaliação de força para remoção

de frutos. As amostras foram enviadas e analisadas no laboratório Eurofins do Brasil Análises de Alimentos Ltda., situada no município de Indaiatuba, SP. O método utilizado para a análise do suco foi o Método POP -QP003, LC - MS/MS em concordância com os padrões da ANVISA.

2.3. Análise dos dados

Os dados de força de remoção de frutos, número de frutos caídos com e sem sintomas da doença, produtividade média das plantas, característica físico-química do fruto e o residual de auxina exógena no suco foram submetidos a análise de variância em esquema fatorial 2x3 (doses x épocas de aplicação) com tratamento adicional (testemunha). Os fatores doses, épocas de aplicação, bem como a interação dos mesmos, quando significativos ($p < 0,05$), foram comparados por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade. Para a comparação de duas médias foi utilizado teste t , também a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados em programa estatístico AgroEstat 1.0 (Barbosa & Maldonado, 2009).

3. RESULTADOS

3.1. Força de remoção do fruto

Frutos de laranjeiras doces ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ com lesões de cancro cítrico foram removidas com força significativamente menor que frutos sem lesões da doença, independentemente da variedade (Figura 3). Menor força de remoção foi observada para frutos sintomáticos da variedade ‘IAPAR 73’, em todas as épocas de avaliação (Figura 3b). No entanto, para a laranja ‘Valência’, apenas na segunda avaliação foi detectada diferença significativa para a força de remoção de frutos com e sem sintomas (Figura 3a). A força média de remoção de frutos do tratamento testemunha da variedade ‘IAPAR 73’, quando comparados a variedade ‘Valência’ foi 31,9 e 58,5% menor para frutos assintomáticos e sintomáticos, respectivamente. Os frutos assintomáticos de ‘Valência’ apresentaram força média de remoção entre 6,5 a 8,2 kgf. Por outro lado, os frutos assintomáticos de ‘IAPAR 73’ apresentaram força entre 4,6 a 5,2 kgf. As variações de força de remoção dos frutos sintomáticos para ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ foram de 5,0 a 5,7 kgf e 1,8 a 2,6 kgf, respectivamente. A força de remoção de frutos de ‘Valência’ com cancro cítrico foi semelhante a força de remoção de frutos saudáveis de ‘IAPAR 73’ (Figura 3).

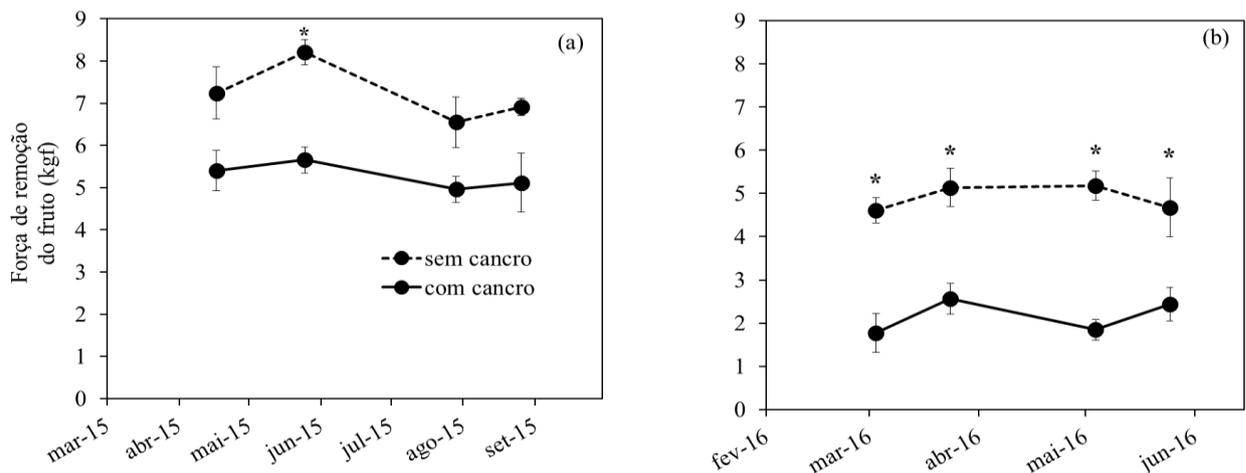


Figura 3. Força de remoção de frutos de laranja ‘Valência’ (a) e ‘IAPAR 73’ (b) com e sem sintomas de cancro cítrico em plantas testemunha, sem aplicação de auxina exógena. *Diferença significativa (teste *t*, $P \leq 0,05$) entre a força média de remoção de frutos com e sem cancro cítrico em cada data de avaliação. Barras indicam o erro padrão da média.

Independentemente da presença de sintomas, não foi detectada diferença significativa para a dose de auxina exógena, época de aplicação, bem como a interação dos fatores, quando analisada a força de remoção de frutos da variedade Valência (Tabela 2). Porém, foi observada diferença significativa quando comparada a testemunha aos demais tratamentos. As forças médias de remoção de frutos na testemunha com e sem lesões de cancro cítrico foram de 5,3 e 7,2 kgf, respectivamente. Por outro lado, para os tratamentos que receberam aplicação de auxina sintética, a força média de remoção de frutos foi de 6,3 e 7,8 kgf para frutos com e sem lesão, respectivamente.

Tabela 2. Análise de variância da força média de remoção de frutos com e sem sintomas de cancro cítrico em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.

Causas de variação	Com cancro		Sem cancro	
	F	P	F	P
Dose	3,76 NS	0,0661	3,18 NS	0,0890
Época	2,50 NS	0,1061	1,38 NS	0,2738
Interação dose e época	0,82 NS	0,4538	2,86 NS	0,0800
Testemunha vs. Tratamentos	7,72 *	0,0112	5,70 *	0,0264

* F significativo ($p \leq 0,05$). NS, não significativo. Análise realizada após transformação ($\sqrt{x + 0,5}$) dos dados.

A força de remoção de frutos de laranja ‘Valência’ foi significativamente menor quando os mesmos apresentaram sintomas de cancro cítrico, independentemente da dose e época de aplicação de auxina sintética (Figura 4 a, b e c). Enquanto a força média para remoção de frutos com cancro cítrico para variedade ‘Valência’ foi de 6,1 kgf, a força média para remoção dos frutos sem cancro foi de 7,7 kgf. Para os frutos sintomáticos foi observado uma maior tendência da força de remoção nos tratamentos que receberam aplicação de auxina na dose de 32 mg de i.a./L, aplicados apenas no início da queda de frutos (março) e em duas épocas (março e junho). Estes tiveram um incremento na força de remoção de 26,6 e 33,9%, respectivamente, quando comparados com a testemunha (Figura 4 d).

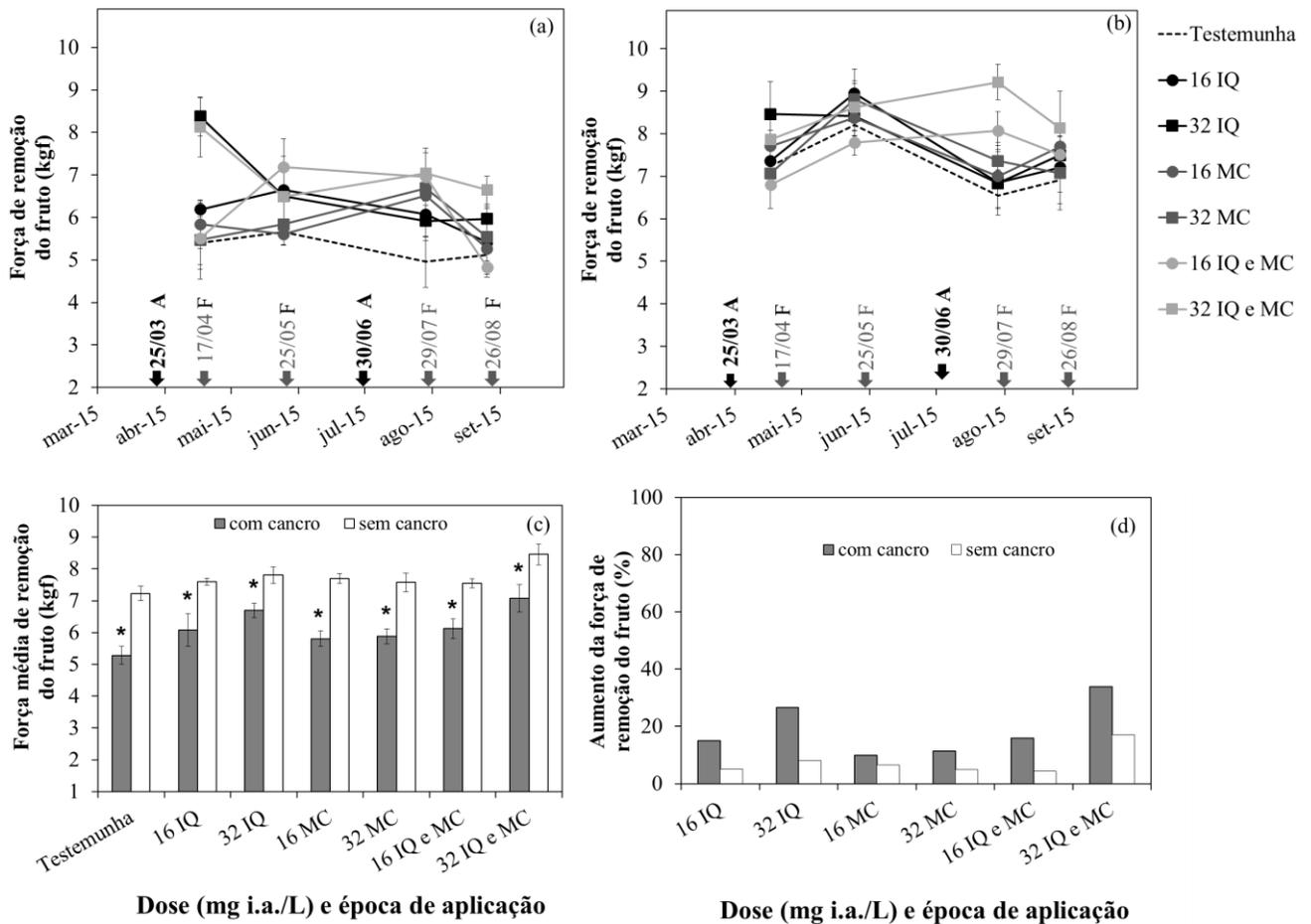


Figura 4. Força de remoção de frutos de laranja ‘Valência’ tratada com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas. Força de remoção de frutos com cancro cítrico (a) e força de remoção de frutos sadios (b). Média das quatro avaliações da força de remoção de frutos de ‘Valência’ com e sem sintomas de cancro cítrico (c). Porcentagem do aumento da força de remoção de frutos tratados com duas doses de auxina sintética, com e sem sintomas de cancro cítrico, em relação à testemunha não tratada (d). A, data de aplicação de auxina exógena; F, data de avaliação de força de remoção do fruto; IQ, início da queda de frutos com cancro cítrico; MC, mudança de cor da casca. *Diferença significativa (teste t , $P \leq 0,05$) entre frutos com e sem sintomas de cancro, considerando a média da força de remoção de frutos para um determinado tratamento. Barras indicam o erro padrão da média.

Assim como observado para o variedade Valência, independentemente da presença de sintomas, não foi detectada diferença significativa para a dose de auxina sintética, época de aplicação, bem como a interação dos fatores, quando analisada a força de remoção de frutos do variedade IAPAR 73 (Tabela 3). Porém, foi observada diferença significativa quando comparada a testemunha aos demais tratamentos. As força médias de remoção de frutos com e sem lesões de cancro cítrico na testemunha foi de 2,2 e 4,9 kgf, respectivamente. No entanto, para os tratamentos que receberam a aplicação de auxina sintética, a força de remoção de frutos foi em média 3,0 e 5,4 kgf, respectivamente. Comparando a força média de remoção de

frutos de laranja 'IAPAR 73', foi possível observar maior força de remoção para frutos sem cancro cítrico do que para frutos com lesões da doença (Figuras 5 a, b e c).

Tabela 3. Análise de variância da força média de remoção de frutos com e sem sintomas de cancro cítrico em plantas de laranja 'IAPAR 73' tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.

Causas de variação	Com cancro		Sem cancro	
	F	P	F	P
Dose	3,08 NS	0,0940	0,11 NS	0,7490
Época	2,47 NS	0,1085	3,82 NS	0,0584
Interação dose e época	0,25 NS	0,7834	0,06 NS	0,9431
Testemunha vs. tratamentos	4,97 *	0,0369	6,13 *	0,0219

* F significativo ($P \leq 0,05$). NS, F não significativo. Análise realizada após transformação ($\sqrt{(x + 0,5)}$) dos dados.

Enquanto a força média para remoção de frutos de 'IAPAR 73' com cancro cítrico foi de 3,0 kgf, a força média para frutos sem lesão da doença foi de 5,4 kgf (Figura 5c). Plantas tratadas com auxina sintética na dose de 32 mg de i.a./L, aplicada em fevereiro e fevereiro/abril, apresentaram as maiores forças de remoção de frutos sintomáticos. Desta maneira, foi observado que as forças de remoção de frutos do cutlivar 'IAPAR 73' submetidos a estes tratamentos, apresentaram incrementos de 67,3 e 57,5% quando comparados a testemunha, respetivamente (Figura 5d).

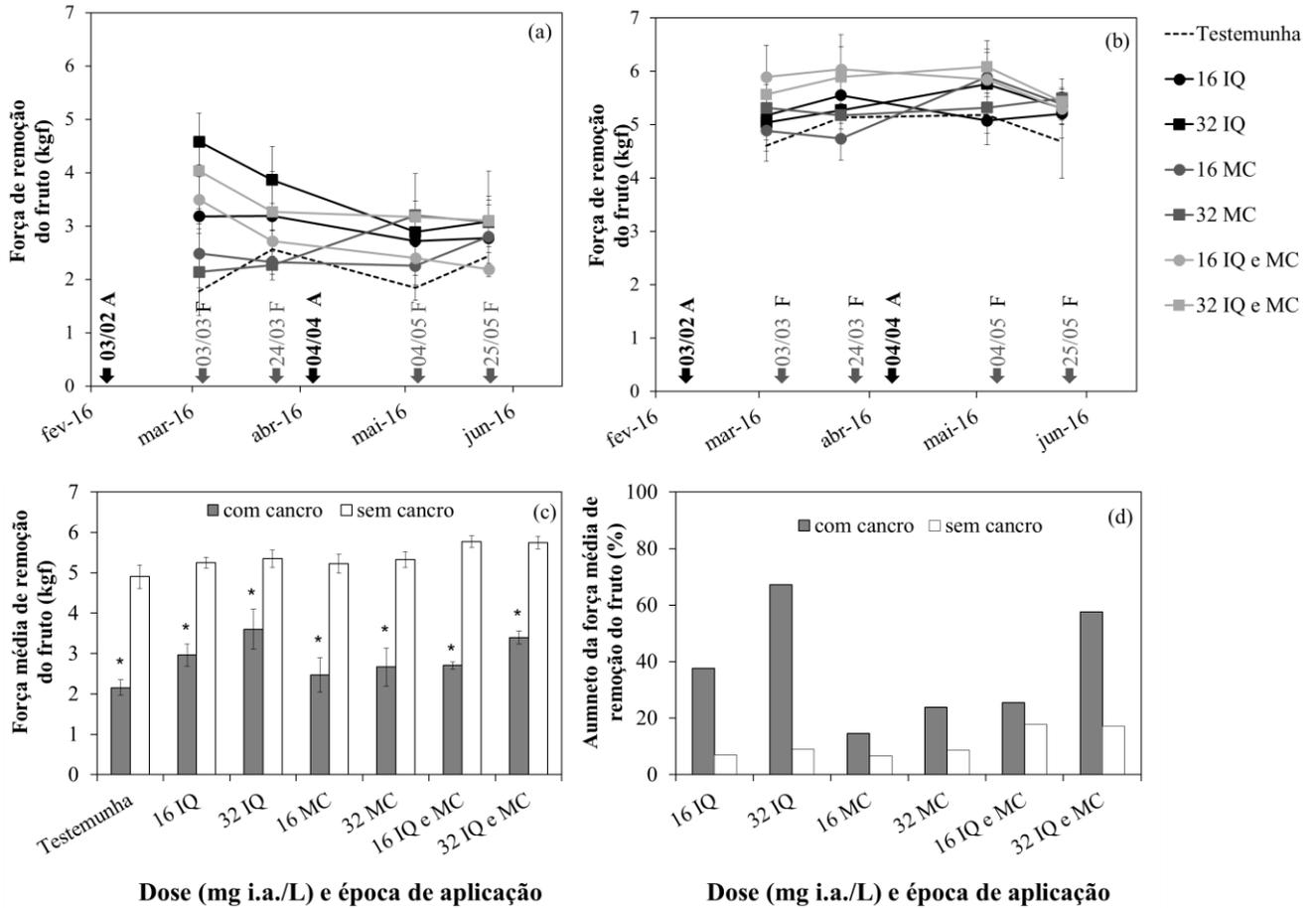


Figura 5. Força de remoção de frutos de laranja ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina exógena em diferentes épocas. Força de remoção de frutos com cancro cítrico (a) e força de remoção de frutos saudáveis (b). Média das quatro avaliações da força de remoção de frutos de laranja ‘IAPAR 73’ com e sem sintomas de cancro cítrico (c). Porcentagem do aumento da força de remoção de frutos tratados com duas doses de auxina sintética, com e sem sintomas de cancro cítrico, em relação a testemunha não tratada (d). A, data de aplicação de auxina exógena, F, datas de avaliações de força de remoção do fruto, IQ, início da queda de frutos com cancro cítrico e MC, mudança de cor da casca. *Diferença significativa (teste t , $P \leq 0,05$) entre frutos com e sem sintomas de cancro, considerando a média da força de remoção de frutos para um determinado tratamento. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

3.2. Número de frutos caídos

Para a variedade ‘Valência’ foi observado efeito significativo no número de frutos caídos dos fatores dose e época de aplicação de auxina exógena, apenas para o número de frutos caídos com sintomas de cancro cítrico (Tabela 4). Da mesma forma, ocorreu interação entre estes dois fatores apenas para frutos sintomáticos.

Tabela 4. Análise de variância do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando a redução da queda prematura de frutos por cancro cítrico.

Causas de variação	Com cancro		Sem cancro	
	F	P	F	P
Dose	4,81*	0,0397	0,05 NS	0,8189
Época de aplicação	5,81*	0,0098	1,47 NS	0,2516
Interação dose e época de aplicação	6,81*	0,0053	0,37 NS	0,6958
Testemunha a vs. tratamentos	17,62*	0,0004	0,75 NS	0,2874

*F significativo ($P \leq 0,05$). NS, F não significativo. Análise realizada após transformação ($\sqrt{x + 0,5}$) dos dados.

Quando foi comparada a queda de frutos entre a testemunha e os tratamentos que receberam aplicação de auxina sintética, pode-se observar efeito significativo na redução da queda de frutos sintomáticos, ou seja, a aplicação de auxina contribui para a redução da queda de frutos sintomáticos da variedade ‘Valência’, independentemente da época ou doses utilizadas (Tabela 4). O número médio de frutos caídos por planta com e sem cancro cítrico na testemunha foi de 31,3 e 11,9, respectivamente. Entretanto, para os tratamentos que receberam aplicação de auxina, a média de frutos caídos foi de 21,2 e 10,1, respectivamente.

Para os frutos sintomáticos de ‘Valência’, observou-se que a época de aplicação de março e março/junho com dose de 32 mg de i.a./L, foram os tratamentos com menor número de frutos caídos (Tabela 5). No entanto, para os frutos sem cancro cítrico, não foram encontradas diferenças significativas, independente da dose ou época de aplicação (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação das médias do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.

Tratamentos	Época de aplicação ^a		
	I.Q.	M.C.	I.Q. e M.C.
<i>Frutos com cancro</i>			
16	23,5 Aa ^b	22,7 Aa	22,1 Aa
32	13,6 Ba	27,8 Ab	17,4 Aa
<i>Frutos sem cancro</i>			
16	9,5 Aa	9,0 Aa	11,4 Aa
32	8,3 Aa	10,4 Aa	11,8 Aa

^a IQ, época de aplicação baseado no início da queda de frutos por cancro cítrico, 222 e 186 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente na fase II do fruto, diâmetro de 50 mm; MC, época de aplicação baseado no início do amarelecimento da casca dos frutos, 319 e 247 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente, na fase III do fruto, diâmetro de fruto 60 a 80 mm.

^b Valores seguidos de mesma letra maiúsculas na coluna ou seguidos de mesma letra minúsculas na linha, separadamente para frutos com ou sem cancro cítrico, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Análise realizada após transformação ($\sqrt{(x + 0,5)}$) dos dados.

Para a variedade ‘IAPAR 73’, foi observado efeito significativo da dose de auxina no número de frutos caídos, sintomáticos e assintomáticos. No entanto, para o fator época de aplicação, houve diferença significativa no número de frutos caídos somente para frutos com lesões da doença (Tabela 6). A interação entre os fatores não foi significativa.

Tabela 6. Análise de variância do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.

Causas de variação	Com cancro		Sem cancro	
	F	P	F	P
Dose	28,91*	< 0,0001	15,38*	0,0008
Época	5,37*	0,0131	1,88 NS	0,1772
Interação dose e época	0,45 NS	0,6446	0,56 NS	0,5784
Testemunha vs. tratamentos	18,97*	0,0003	8,56*	0,0081

* F significativo ($P \leq 0,05$). NS, F não significativo. Análise realizada após transformação ($\sqrt{(x + 0,5)}$) dos dados.

Quando comparada a queda de frutos entre a testemunha e o conjunto de tratamentos que usaram auxina exógena, foi possível observar efeito significativo na redução da queda para frutos para ambos os frutos sintomáticos e assintomáticos (Tabela 6). O número médio de frutos caídos por planta com e sem cancro cítrico na testemunha foi de 161,9 e 113,4, respectivamente. Por outro lado, para os tratamentos que receberam aplicação de auxina, a média de frutos caídos foi de 45,0 e 32,6, respectivamente.

Plantas de ‘IAPAR 73’ tratadas com auxina exógena na dose de 32 mg de i.a./L. apresentaram os menores valores de queda de frutos com cancro. Esta variedade apresentou média de 75,5 e 89,8 frutos caídos com cancro quando as plantas foram tratadas com auxina em fevereiro e fevereiro/abril, respectivamente (Tabela 7). Em contrapartida, plantas não tratadas apresentaram queda média de frutos sintomáticos de 161,9 (Tabela 6). Do mesmo modo, a dose de 32 mg. de i.a./L, proporcionou menor número de frutos caídos sem cancro quando comparada à dose de 16 mg. de i.a./L, porém, não apresentou diferença significativa entre as épocas de aplicação (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação das médias do número de frutos caídos em plantas de laranja ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.

Tratamentos	Época de aplicação ^a		
	IQ	MC	IQ e MC
<i>Frutos com cancro</i>			
16	125,6 Aa ^b	150,9 Ab	126,7 Aab
32	75,5 Ba	111,8 Bb	89,8 Bab
<i>Frutos sem cancro</i>			
16	43,1 Aa	35,0 Aa	38,0 Aa
32	31,1 Ba	26,2 Ba	22,2 Ba

^a IQ, época de aplicação baseado no início da queda de frutos por cancro cítrico, 222 e 186 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente na fase II do fruto, diâmetro de 50 mm; MC, época de aplicação baseado no início do amarelecimento da casca dos frutos, 319 e 247 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente, na fase III do fruto, diâmetro de fruto 60 a 80 mm.

^b valores seguidos de mesma letra maiúsculas na coluna ou seguidos de mesma letra minúsculas na linha, separadamente para frutos com ou sem cancro cítrico, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Análise realizada após transformação ($\sqrt{x + 0,5}$) dos dados.

Comparando o número de frutos caídos, nas diferentes épocas de aplicação, doses de auxina exógena e nas 2 variedades estudadas, foi possível observar que o tratamento com dose de 32 mg. de i.a./L no início da queda de frutos, foi o mais eficiente em diminuir a queda prematura de frutos sintomáticos (Tabela 5 e 7). Apesar da redução significativa do número de frutos caídos com cancro cítrico ter sido observada para ambas as variedades, maiores reduções de queda prematura foram observadas para o variedade IAPAR 73 (Figura 6 b).

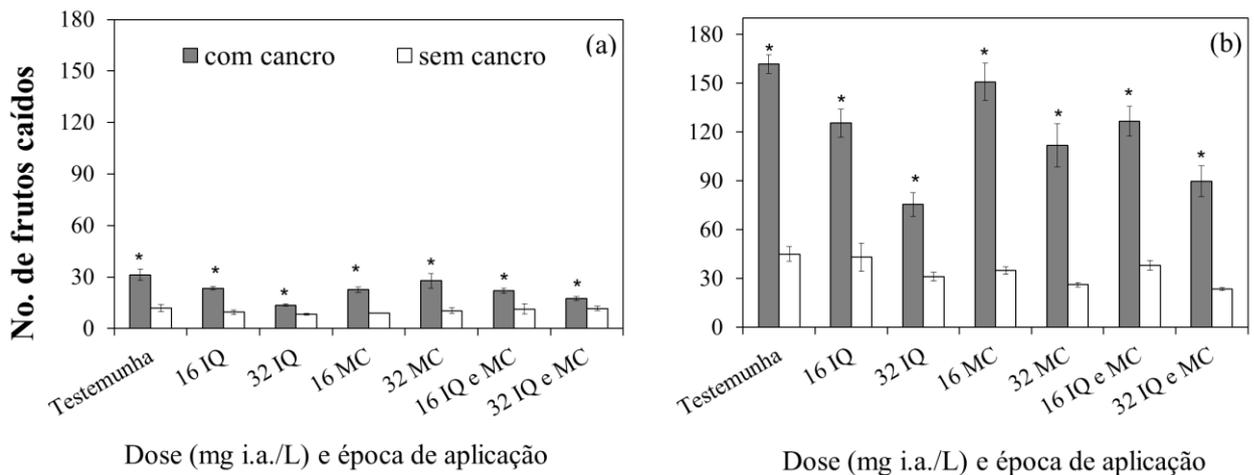


Figura 6. Número de frutos caídos com e sem sintomas de cancro cítrico de plantas de laranja Valência (a) e IAPAR 73 (b) tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas. IQ, início da queda de frutos com cancro cítrico e MC, mudança de cor da casca. *Diferença significativa (teste t , $P \leq 0,05$) entre frutos com e sem sintomas de cancro, considerando o número médio de frutos caídos para um determinado tratamento. Barras de erro indicam o erro da média.

Os resultados indicam também que o uso da dose de 16 mg de i.a./L para ‘IAPAR 73’, na época de amadurecimento da casca é ineficiente para a diminuição da queda de frutos sintomáticos (Figura 6 b). Neste caso, a testemunha apresentou queda de 161,8 frutos e o tratamento que recebeu aplicação de auxina na dose de 16 mg. de i.a./L realizada em abril, apresentou média de 150,9 frutos caídos/planta. Independentemente da dose, época de aplicação e variedade, foi detectado maior número de frutos caídos sintomáticos do que assintomáticos (Figura 6). Na variedade ‘IAPAR 73’, devido a um ataque severo de mosca-das-frutas no pomar, foi observado uma queda maior nos frutos assintomáticos em todos os tratamentos avaliados.

3.3. Relação entre força média de remoção de frutos e número de frutos caídos por planta

Os tratamentos com 2,4-D resultaram em diferentes forças de remoção média de frutos das plantas. Houve relação linear negativa significativa entre a a força de remoção de frutos e o número acumulado de frutos caídos com cancro cítrico para as variedades ‘Valência’ ($p = 0,05$; $R^2 = 0,14$) e ‘IAPAR 73’ ($p < 0,001$; $R^2 = 0,58$), respectivamente. Para ‘IAPAR 73’ esta influência foi mais forte quando comparada com a ‘Valência’ (Figura 7). Não houve relação significativa entre a força média de remoção e número de frutos caídos sem sintomas de cancro cítrico (Figura 7).

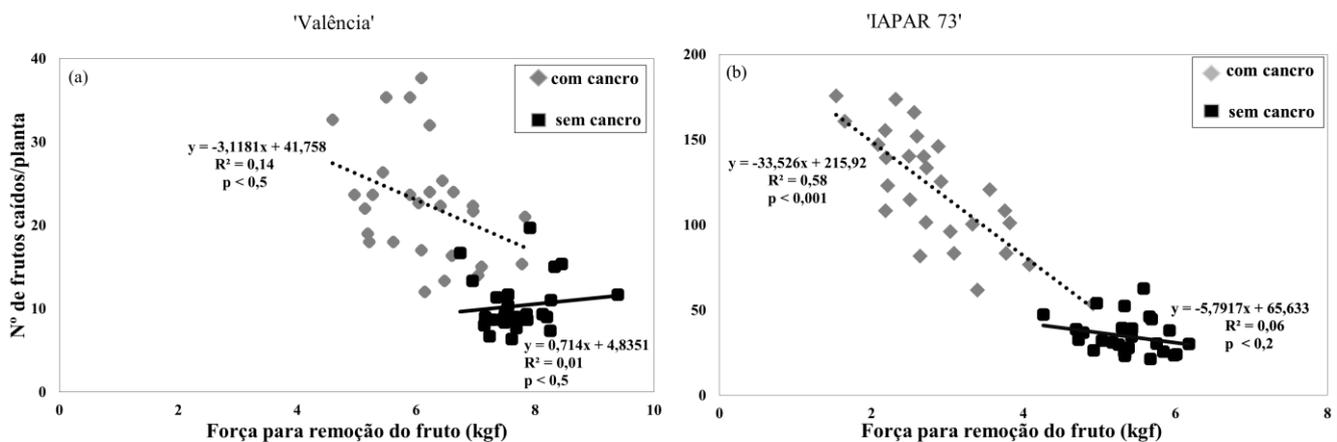


Figura 7. Relação entre força de remoção de frutos (kgf) e número de frutos caídos por planta, para variedade ‘IAPAR 73’ (a) com e sem cancro cítrico e variedade ‘Valência’(b), com e sem cancro cítrico. Linha pontilhada e reta representam o ajuste da regressão linear aos dados ($y = ax + b$).

3.4. Produtividade e perdas por cancro cítrico

Não houve diferença significativa de produtividade de plantas das variedades ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ submetidas aos diferentes tratamentos. As produtividades médias de plantas de laranja ‘Valencia’ e ‘IAPAR 73’ na testemunha foram de 100,0 e 36,3 kg, respectivamente, contra 117,8 e 46,3 kg na média das plantas que receberam tratamento com o regulador vegetal, respectivamente (Tabela 8; Figura 7). No entanto, para a variedade IAPAR 73, observou-se que a produção do tratamento com 32 mg de i.a./L aplicado em fevereiro, se destacou quando comparado com a testemunha, apresentando produtividade média de 57 kg/planta, enquanto a testemunha produziu 36 kg/planta (Figura 7 b).

Apesar de não ter ocorrido variação significativa de produtividade, foi possível observar menor perda de frutos por cancro cítrico nas plantas tratadas com 2,4-D. Para a variedade Valência foi observado efeito significativo da perda percentual de frutos por cancro cítrico apenas entre a média da testemunha e a médias dos tratamentos com 2,4-D (Tabela 9). A porcentagem média de perda de frutos na testemunha e dos demais tratamentos foi de 6,6 e

4,0%, respectivamente (Figura 8c). Para a variedade IAPAR 73, foi observado efeito significativo da época e dose de auxina na perda percentual de frutos por cancro cítrico (Tabela 9). A interação entre os fatores não foi significativa (Tabela 10). Plantas de ‘IAPAR 73’ tratadas com auxina exógena na dose de 32 mg de i.a./L apresentam o menor do percentual de perda de frutos por cancro. Este tratamento apresentou média de 12,5 % de perda de frutos por cancro, contra 26,7% da testemunha (Figura 8d).

Tabela 8. Análise de variância da produção de plantas de laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando a redução da quantidade de frutos caídos com sintomas de cancro cítrico.

Causas de variação	‘Valencia’		‘IAPAR 73’	
	F	P	F	P
Dose	0,33 NS	0,5726	1,03 NS	0,3223
Época	0,17 NS	0,8470	1,37 NS	0,2748
Interação dose e época	0,32 NS	0,7279	0,11 NS	0,8959
Testemunha ^a vs. tratamentos	0,57 NS	0,4578	0,85 NS	0,3683

* *F* significativo ($P \leq 0,05$). NS, *F* não significativo. Análise realizada após transformação ($\sqrt{(x + 0,5)}$) dos dados.

Tabela 9. Análise de variância da perda percentual de frutos por cancro cítrico em plantas de laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando a redução da quantidade de frutos caídos com sintomas da doença.

Causas de variação	‘Valencia’		‘IAPAR 73’	
	F	P	F	P
Dose	1,62 NS	0,2170	28,74*	< 0,0001
Época	1,24 NS	0,3087	5,35*	0,0133
Interação dose e época	1,62 NS	0,2208	0,44 NS	0,6525
Testemunha ^a vs. tratamentos	9,01*	0,0068	19,04*	< 0,0001

* *F* significativo ($P \leq 0,05$). NS, *F* não significativo. Análise realizada após transformação ($\sqrt{(x + 0,5)}$) dos dados.

Tabela 10. Comparação das médias do percentual de perda de frutos por cancro em plantas de laranja ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas.

Tratamentos	Época de aplicação ^a		
	Dose (mg i.a./L)	IQ	MC
<i>‘Valencia’</i>			
16	4,7 Aa ^b	4,5 Aa	4,1 Aa
32	2,6 Aa	5,0 Aa	3,4 Aa
<i>‘IAPAR 73’</i>			
16	20,7 Aa	24,9 Ab	20,9 Aab
32	12,5 Ba	18,5 Bb	14,8 Bab

^a IQ, época de aplicação baseado no início da queda de frutos por cancro cítrico, 222 e 186 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente na fase II do fruto, diâmetro de 50 mm; MC, época de aplicação baseado no início do amarelecimento da casca dos frutos, 319 e 247 dias após o pleno florescimento para a variedade ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’, respectivamente, na fase III do fruto, diâmetro de fruto 60 a 80 mm.

^b valores seguidos de mesma letra maiúsculas na coluna ou seguidos de mesma letra minúsculas na linha, separadamente para frutos com ou sem cancro cítrico, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Análise realizada após transformação ($\sqrt{x + 0,5}$) dos dados.

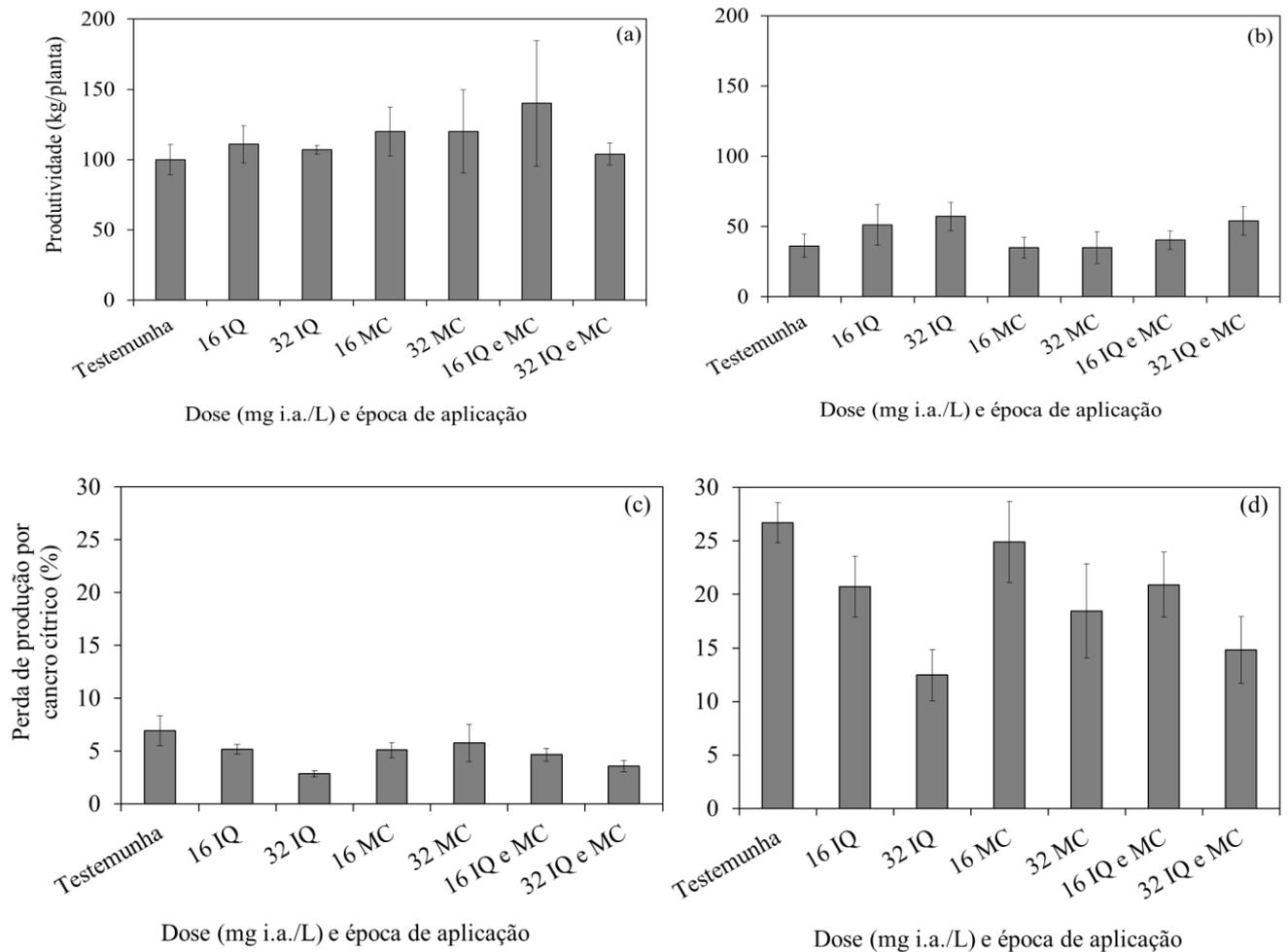


Figura 8. Produtividade de plantas de laranja ‘Valência’ (a) e ‘IAPAR 73’ (b) tratadas com duas doses de auxina sintética em diferentes épocas visando à redução da quantidade de frutos caídos com sintomas de cancro cítrico. Porcentagem de perda de frutos caídos com cancro cítrico em plantas de ‘Valência’ (c) e ‘IAPAR 73’ (d). IQ, início da queda de frutos com cancro cítrico e MC, mudança de cor da casca. Barras de erro indicam o erro da média.

3.5. Análise físico-química e de resíduo

A análise físico-química do suco extraído de frutos da variedade ‘Valência’ não apontou diferença entre os tratamentos. Ou seja, a aplicação de 2,4-D, independentemente da dose e épocas de aplicação, não influenciou nas características físico-químicas do suco extraído da fruta em relação aos frutos de plantas que não receberam a aplicação do regulador vegetal (Tabela 11).

A análise de resíduo, realizada em frutos da variedade ‘IAPAR 73’, revelou ausência de resíduo de 2,4-D no suco de laranja provenientes das plantas tratadas.

Tabela 11. Características físico-química do suco dos frutos colhidos de plantas da variedade ‘Valência’ submetidas a aplicação de auxina exógena em diferentes épocas e doses.

Tratamento (dose e época de aplicação)	Peso frutos ^a (g)	Peso suco ^b (g)	Suco ^c (%)	Acidez ^d (%)	SST ^e (°Brix)	Ratio ^f	Rendimento ^g (cx. /ton.)
Testemunha	221NS ^h	141NS	63,7 NS	0,7 NS	2,6 NS	13,0 NS	251,7 NS
16 IQ	221	139	62,8	0,74	2,6	13,6	240,1
32 IQ	210	131	62,5	0,88	2,6	12,3	254,2
16 MC	225	140	62,3	0,77	2,4	12,5	205,5
32 MC	207	131	63,2	0,85	2,7	12,3	245,7
16 IQ e MC	211	133	62,8	0,83	2,6	12,2	256,1
32 IQ e MC	206	128	62,1	0,84	2,5	12,2	257,0

^a Peso médio dos frutos, expresso em gramas, num total de 40 frutos coletados/amostra; ^b peso médio do suco; ^c proporção entre peso médio de suco e de fruto; ^d percentual de ácido cítrico anidro no suco; ^e SST, sólidos solúveis totais corresponde ao Brix que é a percentagem em peso de sacarose em uma solução pura de sacarose, que varia de acordo com a percentagem de ácido cítrico presente no suco analisado; ^f relação sólidos solúveis totais/acidez titulável; ^g dado pela % de suco x SSTBrix e ^h NS, diferença não significativa entre os tratamentos após análise de variância. IQ, início da queda de frutos com cancro cítrico e MC, mudança de cor da casca.

4. DISCUSSÃO

O cancro cítrico afetou significativamente a força de remoção dos frutos de ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’. A força para remoção de frutos com sintomas da variedade Valência foi aproximadamente 26,4% menor que a força de remoção dos frutos assintomáticos. Na variedade IAPAR 73, esta diferença foi de aproximadamente 55,1%. Para ambas as variedades a auxina exógena apresentou potencial para redução de queda de frutos com cancro cítrico. No entanto, o uso do regulador vegetal foi mais eficiente na dose de 32 mg/L aplicado no início da queda de frutos com cancro cítrico.

Apesar da redução significativa do número de frutos caídos com cancro cítrico ter sido observada para ambas as variedades, maiores reduções de queda prematura foram observadas para a variedade IAPAR 73. Para esta variedade o auxina exógena também resultou na redução da queda de frutos sem cancro cítrico, o que não foi observado para ‘Valência’. Isso se deve provavelmente a menor suscetibilidade desta variedade ao cancro cítrico e a maior força natural de remoção de frutos de ‘Valência’ em relação a ‘IAPAR 73’, observada neste estudo e também por Marti (2016). Enquanto que em frutos de ‘Valência’ com cancro cítrico a aplicação de auxina exógena aumentou em até 34% a força de remoção, em frutos de ‘IAPAR 73’ este aumento chegou a 58%. Esses resultados corroboram os de Medeiros et al. (2000), que demonstraram o retardo da queda de frutos maduros utilizando auxina exógena em ‘Hamlin’, variedade precoce, assim como a variedade IAPAR 73. Monelise (1979) reportou que as auxinas sintéticas têm sido utilizadas na pré-colheita para diminuir a abscisão das frutas, sendo que este regulador atua em todas as frutas cítricas principalmente em laranjas, porém, o mesmo autor ressalta que em determinadas condições climáticas a auxina sintética se torna ineficiente, principalmente na variedade ‘Valência’. Menegucci (2001) observou um aumento de 44% no número de frutos colhidos em plantas de ‘Lima Sorocaba’ tratadas com auxina exógena em comparação às plantas não tratadas. Da mesma forma, Negrisoli (2013), observou que a auxina exógena em concentrações de 20 mg/L, em duas épocas de tratamento, tamanho final do fruto e mudança da cor da casca, em laranjas doces da variedade ‘Natal’, foi suficiente para reduzir a queda prematura de frutos sadios. Assim como o presente estudo, este trabalho demonstrou a contribuição da aplicação de auxina exógena para a redução da queda de frutos.

O papel da auxina na retenção de frutos pode ser compreendido pela sua interferência na região entre o cálice e o fruto, onde este regulador atua inibindo a ação de enzimas como a poligalactorunase e celulase, responsáveis pelo aumento da concentração do etileno (Greenberg

et al., 1975), o qual é um regulador de crescimento que está diretamente ligado à queda prematura de frutos e folhas em diferentes espécies vegetais (Takahashi et al., 1995). A produção dessas enzimas ocorre devido a sensibilização das células na zona de abscisão, que produzem e secretam, rapidamente, celulase e poligalactorunase (Reid, 1995). Possivelmente as lesões de cancro, principalmente as maiores do que 5 mm, (Marti, 2016) estimulam a ação das enzimas citadas anteriormente e conseqüentemente a produção de etileno. Quando aplicada, a auxina inibe a ação da poligalactorunase e celulase, as quais inibem a produção de etileno, retardando a queda prematura dos frutos lesionados com cancro cítrico.

No mercado brasileiro há apenas um bioregulador registrado no Ministério da Agricultura para citros e outras culturas, porém com concentrações de auxinas muito menores (1.612 vezes) em relação ao produto utilizado no experimento, sendo necessário novas pesquisas para avaliar o custo-benefício da aplicação. Porém, nos Estados Unidos existem reguladores com teores menores de auxinas (apenas 1,83 vezes), que possuem registro para a cultura de citros como fixador de frutos (Vashisth & Burrow 2017). Outro fator de grande importância que deve ser mencionado é que em nenhuma das quatro amostras, inclusive de frutos com duas aplicações de auxina exógena na concentração de 32 mg de i.a./L, não foi encontrado resíduo do produto estudado. Estes resultados indicam a segurança toxicológica destes tratamentos e reforça a possibilidade de uso de auxina exógena em pomares com alta incidência de cancro em frutos para redução de produção. Adicionalmente não foi observada diferença nas características físico-químicas dos frutos de laranja ‘Valência’ submetidos aos diferentes tratamentos com auxina exógena em relação às plantas não tratadas com o regulador. Estes resultados corroboram com resultados obtidos por Coelho et al. (1978), que não evidenciou influência da aplicação de auxinas nos teores de sólidos solúveis totais, peso do suco e *ratio*.

As produtividades obtidas nos dois experimentos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ou em relação a testemunha. Isso pode ter ocorrido pela variabilidade de produtividade das plantas normalmente observadas no pomar e também pelo fato do porcentual de frutos com lesões com potencial de provocar queda prematura, ou seja, frutos com lesões grandes e próximas ao pedúnculo (Marti, 2016), não ter sido suficiente para impactar a produtividade.

As medidas de manejo do cancro cítrico têm como objetivo prevenir a infecção de frutos e folhas. No entanto, em algumas situações de alta favorabilidade climática e maior suscetibilidade da variedade à doença, é comum a ocorrência de incidências significativas de frutos sintomáticos no pomar mesmo após a aplicação ou utilização das medidas de controle

preconizadas. Nessa situação, uma das formas de reduzir perdas é a antecipar a colheita (Marti, 2016). Devido à complexidade do operacional da colheita, pode ocorrer a queda prematura destes frutos lesionados e segundo Marti (2016), frutos sintomáticos podem cair quando ainda estão imaturos. De acordo com os resultados deste trabalho, a aplicação de auxina exógena em momento estratégico em pomares com incidência de cancro cítrico em frutos demonstrou ser uma alternativa eficaz para reduzir perdas de produtividade em função da doença. Porém, é importante ressaltar que, em pomares sem cancro cítrico o uso indiscriminado de auxina exógena pode ser desvantajoso por aumentar demasiadamente e desnecessariamente a força de retenção dos frutos na planta e desta forma, provocar redução do rendimento de colheita por levar à dificuldades para retirada do frutos da planta pelo colhedor, colheita de frutos com pedúnculo, quebra de galhos, etc. Atualmente a auxina exógena não está registrada para uso na cultura dos citros no Brasil. No entanto, este trabalho apresenta informações relevantes tanto sobre a eficácia na contenção de perdas em função do cancro cítrico como sobre a qualidade e segurança alimentar do suco de frutos provenientes de plantas tratadas com o regulador. Estes resultados servem de subsídios a estudos complementares necessários ao registro da auxina exógena para a cultura dos citros.

5. CONCLUSÃO

O cancro cítrico interfere na força de remoção de frutos.

A auxina exógena reduz a queda prematura de frutos com cancro cítrico.

A auxina exógena tem maior potencial de reduzir perdas de frutos por cancro cítrico para variedade 'IAPAR 73' em relação à 'Valencia'.

O uso de auxina exógena na dose e épocas testadas não altera as propriedades físico-químicas do suco e não gera resíduos do regulador vegetal no fruto colhido.

REFERÊNCIAS

- Agustí, M., Almela, V. 1991. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos Editorial. 169 p.
- Almeida, M.M. de C. 2013. Suco concentrado de laranja e seus subprodutos. 44 f. **Estágio Supervisionado**. Campo Mourão, PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Anthony, M.F., Coggins Júnior, C.W. 1999. The efficacy of five forms of 2,4-D to control pheharvest fruit drop in citrus. **Scientia Horticulturae** 81:267-77.
- Barbosa, J.C., Gimenes-Fernandes N., Massari, C.A., Ayres, J.C. 2001. Incidência e distribuição de cancro cítrico em pomares comerciaisdo Estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologia** 27:30-35.
- Barbosa, J.C., Maldonado Júnior, W. 2009. **AgroEstat versão 1.0 - Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP.
- Behlau, F., Belasque Junior, J. 2014. **Cancro cítrico: a doença e seu controle**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura. 82 p.
- Behlau, F., Belasque Junior, J., Bergamin, A.F., Graham, J.H., Leite Junior, R.P., Gottwald, T.R. 2008. Copper sprays and windbreaks for control of citrus canker on young orange trees in southern Brazil. **Crop Protection** 27:807-813.
- Behlau, F., Belasque Junior, J., Graham, J.H., Leite Junior, R.P. 2010. Effect of frequency of copper applications on control of citrus canker and the yield of young bearing sweet orange trees. **Crop Protection** 29:300-305.
- Behlau, F., Fonseca, A.E., Belasque Junior, J. 2016. A comprehensive analysis of the citrus eradication program in São Paulo State from 1999 to 2009. **Plant Pathology**. No prelo. Doi: 10.1111/ppa.12503.
- Brasil. Instrução Normativa nº 37, de 05 de setembro de 2016. **Diário Oficial da União**. 06 de setembro 2017 – Seção 1. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=06/09/2016>> Acesso em: 07 jun. 2017.
- Cavalcanti, C.L., Gonçalves, V.B., Valença, A.M.G., Vieira, R.K.A., Cavalcanti, A.L. 2006. Determinação dos sólidos solúveis totais (OBrix) e pH em bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados da UFPB. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada** 6(1):5764.
- Cividanes, F.J., Carvalho, D.R. 2000. Uso de graus-dia para a previsão de ocorrência de ninfas e adultos de *Piezodorus guildinii* (West.) (Heteroptera: Pentatomidae) em soja. **Anais da Sociedade Brasileira de Entomologia** 29(2):269-275.

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

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

Dalla Pria, M., Christiano, R.C.S., Furtado, E.L., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2006. Effect of temperature and leaf wetness duration on infection of sweet oranges by Asiatic citrus canker. **Plant Pathology** 55:657-663.

El-Otmani, M., Barek, A.A., Coggins Junior, C.W. 1990. GA3 and 2,4-D prolong on tree storage of citrus in Morocco. **Scientia Horticulturae** 44:241-249.

Gottwald, T.R., Timmer, L.W. 1995. The efficacy of windbreaks in reducing the spread of citrus canker caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. **Phytopathologica** 78:739-745.

Graham, J.H., Gottwald, T.R., Civerolo, E.L., McGuire, R.G. 1989. Population dynamics and survival of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in soil in citrus nurseries in Maryland and Argentina. **Plant Disease** 73:423-427.

Graham, J.H., Dewdney, M.M., Myers, M.E. 2010. Streptomycin and copper formulations for control of citrus canker on grapefruit. **Proc. Florida State Horticultural Society** 123:92– 99.

Graham, J.H., Dewdney, M.M., Yonce, H.D. 2011. Comparison of copper formulations for control of citrus canker on ‘Hamlin’ Orange. **Proc. Florida State Horticultural Society** 124:79-84.

Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D., Bruce, M.A. 1992. Susceptibility of citrus fruit to citrus bacterial spot and citrus canker. **Phytopathology** 82:452–457.

Graham, J.H., Myers, M.E. 2013. Integration of soil applied neonicotinoid insecticides and acibenzolar-S-methyl for systemic acquired resistance (SAR) control of citrus canker on young citrus trees. **Crop Protection** 54:239-243.

Greenberg, R., Goren, R., Riov, J. 1975. **The role of cellulase and polygalacturonase in abscission of young and mature shamouti orange fruits**. Rehovot, Israel: Department of Horticulture. The Hebrew University of Jerusalem.

Jesus Junior, W.C., Belasque Junior, J., Amorim, L., Christiano, R.S., Parra, J.R.P., Bergamin, F. 2006. Injuries caused by Citrus Leafminer (*Phyllocnistis citrella*) exacerbate citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) infection. **Fitopatologia Brasileira** 31:277-283

Leite Junior, R.P. 1990. Cancro cítrico: prevenção e controle no Paraná. Londrina, PR: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. **Circular técnica** 61. 51 p.

Leite Junior, R.P., Mohan, S.K. 1990. Integrated management of the citrus bacterial caker disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in the State of Paraná, Brazil. **Crop Protection** (9):3-7.

- Marti, W. 2016. Características de lesões de cancro cítrico associadas à queda prematura de frutos de laranja. 35 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Medeiros, E.C., Siqueira, D.L., Salomão, L.C.C., Neves, J.C.L., Pereira, W.E. 2000. Uso de 2,4-D e GA3 no controle da queda natural de laranja 'Hamilin'. **Revista Ceres** 47(271):287-301.
- Menegucci, J.L.P., Amaral, A.M., Sobrinho, F.S., Souza, M. 2001. Efeito do GA3 e 2,4-D 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.
- Negrisoni, E.F. 2013. Uso de Regulador Vegetal 2,4-D visando retenção de frutos em laranjeiras afetadas por mancha preta dos citros. 36 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Pio, R.M., Figueiredo, J.O., Stuchi, E.S., Cardoso, S.A.B. 2005. Variedades copas. In: Mattos Junior, D., Negri, J.D., Pio, M.R., Pompeu Junior, J. (ED.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 39-60.
- Reid, M. S. 1995. Ethylene in plant growth, development, and senescence. In: Davies, P.J. (Ed.). **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic. cap. G2. p. 486-508.
- Scapin, M.S., Behlau, F., Scandelai, L.H.M, Fernandes, R.S., Silva Junior, G.J., Ramos, H.H. 2015. Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. **Crop Protection** 77:119-126
- Silva, J.A.A., Donadio, L.C.S. 1997. Reguladores vegetais na citricultura. In:_____. **Boletim Citrícola**. UNEP/FUNEP/EECB. p. 5. v.3.
- Spiegel-Roy, P. Goldschmidt, E.E. 1996. **Reproductive physiology**: flowering and fruiting. In:____. **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 70-125.
- Takahashi, Y., Ishida, S., Agata, T. 1995. Auxinregulated genes. **Plant and Cell Physiology** 36(3):383-390.
- Timmer, L.W., Garnsey, S.M., Graham, J. H. 2000. **Compendium of citrus diseases**. St. Paul: APS Press. 80 p.
- Tazima, Z.H., Leite Júnior, R.P. 2000. IAPAR-73: Nova cultivar precoce de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) para o Estado do Paraná. Anais. **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 16. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 2000. CD-ROM.
- Vargas, R.G., Gonçalves-Zuliani, A.M.O., Croce Filho, J., Carvalho, S.A., Nocchi, P.T.R., Nunes, W.M.C. 2013. Avaliação da resistência de variedades de *Citrus* spp. à *Xanthomonas citri* subsp. *citri* na região Noroeste Paranaense, em condições de campo. **Summa Phytopathologica** 4(39):235-241.

Vashisth, T., Burrow, J.D. 2017. Quick Reference Guide for Plant Growth Regulators (PGR) in Florida Citrus Production. **IFAS Extension University of Florida**. Disponível em: <<https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS128400.pdf>>. Acesso em: fev. 2017.