

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

**AUXINAS COMO RALEANTES QUÍMICOS PARA TANGERINEIRAS (*Citrus  
deliciosa* Tenore) cv. RAINHA**

Gerson Nestor Boettcher  
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia  
Ênfase Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil  
Agosto de 2016

### CIP - Catalogação na Publicação

Boettcher, Gerson Nestor  
AUXINAS COMO RALEANTES QUÍMICOS PARA  
TANGERINEIRAS (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. RAINHA /  
Gerson Nestor Boettcher. -- 2016.  
128 f.

Orientador: Sergio Francisco Schwarz.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa  
de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,  
2016.

1. *Citrus deliciosa*. 2. Fitorreguladores. 3.  
Auxinas. 4. Tangerineiras. I. Schwarz, Sergio  
Francisco, orient. II. Título.

GERSON NESTOR BOETTCHER  
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

## **DISSERTAÇÃO**

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### **MESTRE EM FITOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 31.08.2016  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 04.07.2017  
Por

SERGIO FRANCISCO SCHWARZ  
Orientador - PPG Fitotecnia

CHRISTIAN BREDEMEIER  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN  
PPG Fitotecnia/UFRGS

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA  
PPG Fitotecnia/UFRGS

SAMUEL CORDEIRO VITOR MARTINS  
Faculdade de Agronomia/UFRGS

CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia

## Agradecimentos

À minha família pelo apoio incondicional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, e a Faculdade de Agronomia da UFRGS, pela oportunidade concedida.

Ao meu orientador professor Sergio Francisco Schwarz, pela amizade, convivência, experiência, paciência e conhecimentos compartilhados.

Aos professores do curso de Pós-Graduação, pela contribuição na minha formação na área de fruticultura.

À citrícola Master Citrus pela concessão da área experimental, estrutura de apoio e manejo do pomar. Ao gerente Flávio Fagundes pela presteza, e em especial ao proprietário Márcio Mello, por ter acreditado na proposta de trabalho.

Aos pesquisadores do INIA Salto Grande – Uruguai, Álvaro Otero e Carmen Goñi, pela receptividade, presteza e disponibilidade de informações.

A todos os bolsistas e colegas de pós-graduação que participaram da implantação, condução e coleta de dados deste experimento, em especial a Ana Levandoski, Ângelo Lopes, Aquélis Emer, Bruno Muñoz, Fernanda Varela, Gustavo Almeida, Henrique Petry, Jairo Silveira, Leonardo Schneider, Manuela Sulzbach, Moisés Pfluck, Pedro Veit, Ricardo Bennetti (Caco), Rodrigo Braga, Sabrina Griebeler, pela participação ativa em diversas fases deste experimento.

Ao colega, dos tempos de graduação, Mateus Gonzatto, pelo auxílio no delineamento e na análise estatística.

Ao Departamento de Horticultura e Silvicultura, em especial aos sevidores Antônio, Detamar e Cleusa. À secretária do PPG-Fitotecnia, Marisa, pela solicitude aos alunos.

Aos colegas de pós-graduação, em especial ao pessoal da ‘Salinha’, pelos bons momentos compartilhados.

A todas as pessoas que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

# AUXINAS COMO RALEANTES QUÍMICOS PARA TANGERINEIRAS (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. RAINHA<sup>1</sup>

Autor: Gerson Nestor Boettcher

Orientador: Sergio Francisco Schwarz

## RESUMO

O emprego de fitorreguladores sintéticos é uma prática usual no cenário da agricultura em nível mundial, chegando a ser um fator decisivo de produção, produtividade e qualidade. As auxinas sintéticas, produzem efeitos análogos aos hormônios vegetais, sendo denominadas de fitorreguladores ou reguladores de crescimento vegetal. O tipo e concentração das auxinas têm influência sobre os resultados. O objetivo deste trabalho é apresentar as auxinas sintéticas 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) e 3,5,6-TPA (éster 3,5,6-tricloro-2-piridil-oxiacético), sua ação e resultados, sobre o raleio químico em tangerineiras 'Rainha' (*Citrus deliciosa* Tenore), enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. As avaliações foram realizadas nas safras de 2012/2013 e 2013/2014, em um pomar comercial localizado em Montenegro-RS, sobre plantas com 5 anos de idade, numa densidade de 833 plantas.ha<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com quatro repetições, quatro plantas por parcela e duas plantas de bordadura entre as plantas úteis ao longo da linha de plantio, arranjados em fatorial hierárquico (2 produtos × 4 doses) com dois tratamentos adicionais (Testemunha + Raleio Manual) (2 × 4 + 2): Testemunha (sem raleio); Raleio Manual (RM); 3,5,6-TPA BEE: 5, 10, 20 e 40 mg.L<sup>-1</sup>; 2,4-D: 20, 40, 80 e 160 mg.L<sup>-1</sup>. As aplicações dos fitorreguladores foram realizadas na fase da plena queda fisiológica (mês de novembro). Na segunda safra foram reavaliados sobre as mesmas plantas os tratamentos Testemunha, RM, 3,5,6-TPA BEE 5 mg.L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg.L<sup>-1</sup>. Avaliações de parâmetros quantitativos e qualitativos dos frutos foram realizadas, nas quais os tratamentos 3,5,6-TPA 5 mg.L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg.L<sup>-1</sup> tiveram destaque. Juntamente com o RM, estes tratamentos proporcionaram efetivo raleio dos frutos, com ausência de fitotoxidez às plantas. A partir da comparação entre os dois períodos verificou-se que não houve diferenças nas porcentagens dos parâmetros qualitativos, entre os tratamentos e entre os anos, na análise de contrastes. A utilização das auxinas sintéticas como ferramenta de manejo no raleio químico demonstrou ser uma promissora alternativa ao raleio manual de bergamoteiras.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (128 f.) Agosto, 2016.

**AUXINS AS CHEMICAL THINNING TO ‘RAINHA’ MANDARIN**  
**(*Citrus deliciosa* Tenore)<sup>2</sup>**

Author: Gerson Nestor Boettcher  
Advisor: Sergio Francisco Schwarz

**ABSTRACT**

The use of synthetic plant growth regulators is a usual practice in the agriculture scenario worldwide becoming a decisive factor of production, productivity and quality. Synthetic auxins have similar effects to plant hormones being referred to as plant growth regulators. The aim of this paper is to present the synthetic auxin 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) and 3,5,6-TPA (3,5,6-trichloro-2-pyridinyloxy-acetic acid [Triclopyr BEE]), their action and results in chemical thinning in ‘Rainha’ mandarin trees (*Citrus deliciosa* Tenore), grafted on *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. The evaluations were carried out on the crops of 2012/2013 and 2013/2014, in a commercial orchard located in Montenegro-RS, the plants were 5 years old, with a density of 833 plants.ha<sup>-1</sup>. The experimental design was performed randomized blocks with four replications, four plants per plot and two boundary plants between the useful plants along the row, arranged in hierarchical factorial (2 products × 4 doses) with two additional treatments (control + manual thinning) (2 × 4 + 2): Control (without thinning); Manual Thinning (MT); 3,5,6-TPA BEE: 5, 10, 20 and 40 mg.L<sup>-1</sup>; 2,4-D: 20, 40, 80 and 160 mg.L<sup>-1</sup>. Application of plant growth regulators was accomplished at the fully physiological fall stage. In the second harvest were reevaluated on the same Control treatments plants, MT, 3,5,6-TPA BEE 5 mg.L<sup>-1</sup> and 2,4-D 20 mg.L<sup>-1</sup>. Evaluation of quantitative and qualitative fruit parameters was performed in which, 3,5,6-TPA BEE 5 mg.L<sup>-1</sup> and 2,4-D and 20 mg.L<sup>-1</sup> treatments were highlighted. Along with MT these treatments provided effective fruit thinning with absence of phytotoxicity to the plants. From the comparison between the two periods it was not found differences in the percentages of the qualitative parameters, between parameters and between years, in contrasts analysis. The use of synthetic auxins as a management tool in chemical thinning has show to be a alternative to mandarin manual thinning.

---

<sup>2</sup> Master of Science dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (128 p.) August, 2016.

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	03
2.1 Importância econômica da citricultura e das tangerineiras.....	03
2.2 Cultivares copa de importância para este trabalho.....	06
2.2.1 Tangerina ‘Montenegrina’ ( <i>Citrus deliciosa</i> Ten.).....	06
2.2.2 Tangerina ‘Rainha’ ( <i>Citrus deliciosa</i> Ten.).....	07
2.3 Desenvolvimento do fruto.....	07
2.3.1 Fatores determinantes do desenvolvimento.....	09
2.3.1.1 Abscisão.....	09
2.3.1.2 Regulação do crescimento e desenvolvimento do fruto.....	11
2.4 Alternância de produção.....	12
2.4.1 Técnicas usadas para aumentar o tamanho dos frutos e/ou contornar os problemas de alternância de produção.....	13
2.4.1.1 Anelamento.....	14
2.4.1.2 Poda.....	14
2.4.1.3 Raleio manual.....	16
2.4.1.4 Raleio químico.....	20
2.5 Raleio químico em tangerineira ‘Montenegrina’ .....	25
2.6 Uso de auxinas no raleio químico de citros.....	27
2.6.1 2,4-D.....	29
2.6.2 3,5,6-TPA.....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1 Localização.....	38
3.2 Material.....	38
3.3 Tratamentos.....	39
3.3.1 Primeiro ano (Safrá 2012/2013) .....	39
3.3.2 Reavaliação dos melhores tratamentos (Safrá 2013/2014).....	40
3.4 Delineamento experimental.....	41
3.5 Avaliações.....	42
3.5.1 Primeiro ano (Safrá 2012/2013) .....	42
3.5.2 Segundo ano (Safrá 2013/2014) .....	43
3.5.3 Avaliações qualitativas dos frutos.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 Primeira Safrá (2012/2013) .....	48

	Página
4.1.1 Efeito dos tratamentos sobre a abscisão dos frutos jovens.....	48
4.1.2 Fitotoxidez nas plantas.....	54
4.1.3 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade dos frutos.....	62
4.1.3.1 Efeito dos tratamentos sobre o tamanho dos frutos.....	62
4.1.3.2 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade do suco e cor da casca.....	71
4.1.4 Efeito dos tratamentos sobre o florescimento e brotações.....	85
4.1.5 Melhores tratamentos da primeira safra.....	92
4.2 Reavaliação dos melhores tratamentos (Safra 2013/2014) .....	94
4.2.1 Efeito sobre o tamanho dos frutos.....	94
4.2.2 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade do suco e cor da casca.....	96
5 CONCLUSÕES.....	101
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
7 APÊNDICES.....	111

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para a abscisão de frutos jovens da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico. (5, 10, 20 e 40 mg L <sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA BEE e 20, 40, 80 e 160 mg L <sup>-1</sup> de 2,4-D). Montenegro – RS, 2012-2013	51
2. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para fitotoxidez em tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico. Montenegro – RS, março de 2013.....	55
3. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para diâmetro dos frutos (D) e massa de frutos (M), da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico e manual. Agosto de 2013, Montenegro – RS.....	62
4. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para conteúdo de suco (CS), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM), índice de cor de casca (ICC), cromaticidade (C*) e ângulo de cor (h°) dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico e manual. Agosto de 2013, Montenegro – RS	73
5. Probabilidades de significância da análise de variância para a massa de frutos (M) e diâmetro de frutos (D) da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico com 3,5,6-TPA 5 mg L <sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L <sup>-1</sup> . Montenegro – RS, safras 2012-2013 e 2013-2014.....	95
6. Probabilidades de significância da análise de variância para o conteúdo de suco (CS), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e índice de maturação (IM) dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’, submetida a tratamentos de raleio químico com 3,5,6-TPA 5 mg L <sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L <sup>-1</sup> . Montenegro – RS, safras 2012-2013 e 2013-2014.....	99
7. Probabilidades de significância da análise de variância para o índice de cor de casca (ICC), cromaticidade (C*) e ângulo de cor (h°) dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’, submetida a tratamentos de raleio químico com 3,5,6-TPA 5 mg L <sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L <sup>-1</sup> . Montenegro – RS, safras 2012-2013 e 2013-2014.....	100

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Escala de notas 0 (a), 1 (b), 2 (c) e 3 (d), atribuídas na avaliação das plantas de tangerineira ‘BRS Rainha’, tratadas com as auxinas 3,5,6-TPA (5, 10, 20 e 40 mg L <sup>-1</sup> ) e 2,4-D (20, 40, 80 e 160 mg L <sup>-1</sup> ), na data de 17 de março de 2013, Montenegro – RS, 2012-2013.....	44
2. Escala de cores para a casca de frutos cítricos com os respectivos valores do índice de cor (extraído de Spósito <i>et al.</i> , 2006).....	47
3. Comportamento da abscisão de frutos jovens de tangerineira ‘BRS Rainha’ ao longo do tempo (a), ressaltando os 25 e 39 DAIQFJ (b), em função das diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE e 2,4-D aplicadas durante a queda de frutos jovens, Montenegro - RS, 2012. (DAIQFJ, Dias após o início da queda fisiológica de frutos jovens; ****, $P < 0,0001$ referente ao contraste ortogonal que compara a testemunha com os outros tratamentos; A seta em (a) indica a data da pulverização dos raleantes químicos).....	49
4. Comportamento da abscisão de frutos jovens e DAIQFJ que se estabilizaram as taxas de abscisão de tangerineira ‘BRS Rainha’ em função das diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (a) e 2,4-D (b) aplicadas durante a queda de frutos jovens, Montenegro - RS, 2012.....	50
5. Fitotoxidez observada em árvores de ‘BRS Rainha’ submetidas a aplicações de diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (a) e 2,4-D (b) durante a queda fisiológica de frutos jovens (novembro de 2012). Montenegro, RS, março de 2013. Não foi observada fitotoxidez nas plantas sobre raleio manual (RM).....	56
6. (a) Frequência de árvores com florescimento extemporâneo em março de 2013 (F <sub>e</sub> ); (b) massa e (c) número de frutos colhidos extemporaneamente (M <sub>e</sub> e N <sub>fe</sub> , respectivamente <sup>(1)</sup> ) sobre tangerineiras ‘BRS Rainha’ em função da aplicação de diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE. Montenegro – RS.....	60
7. Florescimento extemporâneo de plantas de tangerineira ‘BRS Rainha’, tratadas com a auxina 3,5,6-TPA na concentração de 40 mg L <sup>-1</sup> , em 17 de março de 2013, Montenegro – RS, 2012-2013.....	61
8. Comportamento da produção de frutos (M, -) e do diâmetro de frutos (D, -) em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (a) e de 2,4-D (b). Agosto de 2013, Montenegro – RS. (RM: M = 21,3 ± 3,6 kg árvore <sup>-1</sup> ; D = 66,3 ± 1,3 mm).....	65

	Página
9. Frequência dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’ em diferentes classes de diâmetro (< 57 mm, 57 a 67 mm, 67 a 77 mm e > 77 mm) em função de diferentes tratamentos de raleio químico (concentrações de 3,5,6-TPA BEE e de 2,4-D) e manual. Agosto de 2013, Montenegro – RS.....	67
10. Frequência (a) de frutos deformados (b) em tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a pulverização de 3,5,6-TPA BEE durante a queda de frutos jovens. Agosto de 2013, Montenegro – RS.....	70
11. Comportamento (a) do conteúdo de suco (CS), (b) sólidos solúveis (SS), (c) acidez titulável (AT) e (d) índice de maturação (IM) da tangerineira ‘BRS Rainha’ em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (RM, Raleio Manual, média ± desvio padrão). Agosto de 2013, Montenegro – RS.....	74
12. Comportamento (a) do conteúdo de suco (CS), (b) sólidos solúveis (SS), (c) acidez titulável (AT) e (d) índice de maturação (IM) da tangerineira ‘BRS Rainha’ em relação a diferentes concentrações de 2,4-D (RM, Raleio Manual, média ± desvio padrão). Agosto de 2013, Montenegro – RS.....	75
13. Comportamento do índice de cor dos citros (ICC), do ângulo de cor ( $h^\circ$ ) e da cromaticidade ( $C^*$ ) da casca dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’ em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA e de 2,4-D (RM, Raleio Manual, média ± desvio padrão). Agosto de 2013, Montenegro – RS.....	83
14. Florescimento (a, b); brotação (c,d); frequência de brotos vegetativos (V), florais (F) e mistos (M) (e,f); e frequência de brotações mistas com 2 ou mais folhas e 1 flor ( $BM \geq 2-1$ ) e com 5 ou mais folhas e 1 flor ( $BM \geq 5-1$ ) (g, h) no dossel de ‘BRS Rainha’ em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE e de 2,4-D (aplicadas em novembro de 2012). Setembro de 2013, Montenegro – RS.....	86
15. Frutos de tangerineira ‘BRS Rainha’ de árvores sem uso de raleio (a), com uso de raleio manual (b), raleio com 3,5,6-TPA BEE $5 \text{ mg L}^{-1}$ (c) e raleio com 2,4-D $20 \text{ mg L}^{-1}$ (d), em comparação com frutos deformados (e) por aplicação de concentrações excessivas de 3,5,6 TPA BEE ( $\geq 10 \text{ mg L}^{-1}$ ). Agosto de 2013, Montenegro – RS.....	93
16. Frequência da distribuição de calibre de frutos colhidos em 2012/2013 e 2013/2014 em plantas de tangerineira ‘Rainha’ submetidas a aplicações de raleio químico com 3,5,6-TPA BEE $5 \text{ mg L}^{-1}$ , 2,4-D $20 \text{ mg L}^{-1}$ , durante a queda de frutos jovens, e raleio manual. Montenegro, RS. 2013.....	97

## RELAÇÃO DE SÍMBOLOS

A	Componente verde/vermelho da cor.
ANA	Ácido naftalenoacético.
ANOVA	Análise de variância.
AT	Acidez titulável, em % equivalente ácido cítrico.
B	Componente azul/amarelo da cor.
BEE	Éster-butóxietílico.
BF	Brotações florais.
BM	Brotações mistas (folhas + flores).
BV	Brotações vegetativas.
C*	Cromaticidade.
CS	Concentração de suco, em porcentagem (%)
DAA	Dias após a aplicação
DAIQFJ	Dias após o início da queda fisiológica de frutos jovens.
D <sub>f</sub>	Diâmetro de frutos, em mm.
DAPF	Dias após a plena floração.
2,4-D	Ácido 2,4-diclorofenoacético.
2,4-DP	Ácido 2,4-diclorofenoxipropiônico.
2,4,5-T	Ácido 2,4,5-triclorofenoxilacético.
2,4,5-TP	Ácido 2 (2,4,5-tricloro-fenoxil) propiônico.
h°	Ângulo de cor.

ICC	Índice de cor da casca.
IM	Índice de maturação.
Kg	Quilogramas.
<i>L</i>	Luminosidade da cor.
m <sup>2</sup>	Metro quadrado.
mg L <sup>-1</sup>	Miligramas por litro.
ml	Mililitros.
mm	Milímetros.
M	Massa de frutos, em gramas.
N <sub>f</sub>	Número de frutos.
RM	Raleio manual.
RQ	Raleio químico
SS	Sólidos solúveis.
T	Testemunha.
UR%	Umidade relativa
3,5,6-TPA	Ácido 3,5,6-tricloro-2-piridil-oxiacético.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de frutas cítricas encontra-se dispersa por todos os continentes do mundo, concentrando as principais áreas de produção entre 20° e 40° de latitude, estando inclusas nesta faixa grande parte das áreas produtivas do Brasil.

A citricultura é o principal cultivo frutícola mundial com uma produção de cerca de 135,2 milhões de toneladas em 2013, sendo o Brasil responsável por 14,6% desta produção, com aproximadamente 19,7 milhões de toneladas (FAO, 2015).

As tangerineiras são responsáveis por cerca de 21% (28,6 milhões de toneladas) do total de produção de citros no mundo, 0,7% (938 mil toneladas) no Brasil (FAO, 2015). O Rio Grande do Sul foi responsável, em 2013, por 26,3% da área cultivada e 17,3% da produção nacional (3° produtor), em uma área cultivada com tangerineiras de 13.327 hectares, onde foram produzidas 161.921 toneladas da fruta (IBGE, 2016).

As perspectivas para o incremento da citricultura no Rio Grande do Sul são favoráveis, pois ainda existem grandes áreas com clima e solos aptos para produção de frutas de excelente qualidade (em termos de cor e características físico-químicas), um amplo parque industrial de sucos estabelecido, e um sólido mercado interno de frutas de mesa, além de um grande mercado nacional potencial para o consumo de tangerinas. A exceção são os crescentes custos de produção, e principalmente a mão de obra, que são os maiores impeditivos à expansão das áreas de cultivo.

O comércio de frutas *in natura* apresenta uma maior rentabilidade, em função do maior valor agregado que alcança na comercialização, e o calibre do fruto é um dos

principais fatores de qualidade mensurados pelo mercado, dado que os consumidores preferem os frutos de maior calibre. A importância deste fator de qualidade depende do mercado ao qual se destina a fruta, e é uma particularidade do mercado interno brasileiro. A remuneração paga pela fruta de pequeno calibre é sempre inferior a que se paga pela fruta de grande calibre, e em alguns casos, deixando de ser aceita no mercado, independentemente do preço. A produção dos frutos de baixo calibre é, na sua grande maioria, destinada para a indústria de beneficiamento de sucos, sendo uma renda complementar à venda *in natura*.

Para que a citricultura de frutas *in natura* seja competitiva, é necessário que a percentagem de frutas de pequeno calibre seja muito baixa. Daí o elevado número de trabalhos de pesquisa que têm sido realizados para desenvolver e adaptar técnicas que permitam aumentar o calibre do fruto.

A principal cultivar de tangerina comercializada no Rio Grande do Sul é a 'Montenegrina', a qual apresenta boa qualidade de fruto e maturação tardia, tendo grande aceitação no mercado interno. Porém esta cultivar apresenta a característica de alternância de produção, que se caracteriza por uma excessiva produção num ano, apresentando frutos de baixa qualidade, e baixa ou nenhuma produção no ano seguinte, persistindo sucessivamente esse ciclo bienal. Sendo o raleio de frutos uma alternativa para acabar ou reduzir estes defeitos.

Este trabalho foi conduzido com a finalidade de analisar a utilização de auxinas sintéticas no controle da alternância e na produção de frutos de boa qualidade da tangerineira 'Rainha' (um clone de 'Montenegrina'), testando-se os efeitos das aplicações foliares de 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) e 3,5,6-TPA (3,5,6-tricloro-2-isopiridiloxiacético) em diferentes concentrações, visando o raleio de frutos a fim de melhorar a qualidade dos frutos produzidos e evitar a alternância de produção.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Importância econômica da citricultura e das tangerineiras**

No ano de 2013, a produção mundial de cítricos foi de mais de 135,2 milhões de toneladas, sendo 71,4 milhões de toneladas de laranjas e 28,6 milhões de toneladas de tangerinas. A China destacou-se como o maior produtor, com 24% (32,6 milhões de toneladas) da produção mundial de citros, sendo 52,9% (15,2 milhões de toneladas) da produção mundial de tangerinas, possuindo 31,3% (3 milhões de ha) da área de citros cultivada no mundo, 72,3% (2,1 milhões de ha) da área mundial de tangerineiras. Na sequência vem o Brasil, com 14,5% (19,7 milhões de toneladas) da produção mundial de citros, em 8,3% (803 mil ha) da área mundial, os Estados Unidos em terceiro com 7,4% da produção em 3,3% da área, o México em quarto com 5,6% da produção em 5,8% da área, e o quinto maior produtor mundial foi a Espanha, com 4,7% distribuídas em 3,2% da área de citros do mundo. Comparativamente, a China produz um volume de tangerinas 16 vezes maior que o Brasil (FAO, 2015).

No hemisfério norte destaca-se os Estados Unidos, como segundo maior produtor de citros. Mas em se tratando de tangerinas, após a China, destacam-se a Espanha, como segundo maior produtor (2,2 milhões de toneladas), respondendo por 7,7% da produção mundial desta fruta, possuindo a maior área de citros da região do Mediterrâneo (307.900 hectares) e 3,2% da área de citros cultivada no mundo; seguida pela Turquia, que produz 942 mil toneladas de tangerinas (3,3% da produção e 1,34% da área mundial com

tangerineiras). O Japão, quarto maior produtor de tangerinas do hemisfério, responde por 896 mil toneladas (3,1% da produção e 1,5% da área mundial com tangerineiras) (FAO, 2015).

No hemisfério sul, o Brasil é o maior produtor de tangerinas, respondendo por 3,3% da produção (937,8 mil toneladas) e 1,7% da área (50.672 hectares) de tangerineiras do mundo. A Argentina e a África do Sul aparecem em segundo e terceiro lugares, com 1,4% e 0,5% da produção mundial de tangerinas, distribuídas em 1,4% e 0,19% da área total de tangerineiras, respectivamente.

No Brasil, os principais estados produtores de tangerinas no ano de 2013 foram São Paulo com 323.321 toneladas (34,5% da produção nacional), seguido pelo Paraná com 166.379 toneladas (17,8%), Rio Grande do Sul com 161.921 toneladas (17,3%) e Minas Gerais, com 147.332 toneladas (15,7%), que juntos responderam por 85,3% da produção nacional (IBGE, 2016).

O consumo per capita de tangerinas da população brasileira é de 1,18 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, tendo na região Sul o maior consumo (2,54 kg habitante<sup>-1</sup>), no Sudeste (1,38 kg habitante<sup>-1</sup>), no Centro-Oeste (1,03 kg habitante<sup>-1</sup>), Norte (0,44 kg habitante<sup>-1</sup>) e Nordeste (0,45 kg habitante<sup>-1</sup>). Os estados com maior consumo de tangerinas são Rio Grande do Sul (3,89 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), Santa Catarina (2,05 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), Distrito Federal (1,72 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), São Paulo (1,67 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), Paraná (1,43 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), Mato Grosso do Sul (1,32 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e Rio de Janeiro (1,22 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) (IBGE, 2016).

Segundo IBGE (2016) nos dados consolidados dos últimos cinco anos (2009 a 2013), a área cultivada com tangerineiras no Rio Grande do Sul cresceu aproximadamente 6,5%, enquanto a área de cultivo com laranjeiras manteve-se estável e a de limoeiros reduziu em cerca de 6%.

A tendência em aumentar o consumo de frutas de fácil descasque foi um dos fatores do aumento da área cultivada com tangerineiras. Estimulados pelos preços favoráveis na década de 90 do século passado, os citricultores ampliaram a área cultivada, tanto no Vale do Caí, onde já ultrapassa a área com laranjeiras, como também em outras regiões do RS. Os municípios localizados nos vales dos rios Caí e Taquari, contam com mais de 75% da produção do Estado (João *et al.*, 2002)

A atividade é desenvolvida basicamente em pequenas propriedades com mão de obra familiar e características bastante sustentáveis social, econômica e ecologicamente, onde pode-se destacar o alto grau de aproveitamento de adubos orgânicos, a partir da suinocultura, avicultura e pecuária leiteira, bem como o baixo uso de insumos químicos, relativamente a outras regiões do país (João, 2010). Nos Vales dos rios Caí e Taquari, a área média dos pomares fica ao redor de 6 ha e noutras regiões em torno de 1 ha. Existem poucos pomares empresariais que possuem entre 100 e 400 ha (Grupex, 2005). Segundo João (2010), observa-se que no Alto Uruguai começa a ocorrer um crescimento de área com o aumento do número de plantas por produtor e, embora em pequeno número, os pomares empresariais que possuem mais de 50 ha têm sido implantados principalmente na Fronteira Oeste.

Em relação à expansão da área com tangerineiras, entre os anos de 2004 e 2007, o Vale do Caí implantou a maior área com 445 ha (65%), de um total de 679 ha em todo o RS. No ano de 2006 a Emater/RS contabilizou o número de 6.608 produtores de tangerinas (João, 2010).

Dentre as cultivares de tangerineiras mais cultivadas no Rio Grande do Sul, o grupo das Comuns ou Mexericas (*Citrus deliciosa* Ten.) é o mais expressivo, com 61% da área cultivada, onde 30% são pomares de ‘Montenegrina’, 25% são áreas com ‘Caí’ e 6% com ‘Parecí’. Há 15% da área com ‘Ponkan’ (*C. reticulata* Blanco), 15% com ‘Murcott’ (*C.*

*sinensis* (L.) Osb. x *C. reticulata* Blanco), 5% com ‘Okitsu’ (*C. unshiu* Marc.) e 4% divididos em áreas de outras cultivares menos expressivas economicamente (João, 2010).

A produção de tangerinas é quase totalmente comercializada na forma de fruta fresca e em geral consumida nos próprios países onde são produzidas. No Rio Grande do Sul o comércio de tangerinas é feito preponderantemente por atacadistas que adquirem a fruta diretamente dos produtores locais/regionais (às vezes de São Paulo) para venderem em Porto Alegre e região metropolitana. A Ceasa-RS em Porto Alegre é o principal centro de concentração e distribuição dessas tangerinas. Da mesma forma que nos países da Europa Ocidental, também já se observa no Brasil um processo de perda da importância dos entrepostos oficiais no comércio atacadista de frutas (Amaro & Caser, 2003). Isto pode ser observado na organização dos produtores em associações e cooperativas, os quais acessam diretamente estes mercados, com valores de remuneração bem mais expressivos se comparados ao comércio local tradicional.

Os valores compilados pela Ceasa/RS no período de 1998 a 2013, mostram o quilograma da tangerina sendo comercializado na média dos meses de abril, por US\$ 0,39/kg, onde se caracteriza o início da colheita dos frutos dessas variedades nas condições do Rio Grande do Sul. Em agosto, na média dos meses, o valor encontrado foi de US\$ 0,30/kg (23% inferior em relação à média do mês de abril); em setembro, US\$ 0,39/kg; em outubro, US\$ 0,44/kg (12% superior); em novembro, US\$ 0,54/kg (38% superior) e em dezembro, US\$ 0,64/kg (64% superior) (Ceasa/RS, 2015).

## **2.2 Cultivares copa de importância para este trabalho**

### **2.2.1 Tangerineira ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Ten.)**

É a principal tangerineira produzida no extremo sul do Brasil, correspondendo a 30% da área plantada no Estado do Rio Grande do Sul (João & Conte, 2007). Provavelmente originou-se a partir de uma semente da tangerineira ‘Caí’ (semelhante à ‘Mexerica-do-rio’ e à ‘Willowleaf’) (Rodrigues *et al.*, 1998).

O fruto comumente apresenta um pequeno colarinho na região peduncular (formado pela casca) e a polpa é mais firme que da tangerina ‘Caí’, também fácil de descascar como esta. Sua época de maturação ocorre de meados de julho a meados de outubro (Oliveira *et al.*, 2009; Schwarz, 1989). Apresenta alternância de produção (Schwarz, 1989) e para a obtenção de colheitas equilibradas de frutos com diâmetro e qualidade adequada à comercialização, geralmente é utilizada a prática do raleio manual de frutos (Koller, 2009; Nienow, 1989; Rodrigues *et al.*, 1998; Schwarz *et al.*, 1992a). Atualmente recomenda-se para esta cultivar a associação da poda ao raleio manual dos frutos realizados anualmente (Sartori *et al.*, 2005).

### **2.2.2 Tangerineira ‘Rainha’ (*Citrus deliciosa* Ten.)**

Foi selecionada a partir de uma mutação espontânea da ‘Montenegrina’, conhecida popularmente como ‘Montenegrina Rainha’, sendo registrada no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura como ‘BRS Rainha’. Caracteriza-se por ser medianamente vigorosa, com copa de porte médio, formato elíptico, com folhas pequenas e mais largas que as da ‘Montenegrina’, com coloração verde-escura. Produz frutos de tamanho médio, com massa em torno de 115 gramas, colarinho junto ao pedúnculo; casca lisa, com espessura média de 3 milímetros contendo bastante óleo; fáceis de descascar, casca e polpa de coloração laranja intenso bem atrativo; de sabor agradável, com balanço acidez (0,93%) e teor de açúcares (11° Brix) diferenciado; bom teor de suco (49%); frutos muito aromáticos, sementes de formato arredondado, em média, seis por fruto (Oliveira *et al.*, 2011).

### **2.3 Desenvolvimento do fruto**

O desenvolvimento do fruto nos citros segue uma curva sigmoideal, tanto para o diâmetro equatorial, como para o volume e a massa fresca, desde a antese até sua maturação, caracterizado por três períodos bem diferenciados segundo Gravina (2014) e Agustí *et al.* (2003):

Fase I - Período de crescimento exponencial: este período dura desde a antese até o final da queda fisiológica dos frutos, e se caracteriza por um rápido crescimento do fruto provocado pela divisão celular, levando a um aumento do número de células de todos os tecidos em desenvolvimento, exceto do eixo central. É um período que tem uma duração variável entre 40 e 90 dias, onde a casca é o tecido que mais aumenta de tamanho, atingindo a sua espessura máxima no final desta fase, que coincide geralmente com o final do período de abscisão dos frutinhas, conhecido como queda fisiológica.

Fase II - Período de crescimento linear: este período se prolonga durante vários meses (70 a 150 dias), desde o final da queda fisiológica do fruto, onde há a maior taxa de crescimento, e decresce até pouco antes de sua mudança de cor, no início da fase III. Se caracteriza por uma expansão acentuada dos tecidos, acompanhada por um alargamento celular e pela formação de grandes espaços intercelulares no mesocarpo, que lhe conferem uma consistência esponjosa, com ausência da divisão celular em quase todos os tecidos, exceto os do exocarpo.

Fase III - Período de maturação: este período é caracterizado por uma taxa de crescimento reduzida, enquanto o fruto se mantém na árvore e apresenta todas as alterações externas (principalmente cor) e internas (conteúdo de suco, açúcares e acidez) associadas ao amadurecimento.

Conforme Iglesias *et al.* (2007) menos de 1% das flores iniciais produzidas pela planta completam todo o ciclo de desenvolvimento do fruto estando aptos para a colheita. Agustí, (2003) relata valores de 0,5% e até inferiores, normais em algumas cultivares cítricas.

O tamanho final do fruto cítrico depende de dois componentes: (1) o tamanho inicial do ovário, que é reportado como inversamente correlacionado com a intensidade da floração, uma vez que a redução do número de flores por árvore se traduz em um incremento de sua taxa de crescimento, especialmente nas inflorescências sem folhas e, (2)

a taxa de crescimento do fruto, o tamanho final do fruto depende mais do número de células do que de seu tamanho, de modo que todos os fatores que afetam a divisão celular assumem uma maior importância. Este conceito é a base para medidas agrônomicas que permitam melhorar o tamanho final dos frutos cítricos (Gravina, 2014).

Um conjunto de fatores de natureza e incidência variáveis são responsáveis pelo tamanho final do fruto, e a impossibilidade de seu controle total e de suas interações é que dificulta seus estudos (obrigando a um estudo fragmentado dos mesmos), só permitindo ter um conhecimento parcial a respeito dos mesmos, mas que apresenta uma grande utilidade prática (Agustí, 2003).

### **2.3.1 Fatores determinantes do desenvolvimento**

#### **2.3.1.1 Abscisão**

O termo abscisão é específico para o mundo vegetal e refere-se ao processo de desprendimento de partes da planta, tais como folhas, flores ou frutos (Goren, 1993). A abscisão é diferente da perda de órgãos ou perda por dano mecânico, pois a morte do tecido ocorre em áreas bem definidas da planta conhecidas como zonas de abscisão. Para que um órgão da planta entre em abscisão, uma série de eventos fisiológicos e bioquímicos precisam ocorrer na zona de abscisão, para a parede celular repartir-se em linhas de células de cada lado da linha de fratura e, finalmente, ocorrer o desprendimento do órgão (Burns, 1997).

Em *Citrus* e outras espécies de árvores, é bem aceito que a abscisão espontânea de frutos ou queda fisiológica é uma forma de ajustar a oferta de carboidratos à capacidade da força de dreno, ou como uma resposta contra algum estresse ambiental (temperaturas extremas, déficit de água ou excesso, pragas e ataque de patógenos) (Gravina, 2014, Srivastava, 2002).

Bioquimicamente, a abscisão é o resultado de alterações na expressão genética, resultando na síntese de enzimas que catalisam o afrouxamento das paredes das células

adjacentes e subsequente separação de células (Gravina, 2014, Srivastava, 2002). O processo fisiológico e bioquímico envolvido na fase de abscisão tem tido significativo interesse por parte dos produtores e pesquisadores, pois a abscisão prematura pode levar a perdas significativas em plantas cítricas. A abscisão de estruturas reprodutivas pode ocorrer a partir de estágios iniciais de desenvolvimento da flor até uma etapa posterior do desenvolvimento dos ovários, mesmo quando um crescimento significativo é alcançado (Srivastava, 2002). A abscisão é resultado de uma complexa combinação entre fatores nutricionais e sinais hormonais (Goren, 1993). Os fatores nutricionais atuam como fatores limitantes que afetam o crescimento provocando a abscisão, enquanto que o componente hormonal atua como regulador dos processos envolvidos na abscisão (Gómez-Cadenas, 2000).

Em plantas cítricas, muitas flores e frutas abscidem durante a floração ou fases iniciais de desenvolvimento dos frutinhos. É de grande importância em algumas cultivares de laranjeiras-doces que, quanto maior a intensidade de floração, mais cedo acontece e mais intenso é o processo de abscisão e o número de frutinhos restantes possui: uma correlação negativa com a taxa de crescimento dos frutos (quanto maior o número de frutos restantes, menores serão estes frutos). Isto é atribuído à alta demanda de carboidratos para o desenvolvimento dos órgãos (Agustí *et al.*, 2014). Conforme Gravina (2014), o número de frutos explica aproximadamente 50% do tamanho final dos mesmos, considerando-se cada árvore de forma individual, o tamanho final se relaciona de forma inversa com o número de frutos presentes em cada ano, mas isto não explica totalmente o tamanho final dos mesmos quando considerada a relação fonte-dreno gerada em cada ciclo produtivo.

Iglesias *et al.* (2007), atribuem a queda fisiológica de frutos cítricos (denominada no hemisfério norte de *June drop*) devido à insuficiência de carboidratos, causada por um aumento da demanda de carbono por uma enorme população de frutinhos em expansão.

### **2.3.1.2. Regulação do crescimento e desenvolvimento do fruto**

A regulação do crescimento e desenvolvimento do fruto em plantas cítricas é um fenômeno complexo e dependente de muitos fatores externos e internos que podem operar tanto sequencialmente como simultaneamente. Os elementos e mecanismos pelos quais estímulos ambientais e endógenos afetam o crescimento do fruto vêm sendo estudados, mensurados e interpretados, e esse conhecimento pode auxiliar a prover ferramentas que permitam otimizar a produção (Iglesias *et al.*, 2007).

Agustí (2003) cita como fatores endógenos os fatores genéticos (de difícil manipulação); a posição do fruto (se o fruto se localiza em um ramo com folhas, há uma velocidade de crescimento maior) e; competição entre órgãos em desenvolvimento (folhas com frutos e frutos entre si). Monselise (1978) destaca como fator endógeno primordial, o hormonal, cujo conhecimento de seu equilíbrio é de fundamental importância, pois interage com a produção, translocação, crescimento, bem como com os demais fatores endógenos e exógenos. Agustí (2003) apresenta como fatores exógenos que influenciam no desenvolvimento dos frutos, os fatores ambientais (temperatura, pluviometria e solo) e práticas culturais (irrigação, fertilização e porta-enxerto).

Fatores ambientais e de cultivo, como irrigação e fertilização, são primordiais para o desenvolvimento do fruto e seu tamanho final. No entanto, mesmo sob condições ideais, é possível conseguir um aumento no tamanho dos frutos através da manipulação da planta e da alteração das relações nutricionais e endógenas, e sua distribuição. Isto pode ser conseguido com o aumento da disponibilidade de metabólitos para o fruto, através da redução de frutos por planta e da consequente competição entre os órgãos em desenvolvimento, sendo esta operação denominada de desbaste ou raleio. Outro modo é incrementando a capacidade do fruto para crescer, favorecendo o equilíbrio hormonal do mesmo ou aumentando diretamente a força de dreno do fruto. São as técnicas de estímulo

de desenvolvimento do fruto conhecidas em importantes regiões de produção de frutos para consumo *in natura* como engorde (Agustí *et al.*, 2003).

Segundo Agustí (2003) a presença do fruto na árvore altera significativamente a floração. A quantidade da colheita no ano anterior afeta a brotação primaveril, de modo que existe um gradiente de diminuição de floração inversamente proporcional à produtividade mais elevada, reduzindo a percentagem de estruturas vegetativas simples, vegetativas mistas e florais. A planta gasta suas reservas nutrindo um grande número de frutos, exaurindo-se, impossibilitando que possa brotar satisfatoriamente na primavera seguinte. Em colheitas classificadas com insatisfatórias, um em cada dois anos ou mais, os frutos tendem a ter menor valor comercial, em função do tamanho reduzido. Nos anos de baixa produção os frutos geralmente são muito grandes e com casca grossa e áspera.

#### **2.4 Alternância de Produção**

A alternância de produção em citros pode ser causada por condições climáticas, deficiências minerais, carência de carboidratos e/ou fatores hormonais. É caracterizada pela produção excessiva de frutos num ano, seguido de outro com produção muito baixa ou nula. Nos anos de florescimento excessivo, os frutos são de baixa qualidade, pequenos, de coloração deficiente, aguados e ácidos. Em consequência do excesso de frutificação, a planta se esgota, apresentando deficiências de alguns nutrientes minerais e menor teor de carboidratos e substâncias de reserva. Um acentuado estresse impede o florescimento no ano seguinte, ocorrendo apenas emissão de brotações vegetativas e acúmulo de reservas para uma frutificação posterior intensa (Koller, 1994).

A presença do fruto na planta é um forte inibidor do florescimento. Esta inibição decorre da drenagem de carboidratos pelo fruto e também pela produção de AG<sub>3</sub> (ácido giberélico). De forma geral, quanto mais cedo o fruto for colhido mais intensa a floração no ano seguinte (Oliveira *et al.*, 2009).

Conforme Davis *et al.* (2004) este ciclo bienal é problemático para o agricultor por várias razões distintas: (1) a produtividade e lucratividade do pomar podem oscilar muito de ano para ano; (2) a saúde e vigor da árvore podem ser comprometidos durante o ano de grande produção, árvores carregadas são mais sensíveis à estresses ambientais e partes da árvore podem entrar em colapso em função de cargas excessivas; (3) a qualidade dos frutos pode ser pobre no ano de grande produção, reduzindo potencialmente o período de armazenamento.

#### **2.4.1 Técnicas usadas para aumentar o tamanho dos frutos e/ou contornar os problemas de alternância de produção**

A redução do tamanho da fruta é um dos principais entraves à produção eficiente de algumas cultivares de tangerineiras para o mercado de frutas *in natura* (Mesejo *et al.*, 2012). O calibre do fruto é um dos principais fatores de qualidade, dado que os consumidores, particularmente os brasileiros, preferem os frutos de maior calibre e homogêneos (Oliveira *et al.*, 2009).

A importância deste fator de qualidade depende do mercado ao qual se destina a fruta. As exigências de calibres grandes são maiores quando a oferta supera a procura, e o preço pago pela fruta de pequeno calibre é quase sempre inferior ao que se paga pela fruta de grande calibre. A fruta de pequeno calibre não só atinge preços mais baixos, como deixa de ser aceita no mercado de consumo *in natura*, independentemente do preço. Isto leva a que a produção de frutos de baixo calibre seja escoada para a indústria de beneficiamento de sucos, que historicamente, pratica preços aquém dos necessários a viável remuneração da atividade (Duarte, 2002).

Algumas práticas culturais são recomendadas para aumentar o tamanho médios dos frutos e controlar a alternância de produção, são elas o anelamento de ramos (Agustí, 2003), a poda (Sartori *et al.*, 2006) e o raleio de frutos, que pode ser realizado manualmente (Mazhar *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 1998; Schwarz & Koller, 1991) ou

através do uso de substâncias que promovam a queda destes (raleio químico) (Bangerth, 2000; Sartori *et al.*, 2007a).

#### **2.4.1.1 Anelamento**

O anelamento de ramos é uma das práticas utilizadas para promover um estímulo no crescimento do fruto. A técnica consiste na interrupção, por meios mecânicos (a eliminação de um anel completo da casca do tronco ou de ramos principais de largura variável, ou da execução de um simples corte de 1 mm de espessura), do transporte floemático. A eficácia de sua realização depende da época de realização e da prática do trabalhador ao efetuar o corte. Segundo Sartori & Ilha (2005), o treinamento/prática do aplicador no momento da execução da incisão anelar, para que não corte o xilema, evitando o extravasamento de seiva bruta, é de fundamental importância para o sucesso da técnica. A época mais adequada coincide com o final da queda natural dos frutos, acrescentando um diâmetro médio aos frutos dos ramos anelados entre 2,5 e 4 mm em relação aos controles. As mudanças provocadas no balanço endógeno de hormônios, carboidratos e outras substâncias, são responsáveis pela ação do anelamento sobre o desenvolvimento do fruto; suas concentrações aumentam na região da árvore situada acima do local anelado, ao mesmo tempo que favorece a ação de dreno do fruto, que favorece seu crescimento (Agustí, 2003).

#### **2.4.1.2 Poda**

A poda deve ser encarada como uma das práticas culturais que se realizam com regularidade no manejo de plantas cítricas, não devendo ser considerada isoladamente, nem como um fator determinante da produção e da qualidade, sobretudo quando pretende-se produzir frutos de qualidade. Num pomar em plena produção, os objetivos da poda são evitar problemas de alternância de produção, melhorar a qualidade da fruta, melhorar o arejamento e iluminação da árvore, facilitar a colheita e aumentar a eficácia dos tratamentos fitossanitários (Duarte, 2012).

Conforme Franco (2014), o excesso de crescimento vegetativo reduz a quantidade de frutos e o excesso de frutos reduz a qualidade dos mesmos, ou seja, existe uma relação inversa entre vigor e produtividade. Os ramos que recebem mais luz são mais produtivos e apresentam maior circulação de seiva na planta.

A poda promove a redução da área foliar e, em consequência, o desequilíbrio carboidrato/nitrogênio. Essa mudança implica no aumento do crescimento vegetativo e na redução de floração e, portanto, no declínio da produção. Para o caso das frutas destinadas ao consumo *in natura*, a poda deve ser realizada manualmente, com muito critério para que se eliminem os ramos improdutivos e se aproveite aqueles com potencial para produzir frutos. Esse procedimento faz com que a planta tenha uma melhor conformação, inclusive com maior penetração de luz em seu interior, facilidade para aplicação de produtos fitossanitários e porte menor, o que favorece a colheita dos frutos (Pio & De Negri, 2010).

Sartori *et al.* (2007b) trabalhando com plantas de tangerineira ‘Montenegrina’ enxertadas sobre laranjeira ‘Caipira’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) em um pomar comercial de seis anos de idade, no município de Butiá-RS, concluíram que a poda diminuiu a produção por planta no ano de excessiva carga de frutos e reduziu a alternância de produção, quando associada à prática do raleio manual de 33% dos frutos (melhor regularidade da massa de frutos produzidos e quantidade acumulada de frutos de primeira categoria nos três anos observados). Sartori *et al.* (2006) obtiveram um aumento de 134% no retorno econômico deste tratamento em relação as plantas testemunha. Em plantas alternantes, a poda foi mais eficiente para quebrar a alternância de produção do que a poda de árvores muito carregadas, indicando que, para quebrar efetivamente a alternância de produção, a poda em plantas muito carregadas deve ser complementada com raleio manual de frutos.

Panzenhagen *et al.* (1991) e Miozzo *et al.* (1992), ambos em Eldorado do Sul-RS, podaram a metade do comprimento de todos os ramos ou realizaram a supressão (poda pela

base) de 50% dos ramos, antes da floração plena (julho), de tangerineiras ‘Montenegrina’ e constataram que houve diminuição na produção de frutos de 3ª categoria, sem reduzir a produção total em kg planta<sup>-1</sup>, além de quebrar a alternância de produção, ressaltando que esses tipos de podas são mais eficientes quando realizadas com frequência mínima de dois anos. Sartori (2005) cita que com a diminuição de substâncias de reserva e a temporária redução da capacidade fotossintética da planta, os frutos retidos não são beneficiados no mesmo ano da poda com o aumento do tamanho e melhoria de outras características qualitativas, mas sim nos anos subsequentes.

#### **2.4.1.3 Raleio Manual**

Segundo Schwarz *et al.* (1992a), a prática do raleio de frutos tem por objetivo racionalizar a utilização das reservas nutricionais da planta, retirando o excesso de frutos, para evitar o esgotamento desta, possibilitando produções regulares, de frutos de boa qualidade, todos os anos. Guardiola & Garcia-Luis (2000) citam que o raleio se justifica, pois, as plantas com excesso de carga produzem uma significativa produção de frutos sem valor comercial, havendo o risco de a planta entrar no hábito ‘bienal alternante’ de produção.

Os frutos que se encontram na planta apresentam um efeito inibitório na indução floral, que se exerce por duas vias: (1) indiretamente, nas primeiras etapas de desenvolvimento dos frutos, diminuindo ou inibindo a intensidade das brotações de verão e outono, cujas gemas apresentam maior capacidade de induzir-se que as formadas previamente na primavera (Verreynne & Lovatt, 2009) e, (2) de forma direta, durante a fase final do desenvolvimento do fruto, diminuindo a formação de gemas reprodutivas (Martínez-Fuentes *et al.*, 2010).

Conforme Safaei-Nejad *et al.* (2015), a redução na carga de colheita aumenta a proporção das folhas em relação aos frutos e, conseqüentemente, menor concorrência pelos

fotoassimilados disponíveis, levando a aumentar a taxa de crescimento dos frutinhos remanescentes.

Hilgeman *et al.* (1964) estudaram intensidades de raleio manual de 27, 47 e 87% dos frutos da tangerineira 'Kinow', realizado logo após a queda natural dos frutinhos. Eles observaram um significativo aumento do tamanho dos frutos produzidos, proporcional ao aumento da intensidade do raleio. Na safra seguinte, as testemunhas e as plantas submetidas ao raleio de 27% não floresceram, as plantas submetidas ao raleio de 47% dos frutos, apresentaram floração razoável (média) e as de 87% de raleio, tiveram grande florada, bem como apresentaram frutos de calibre significativamente maior do que no ano do raleio.

Agustí *et al.* (1998) utilizaram as intensidades de 33 e 66% de raleio, em quatro épocas diferentes entre a floração e um mês antes da colheita, na tangerineira 'Clausellina' nas condições da Espanha, concluíram que: a) o raleio em plena floração não produz nenhum efeito, pois a eliminação de algumas flores favorece o desenvolvimento de outras e o número de frutos colhidos se mantém constante; b) o raleio ao final da queda fisiológica é o mais adequado; e c) para que os efeitos sobre o tamanho sejam notáveis, deve-se eliminar ao menos 50-60% dos frutos da planta.

Marodin (1986) em tangerineira 'Montenegrina', em Viamão-RS, testou o raleio químico e o raleio manual conservando um frutinho por ramo ou a cada vinte centímetros de extensão do ramo, no que obteve elevada produção de frutos grandes, mas a intensidade de raleio manual foi insuficiente para a quebra da alternância de produção.

Seguindo estudos com a mesma cultivar e no mesmo local que o pesquisador anterior, Schwarz (1989) realizou experimento avaliando três épocas de raleio: janeiro, fevereiro e março, correspondendo a 60, 90 e 120 dias após a plena queda natural dos frutos, efetuando o raleio manual nas intensidades de 2/3 ou 66,6% dos frutos e de 5/6 ou 83,3% dos frutos. Observaram que a produção total de frutos de primeira e de segunda

categoria (categorias de melhor remuneração na comercialização), média das duas primeiras safras após o raleio, foi maior nas plantas raleadas do que nas que não sofreram raleio, e nestas plantas foi maior a produção de frutos de baixa qualidade. Conforme Schwarz *et al.* (1992b) os resultados das duas primeiras safras após o raleio, evidenciaram que independentemente da época, o raleio manual nas intensidades de 66,6% e 83,3% aumentou a qualidade dos frutos produzidos na safra em que foi aplicado o raleio e quebrou a alternância de produção no ano seguinte. E segundo Schwarz & Koller (1991), para que o raleio manual na intensidade de 66,6% mantivesse seu benefício de evitar a alternância de produção, o mesmo deveria ser repetido a cada dois anos.

Também Nienow (1989), em Viamão-RS, com a tangerineira ‘Montenegrina’, testou o raleio manual nas intensidades de 60, 70, 80 e 90%, nos meses de janeiro, fevereiro e março, e obteve um aumento na qualidade dos frutos na primeira safra (frutos de maior tamanho) e uma quebra de alternância de produção na segunda safra, em todas as intensidades testadas. Com o incremento das intensidades (acima de 60%) e o retardamento da época de raleio, houve um aumento da produção total e uma diminuição do tamanho dos frutos na segunda safra após o raleio.

Rodrigues *et al.* (1998), ainda com a tangerineira ‘Montenegrina’, no município de Eldorado do Sul-RS, em um experimento de quatro anos consecutivos, efetuaram o raleio manual uma única vez, anualmente e bienalmente, verificaram que o desbaste na intensidade de 66,6% foi mais eficiente na estabilização da produção de frutos comercializáveis em plantas com carga inicial mediana (61 a 120 frutos por m<sup>2</sup> de copa), e o raleio na intensidade de 83,3% proporcionou melhores resultados em plantas com carga inicial alta (acima de 120 frutos por m<sup>2</sup> de copa), ambos exigindo repetição mínima a cada dois anos.

No Paraná, Rosa *et al.* (2012) efetuaram as intensidades de raleio de 33 e 66%, com e sem poda, também em tangerineira ‘Montenegrina’, e constataram que houve aumento da

massa fresca, melhora da cor da epiderme, aumento do diâmetro e melhora da classificação comercial dos frutos.

Em Minas Gerais, Rufini & Ramos (2002), trabalhando com tangerineira 'Ponkan', efetuaram o raleio de frutos (17 de dezembro) com tesoura, nas intensidades de 50, 60, 70 e 80%, com as plantas apresentando uma produção média de 240 frutos e um diâmetro médio transversal de 2,5 cm. No tratamento com 80% de raleio, houve um incremento na massa média dos frutos em 35,2% em relação à testemunha; com 70% incrementou 24%, com 60% aumentou 20,5% e com 50% aumentou 16,3%. A massa média estimada dos frutos produzidos nas plantas sem raleio foi de 168,29 g, comparado aos 80% de raleio com 227,52 g. Concluíram que o raleio manual propiciou incremento no tamanho e massa dos frutos, e a produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) diminuiu à medida que aumentou a intensidade de raleio.

Oliveira *et al.* (2009) e Koller (1994) recomendam deixar um fruto por ramo curto e dois frutos por ramo maior do que 20 cm de comprimento, buscando-se uma distribuição uniforme na copa das plantas. Em plantas bem nutridas e adequadamente manejadas, pode-se diminuir a intensidade de raleio, porém, em plantas com sintomas de deficiência nutricional e má condução, deve-se ralear de forma ainda mais intensa. A capacidade de produção de cada cultivar e as condições climáticas locais e específicas do ano de cultivo também devem ser analisadas para aumentar ou diminuir a intensidade de raleio.

Segundo o Agriannual (2016), em tangerineiras para consumo *in natura* em plena fase produtiva, o custo do raleio é, em média, 7% do custo total de produção. No entanto, apresenta variações em função da cultivar, idade das plantas, densidade de plantio, intensidade de floração, número de frutos fixados, manejo adotado e condições ambientais da região de cultivo.

#### 2.4.1.4 Raleio Químico

O raleio químico é realizado mediante a pulverização com produtos que atuam diretamente ou indiretamente na abscisão de frutos. Conforme Mesejo *et al.* (2012) o efeito do raleio químico ocorre devido a uma desordem fotossintética induzida temporariamente, que leva à redução da produção e captação de fotoassimilados pelos frutinhos, o que diminui temporariamente o seu crescimento, provocando a produção de etileno e a abscisão dos frutinhos.

Segundo Bangerth (2000) o raleio de frutos é uma prática de manejo da cultura que se tornou necessária na moderna produção de frutos. Contudo, na maioria dos países desenvolvidos, o raleio manual está se tornando cada vez mais antieconômico, deixando o raleio com biorreguladores (fitorreguladores) como a única alternativa atualmente viável do ponto de vista econômico. Esta prática é uma amplificação do processo natural de autorregulação da abscisão de frutos, recomendada por Guardiola & Garcia-Luis (2000) como prática cultural para corrigir o ciclo de alternância de produção.

Otero (2003), para as condições de Salto no Uruguai, relatou que o custo de execução do raleio manual chega a U\$ 250-300 ha<sup>-1</sup>, devido à grande demanda por mão de obra. Já o raleio químico possui um gasto de apenas U\$ 80-120 ha<sup>-1</sup>; é mais rápido de ser realizado, contudo produz um efeito menos uniforme.

O raleio químico de frutos tem se mostrado eficaz para produzir frutos de alta qualidade e reduzir a alternância de colheitas em alguns países, como Japão, Austrália e Estados Unidos. Desde a década de 1950 até a atualidade, têm-se utilizado, com essa finalidade, diversas substâncias, com diferentes respostas (Agustí *et al.*, 1995). A seleção da substância a aplicar, sua concentração e, sobretudo, a época de aplicação, são fatores determinantes da resposta (Spósito *et al.*, 1998).

Diversas auxinas têm mostrado efeito raleante de frutos de citros. As mais utilizadas são o ANA (ácido naftalenoacético), 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), 2,4-

DP (ácido 2,4-diclorofenoxipropiônico), 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxilacético), 2,4,5-TP (ácido 2 (2,4,5-tricloro-fenoxil) propiônico), Fenotiol (S-etil-(4-cloro-O-totiloxi) tioacetato) (Silva & Donadio, 1998) e 3,5,6-TPA (3,5,6-tricloro-2-isopiridiloxiacético) (Agustí *et al.* 1995, 2002, 2007; Mesejo *et al.* 2012; Otero, 2003). Também o etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico), precursor do etileno, é usado como promotor de queda de frutos cítricos (Cruz *et al.* (2010), Marodin (1986), Moreira *et al.* (2011; 2013), Ramos *et al.* (2009), Sartori (2005; 2007a; 2007b), Schwarz *et al.* (1992a), Souza *et al.* (1993).

Agustí *et al.* (1998) afirmam que o raleio químico de frutos não é um processo casual. O mesmo afeta seletivamente os frutos menores no momento da aplicação do fitorregulador, que são os que originarão frutos de menor tamanho. A eliminação destes representa um incremento da massa média dos frutos colhidos, mas deve-se considerar que os raleios leves ou moderados, o aumento do tamanho médio dos frutos se obteve porque houve a eliminação dos menores, e não porque o raleio produza um estímulo de desenvolvimento dos que persistem na árvore. Somente com raleio de mais de 50% dos frutos, que haviam iniciado o crescimento, é possível detectar um efeito estimulante do crescimento dos que persistem na planta como consequência da redução da competição.

Portanto, para que se atinja percentuais de raleio desejáveis à uma produção satisfatória de frutos de calibres comerciais, o momento da aplicação dos fitorreguladores é de suma importância. Deste modo, Schwarz *et al.* (1992a), concluíram que a melhor época para aplicação dos raleadores químicos foi durante a plena queda natural dos frutinhos, em concordância com Agustí *et al.* (1998), que também são enfáticos em sinalizar que a melhor época para provocar o raleio de frutos, com a aplicação de substâncias químicas, é durante a queda fisiológica. Neste determinado período do desenvolvimento do fruto, a planta é muito sensível a qualquer tipo de estresse e sempre responde soltando os frutinhos em desenvolvimento.

Como práticas de raleio químico em espécies cítricas no Brasil, à exceção dos trabalhos com tangerineira ‘Montenegrina’ que serão apresentados mais adiante, temos os trabalhos de Cruz *et al.* (2010), Ramos *et al.* (2009); Moreira *et al.* (2011, 2013) em Tangerineira ‘Ponkan’ (*C. reticulata* Blanco), todos no município de Perdões-MG utilizando o etefon. Cruz *et al.* (2010), além das concentrações de etefon, avaliaram a aplicação do produto em dois estádios de desenvolvimento dos frutos (30 e 40 mm de diâmetro equatorial); concluíram que os frutos de maior diâmetro foram obtidos em raleio realizado no estádio de 40 mm utilizando as concentrações de 300, 450 e 600 mg L<sup>-1</sup>. Ramos *et al.* (2009), avaliaram concentrações aplicadas nos estádios de desenvolvimento de 10 e 20 mm de diâmetro; alcançaram um incremento de 24,3% na massa fresca das frutas, em relação à testemunha, com a aplicação de 400 mg L<sup>-1</sup> de etefon no estádio de desenvolvimento de 20 mm, sendo este o melhor resultado de raleio químico obtido. Moreira *et al.* (2011) aplicaram etefon em frutos de 25 a 30 mm de diâmetro e concluíram que a concentração de 600 mg L<sup>-1</sup> aplicada por dois anos seguidos foi a mais favorável para regularizar a produção. Em outro experimento, conduzido por três anos (2009-2011), aplicando etefon em frutos do mesmo calibre que o experimento anterior, Moreira *et al.* (2013) concluíram que o raleio químico promovido pela concentração de 600 mg L<sup>-1</sup>, manteve a produção estável e promoveu um aumento de 176% na rentabilidade média das tangerineiras ‘Ponkan’ em comparação com as plantas não raleadas. Contudo, pode-se observar grande variação entre os resultados encontrados pelos autores com o uso do etefon, tanto em função das concentrações utilizadas como do momento das aplicações, demonstrando desse modo a dificuldade da reprodução destes trabalhos pelo setor produtivo em condições de campo extensivamente.

Conforme Otero (2003), a aplicação de fitorreguladores nas condições do Uruguai, tem uma alta variabilidade em seu efeito, devido ao desconhecimento dos fatores que

influenciam a ação dos mesmos, destacando alguns deles, generalizáveis a todos fitorreguladores:

- Dose: normalmente, o raio de ação da dose destes produtos é pequeno, para alcançar o seu efeito comparativamente a um fungicida comum. Agustí *et al.* (1998) relatam que concentrações superiores às recomendadas podem dar lugar a efeitos similares e inclusive afetar os frutos, deformando-os e dando menos qualidade. A utilização de adjuvantes altera o efeito do produto;

- Tempo de aplicação: o estado fenológico em que a planta se encontra é essencial para alcançar o efeito desejado;

- Cobertura: a uniformidade da aplicação é importante, porque eles geralmente possuem respostas localizadas. Agustí *et al.* (1998) relatam que a quantidade de líquido aplicada na planta é um fator decisivo na resposta aos tratamentos com auxinas de síntese. Quantidades de auxinas aplicadas por árvores superiores às recomendadas, podem provocar um raleio inesperado e incidir negativamente sobre as brotações de verão, deformando-as;

- Cultivar: em geral, existem diferenças na capacidade de resposta, em função da dose-cultivar;

- Vigor da planta: com doses iguais, as plantas vigorosas são mais difíceis de ralear;

- Condições ambientais e de aplicação são essenciais para a absorção do produto: temperatura, umidade relativa, precipitações. Stover & Greene (2005) relatam também a ação da luz solar, o sombreamento após a aplicação dos raleantes incrementa a abscisão dos frutos e aumenta a eficácia de alguns agentes de desbaste. Agustí *et al.* (1998) relatam que os tratamentos não devem ser efetuados quando ocorrerem temperaturas elevadas e vento, pois podem provocar efeitos indesejáveis similares aos de uma aplicação deficiente. Stover & Greene (2005) relatam uma correlação linear positiva entre as temperaturas

acima de 25°C e a absorção de reguladores vegetais. Hirose (1981) relata um excesso de queda de frutos tratados em temperaturas altas (máximas de 30° C, ou superiores). Ouma (2012) e Hirose (1981) concordam que uma alta umidade no momento da aplicação e maior tempo de secagem, aumentam a ação dos reguladores vegetais em estudos de laboratório. Mediante estas observações, o mais lógico a se efetuar é a aplicação dos fitorreguladores no período noturno, que é o momento onde as oscilações de temperatura e umidade são menos acentuadas, bem como não ocorre a fotodecomposição.

Ouma (2012) cita como fatores que afetam a queda de frutos: idade, vigor da árvore, quantidade inicial de flores, condições climáticas de temperatura e umidade relativa do ar, estágio de desenvolvimento do fruto, sombreamento e frutos gerados em cachos.

O fornecimento de macro e micronutrientes é um componente essencial para sustentar fisiologicamente os processos bioquímicos em relação com a assimilação de CO<sub>2</sub>, mecanismos de defesa da planta, a divisão celular e o crescimento. Em especial, o zinco desempenha várias funções críticas na célula, como o metabolismo do AIA, o qual tem sido relacionado com o crescimento celular em *citrus* (Srivatava, 2012). Contudo, Agustí *et al.* (1998) não recomendam a adição de substâncias ricas em nitrogênio como adjuvantes na aplicação de fitorreguladores, pois a mistura pode acentuar o raleio de frutos, além de causar um retardo da mudança de cor dos frutos.

Agustí *et al.* (1998) citam que árvores jovens (até seis anos) não devem ser tratadas com os fitorreguladores, ainda que tenham uma quantidade apreciável de frutos, pois pode ocorrer absorção excessiva do fitorregulador e deformações das brotações de verão, ou mesmo da árvore (quando em volume excessivo na aplicação). Hirose (1981) relata como fatores inerentes à planta, uma excessiva queda dos frutos (excesso de desbaste) ocorrendo principalmente quando as árvores eram jovens, quando tinham crescimento vigoroso ou estavam enfraquecidas. Uma explicação para o efeito superior do ANA em árvores jovens e árvores vigorosas, é que essas árvores têm alta atividade fisiológica e alto teor de

aminoácidos. Uma vez que elas têm alta atividade respiratória, uma grande quantidade de etileno é produzida pela elevada concentração da auxina, e esta aumenta o número dos frutos que caem.

### **2.5 Raleio químico em tangerineira ‘Montenegrina’**

No Rio Grande do Sul, vários trabalhos foram feitos com tangerineiras ‘Montenegrina’, visando melhorar a qualidade dos frutos e evitar a alternância de produção através da técnica do raleio químico de frutos.

Marodin (1986), em tangerineira ‘Montenegrina’ no município de Viamão-RS, trabalhou com ANA, diuron, e etefon nas concentrações de 100 (também acrescido de uréia a 2 e 4%), 200 e 300 mg L<sup>-1</sup>; verificou que o etefon nas concentrações de 200 mg L<sup>-1</sup> (de forma isolada) ou de 100 mg L<sup>-1</sup> acrescido da uréia a 4%, proporcionou elevada produção de frutos de bom tamanho e praticamente quebrou o ciclo de alternância de produção. Schwarz *et al.* (1992a), na mesma área do trabalho anterior, verificaram que a concentração de 100 mg L<sup>-1</sup> de etefon acrescido de 4% de uréia (potencializadora da absorção), contribuiu para a maior produção de frutos de boa qualidade, nas duas safras que sucederam o raleio de frutos. Souza *et al.* (1993), também na mesma área, conseguiram resultado mais eficiente na quebra da alternância de produção com pulverizações de etefon na concentração de 200 mg L<sup>-1</sup> acrescidos de 3% de uréia.

Sartori *et al.* (2007a), também em tangerineiras ‘Montenegrina’, no município de Butiá-RS, testaram o etefon nas concentrações de 200, 300 e 400 mg L<sup>-1</sup> de forma isolada (sem uso de uréia na calda), e verificaram que ele só exerce efeito de raleio de frutos quando pulverizado em concentrações superiores a 200 mg L<sup>-1</sup>, as quais, por terem ação fitotóxica, são mais prejudiciais às plantas e à produção de frutos do que benéficas. Na concentração de 400 mg L<sup>-1</sup>, proporcionou raleio de 65%, valor próximo a 66%, apontado no trabalho como satisfatório para que ocorra a quebra da alternância de produção.

Gonzatto *et al.* (2016), em trabalho pioneiro no RS em tangerineiras ‘Montenegrina’ enxertadas sobre *Poncirus trifoliata*, no município de Pareci Novo na safra 2011-2012, avaliaram as concentrações de 10, 20, 30 e 40 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA, na forma de ácido livre (Maxim<sup>®</sup>), etefon em 200, 200 + 3% de uréia e 300 mg L<sup>-1</sup> na plena queda fisiológica dos frutos jovens (12/11/2011) e raleio manual (frutos com diâmetro de 36,5 ± 0,8 mm; intensidade de 66%). Os melhores resultados obtidos foram os tratamentos de 3,5,6-TPA a 40 mg L<sup>-1</sup> e nas raleadas manualmente, em que mais de 80% dos frutos encontram-se entre as classes 1 e 2 (D<sub>f</sub> > 57 mm). Não apareceram frutos com D<sub>f</sub> < 47 mm nos tratamentos de 3,5,6-TPA iguais ou superiores a 30 mg L<sup>-1</sup> e no RM.

Albisu (2013) trabalhando com ‘Montenegrina’ proveniente da mudança de copa de ‘Clementina Fina’ (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) de seis anos de idade como interenxerto, enxertada sobre *Poncirus trifoliata*, no Uruguai, aplicou uma concentração de 20 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA, na forma de ácido livre (Maxim<sup>®</sup>), aos 71 dias após a plena floração (DAPF), o que promoveu um aumento significativo do tamanho dos frutos em relação ao tratamento controle, sem uma diminuição significativa do número de frutos colhidos e do rendimento por planta, mas não foi eficiente para quebrar a alternância de produção, pois inibiu a floração do ano seguinte.

Gambetta *et al.* (2008) em tangerineiras ‘Montenegrina’ fertirrigadas, enxertadas sobre citrangeiro ‘Carrizo’ (*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* (L.) Osbeck), de 7-8 anos de idade, na cidade de Kyiú - Uruguai, testaram como raleantes o 2,4-DP (75 mg L<sup>-1</sup>), ANA (225 mg L<sup>-1</sup>) e 3,5,6-TPA na forma de ácido livre (Maxim<sup>®</sup>), nas doses de 10 e 20 mg L<sup>-1</sup>. Os dois primeiros, aplicados 35 dias DAPF, não apresentaram resultados satisfatórios ao decorrer de dois anos. Os tratamentos com 3,5,6-TPA nas concentrações de 10 e 20 mg L<sup>-1</sup>, aplicados no final da queda fisiológica dos frutos, proporcionaram reduções de 32,8% no número de frutos por planta, com a aplicação de 20 mg L<sup>-1</sup> no primeiro ano, e 20,7% no

segundo ano. A concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA não foi eficiente em nenhuma das aplicações.

## **2.6 Uso de auxinas no raleio químico de citros**

As auxinas induzem um transtorno fotossintético temporário que leva à redução da produção de fotoassimilatos, fazendo com que a captação e crescimento dos frutinhos diminua temporariamente, provocando a produção de etileno e a abscisão dos frutinhos. Depois disso, os frutinhos tratados restantes superam este efeito, aumentando a taxa de crescimento, e atingindo um tamanho maior do que os frutos não tratados (Agustí *et al.*, 2014).

Em adição à sua extrema diversidade química, os efeitos das auxinas sintéticas e naturais são bifásicos, ou seja, dependendo da concentração, efeitos opostos podem ser observados. Quando presentes em concentrações baixas nos locais de ação celular, o crescimento e os processos de desenvolvimento, tais como a divisão celular e alongamento, diferenciação de tecido vascular, formação de raízes e dominância apical, costumam ser promovidos. Com o aumento das concentrações, ocorrem deformações no crescimento e inibição fitotóxica do crescimento são induzidas. Tais curvas de dose-resposta bifásica são típicas dos fitormônios (Grossmann, 2003).

Segundo Guardiola (1997) em termos gerais, a aplicação de uma auxina tem quatro principais efeitos sobre o desenvolvimento dos frutos:

- 1) A redução transitória da taxa de crescimento destes. Este efeito é uma resposta geral com a aplicação de auxinas, particularmente quando realizada durante as fases iniciais do desenvolvimento, podendo resultar em uma redução final no tamanho dos frutos;

- 2) Um efeito direto na abscisão dos frutos que pode, potencialmente, resultar num atraso da abscisão e/ou aumento no pegamento. Este efeito é mostrado apenas quando a síntese de etileno é baixa ou impedida;

3) Um aumento na abscisão dos frutos que é mediado através da síntese de etileno-auxina induzida pelo fruto. Essa abscisão adicional resulta numa redução tardia da competição interdrenos e incrementa o tamanho final dos frutos;

4) Um aumento na força dreno dos frutos em desenvolvimento, um efeito que é, por vezes, mensurável por vários dias/semanas após a redução transitória no crescimento relatado em (1). Este aumento na força dreno resulta em um aumento no tamanho final, de frutas, mas também pode induzir um aumento na abscisão dos frutos não relacionados com a síntese de etileno induzida por auxina.

Gambetta *et al.* (2008), por sua vez, sintetiza os conceitos de Guardiola (1997) sobre o efeito da auxina sintética no crescimento do fruto como sendo resultado de no mínimo três fatores: 1) indiretamente estimulando a abscisão de frutinhos através da síntese de etileno induzida por auxina, 2) ou reduzindo transitoriamente a taxa de crescimento dos frutinhos, o que aumenta a abscisão, e 3) diretamente, em estágios mais avançados, o aumento da força dreno dos frutos em desenvolvimento, através do reforço do crescimento do endocarpo e pedúnculo, diâmetro dos vasos do xilema e floema, sem desbaste prévio.

Também Agustí *et al.* (2014) afirmam que o tratamento com auxinas aumenta significativamente a capacidade de dreno do fruto. Sendo que esse aumento no tamanho dos frutos está associado à expansão das células, em vez da divisão celular, o que por sua vez, produz um aumento no teor absoluto de suco e também do teor de polpa e casca, isto é, de matéria seca. O aumento celular consiste em dois processos inter-relacionados: a absorção osmótica de água, acionada por um gradiente de potencial da água através da membrana plasmática; e a extensão da parede celular existente, impulsionada pela tensão de turgor gerado no interior da parede. As auxinas estão relacionadas com ambos os processos de: 1) o aumento do teor de carboidratos que pode reduzir potencial osmótico, e 2) a teoria do crescimento ácido, que propõe o  $H^+$  como um mediador entre auxinas e

expansivas, as quais induzem o afrouxamento e expansão da parede celular. O tratamento com auxinas também aumenta a área transversal do pedúnculo da fruta, como o efeito direto da auxina promovendo o desenvolvimento dos tecidos vasculares do pedúnculo, permitindo assim uma maior absorção de água pelo fruto.

O tamanho final dos frutos pode ser melhorado com o aumento da disponibilidade de carboidratos, bem como aumentando a capacidade de depósito da fruta. A aplicação de auxinas sintéticas pode atuar de ambas as maneiras, dependendo do tempo em que são aplicadas (Agustí *et al.*, 2002). Durante a perda de frutos na época da queda fisiológica, reduzindo a concorrência de carboidratos entre os frutos em desenvolvimento restantes (Agustí *et al.*, 1995; 2002); e quando aplicadas no início da fase de crescimento celular (linear da fruta), aumentando a capacidade de acumulação e depósito de carboidratos (Agustí *et al.*, 2001; 2002).

Em função dos diversos trabalhos efetuados ao longo das últimas décadas, em diferentes condições edafoclimáticas, e das respostas fisiológicas, produtivas e qualitativas, a nível mundial em diversas cultivares cítricas, optou-se em testar os raleantes 2,4-D e 3,5,6-TPA no presente trabalho. O 2,4-D devido ao seu histórico de utilização na citricultura em nível mundial e, por possuir marcas comerciais com maior frequência de disponibilidade no comércio nacional. Já o 3,5,6-TPA conforme Otero (2003), é um princípio ativo promissor para ralear tangerineiras da espécie *C. deliciosa*, de difícil raleio, como a 'Avana' e a 'Montenegrina' que estão sendo cultivadas no Uruguai.

### **2.6.1 2,4-D**

Segundo Stewart *et al.* (1951), o 2,4-D foi a primeira auxina utilizada para aumentar o tamanho do fruto em laranjeiras 'Washington Navel'. Nos ensaios realizados, uma aplicação de 2,4-D (10 mg L<sup>-1</sup>) em plena floração reduziu o número de frutos colhidos em cerca de 42%. O tamanho do fruto foi incrementado em 15%. A colheita, nas metades das árvores tratadas, foi inferior em 34% à colheita na metade das árvores que foram

usadas como testemunha. O número de caixas de frutas dos calibres pequenos também diminuiu, em comparação com a testemunha. O número total de caixas de frutas colhidas foi superior nas árvores tratadas. El-Otmani & Coggins Jr. (1991) *apud* Duarte (2002), também pulverizando plantas de laranjeira ‘Washington Navel’ com 2,4-D ( $16 \text{ mg L}^{-1}$ ), obtiveram maior percentual de suco. A resposta final a essa substância é o resultado de um estímulo direto no crescimento do fruto e de um efeito indireto na eliminação dos frutos de menor tamanho (Castro, 2001).

Duarte *et al.* (1996) em ensaios de 2,4-D ( $20 \text{ mg L}^{-1}$ ) em tangerineiras clementinas ‘Esbal’, em Sagunto na Espanha, relataram que a massa da fruta foi aumentada significativamente em todos os tratamentos de desbaste de 20 a 33% e o rendimento comercial foi aumentado em todos os tratamentos de 25 a 38%.

Conforme Monselise (1979), a calibração da dose do 2,4-D, para citros, é entre 10-20  $\text{mg L}^{-1}$ , proporcionalmente ao tamanho do frutinho no momento da pulverização (10-20 mm de diâmetro transversal nas laranjas, com diâmetros menores nas mandarinas e diâmetros maiores de 20 mm para os pomelos). Se a pulverização for atrasada, a concentração deve aumentar até o limite em que pode ser perigosa, com no máximo, 25-40  $\text{mg L}^{-1}$ .

Conforme Wheaton (1981), o 2,4-D não é tão eficaz como raleante. Seu efeito de desbaste é muito variável e as concentrações requeridas relativamente elevadas (10 a 50  $\text{mg L}^{-1}$ ), por vezes, resultam em excesso de desbaste ou são fitotóxicas, nas tangerineiras ‘Dancy’ testadas na Florida. Conforme Roa *et al.* (2015), uma melhor resposta foi obtida, tanto em definir número de frutos e tamanho de frutos, quando foram feitas as aplicações 6-8 semanas após a antese.

Greenberg *et al.* (2006) analisaram os resultados do 2,4-D ( $40 \text{ mg L}^{-1}$ ), ANA ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ) e 3,5,6-TPA ( $15 \text{ mg L}^{-1}$ ) sobre a produção, o tamanho e a qualidade dos frutos, na tangerineira ‘Nova’. Os tratamentos foram aplicados em dois momentos: cedo, com 13 mm

e tarde, com 26 mm de diâmetro dos frutinhos. O tratamento precoce de 2,4-D aumentou em 50 kg planta<sup>-1</sup> a produção comparada aos 37 kg planta<sup>-1</sup> da testemunha. A aplicação precoce de ANA raleou frutinhos, aumentou o tamanho dos frutos, mas não teve efeito sobre a produção, e tardiamente não causou raleio. O tratamento com 3,5,6-TPA precoce causou forte raleio e 44 frutinhos planta<sup>-1</sup> foram colhidos, comparados aos 277 frutos planta<sup>-1</sup> na testemunha, e o tardio não teve efeito de raleio nem sobre o diâmetro dos frutos, mas causou o aumento de produção para 52 kg planta<sup>-1</sup>. O 3,5,6-TPA causou até 5% de diminuição do teor de suco dos frutos.

Mesejo *et al.* (2003) aplicaram 2,4-D e 3,5,6-TPA em árvores inteiras, aumentando ambos significativamente o diâmetro médio dos frutos da tangerineira Satsuma 'Okitsu' em 20%, em Valencia na Espanha. Os tratamentos aumentaram o diâmetro médio dos frutos, particularmente no caso de 3,5,6-TPA, em 17,9%. Um efeito semelhante foi observado quando o 2,4-D foi aplicado para frutinhos em desenvolvimento, com um aumento significativo de 7% no diâmetro do fruto.

### **2.6.2 3,5,6-TPA**

O 3,5,6-TPA é um princípio ativo relativamente novo na citricultura e amplamente estudado nas condições da citricultura espanhola, principalmente como estimulante de crescimento dos frutos em tangerineiras do grupo das clementinas (*C. clementina* Hort. ex Tan.), de forma muito eficiente. Segundo Otero (2003), o alcance deste fitoregulador é muito restrito conforme o efeito desejado, e as doses recomendadas para efeito de crescimento de frutos são 10-15 mg L<sup>-1</sup> após o final do período da queda fisiológica dos frutos, alcançando um baixíssimo ou nulo efeito na diminuição do número de frutos, neste momento, quando os mesmos estão iniciando o crescimento volumétrico (Fase II).

Possui na sua fórmula de ácido livre um poderoso promotor para o incremento no tamanho dos frutos, com desbastes moderados ou intensos dependendo da época de aplicação e concentração; sendo que na formulação éster-isopropílico é muito mais

agressivo e pode provocar raleios de frutos muito elevados (Agustí *et al.*, 1995). Conforme Vidal (2002), a forma éster (3,5,6-TPA na marca comercial Garlon<sup>®</sup>) é a mais lipofílica e tem maior difusividade e absorção foliar. Eles são absorvidos (ingeridos), e não adsorvidos (presos junto a parede celular) pela membrana. A forma ácida (3,5,6-TPA na marca comercial Maxim<sup>®</sup>) é a que tradicionalmente tem atividade herbicida, e depende do pH ácido no meio para sua maior absorção.

Na formulação éster-isopropílico o 3,5,6-TPA (Triclopyr) é usado para controle em pós-emergência de ervas daninhas anuais e perenes, e espécies de plantas lenhosas de folha larga, sendo um herbicida seletivo, sistêmico, pertence ao grupo dos mimetizadores de auxinas, sendo rapidamente absorvido pelas raízes e folhagem (Roberts *et al.*, 1998; Tu *et al.*, 2001).

As formulações de sal e de éster são relativamente não-tóxicas para vertebrados e invertebrados terrestres, porém a formulação éster, no entanto, pode ser extremamente tóxica para os peixes e invertebrados aquáticos. O éster pode ser altamente volátil, sendo melhor aplicá-lo em dias de temperaturas frescas e sem ventos (Tu *et al.*, 2001). O potencial para volatilizar aumenta com o aumento da temperatura, com o aumento da umidade do solo, e diminuição do teor de argila e matéria orgânica do solo (Helling *et al.* 1971 *apud* Tu *et al.*, 2001).

As experiências efetuadas em Salto (Uruguai), mostram que doses de 3,5,6-TPA (ácido livre) de 20 e 30 mg L<sup>-1</sup> aplicadas aos 35 e 45 dias após a plena floração (durante a queda fisiológica, Fase I), lograram um raleio muito significativo. Contudo, na dose de 30 mg L<sup>-1</sup>, o desbaste é muitas vezes excessivo em tangerineiras do grupo das Satsumas (*C. unshiu* Marc.) e laranjeiras ‘Valências’, dependendo do ano (Otero, 2003). É sim, portanto, uma auxina sintética que possui efeito raleante em citros. O seu efeito parece ser devido a uma desordem fotossintética temporária, levando à redução na produção de fotoassimilados e da absorção deles pelos frutos jovens, retardando o crescimento,

provocando a produção de etileno e a abscisão de frutos jovens. Posteriormente a isso, as taxas de crescimento dos frutos remanescentes são incrementadas, resultando em frutos maiores (Mesejo *et al.*, 2012).

O 3,5,6-TPA (ácido livre) é descrito como eficaz em uma série de cultivares. Ensaio por longos períodos confirmaram este composto, como eficaz numa concentração de 10-20 mg L<sup>-1</sup> em limoeiro ‘Fino’ (*C. limon* (L.) Burm. f.), satsumas e clementinas, possuindo um efeito de raleio excessivo quando aplicado antes do final da queda fisiológica dos frutos (Fase I). Por outro lado, tem um significativo efeito sobre o crescimento dos frutos em algumas cultivares em aplicações realizadas após a queda fisiológica (Fase II), em um momento em que as auxinas parecem ineficazes (Guardiola & Garcia-Luis, 2000).

Yildirim *et al.* (2011) em um pomar de laranjeira ‘Valência’ enxertada sobre laranjeira ‘Azeda’ (*C. aurantium* L.), na Turquia, testaram o 3,5,6-TPA (ácido livre), nas concentrações de 20 mg L<sup>-1</sup> antes do final do período da queda fisiológica; 20 mg L<sup>-1</sup>, 30 mg L<sup>-1</sup> e 40 mg L<sup>-1</sup> aos 5-7 dias após o final da queda fisiológica dos frutos; e 30 mg L<sup>-1</sup> aos 10-14 dias após o final da queda fisiológica dos frutos. Como resultado, todos os tratamentos reduziram a produção de frutos, aplicado após o final da queda fisiológica, com exceção da dose de 30 mg L<sup>-1</sup> (10-14 dias após final da queda fisiológica). Em comparação com as plantas testemunha, todas as aplicações de 3,5,6-TPA aumentaram o número de frutos de laranjas ‘Valência’ de maior calibre (faixas de > 70 mm e 65-70 mm, ambas de importância comercial), reduziram o número de frutos com diâmetro < 60 mm, e aumentaram a massa das frutas. O maior percentual de frutos grandes e comercialmente valiosos (> 70 mm, classe 1) foi obtido com aplicação de 40 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA 5-7 dias após a queda fisiológica dos frutos.

Mesejo *et al.* (2012) aplicaram 15 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA (éster-isopropílico) em plantas durante a fase de divisão celular, e houve significativo aumento da abscisão de

frutos em tangerineira Clementina ‘Marisol’ em Lliria, Espanha. Nas plantas tratadas, houve desenvolvimento foliar anormal e foram observados danos fotossintéticos temporários, ao mesmo tempo que uma reduzida taxa de crescimento dos frutos. O tratamento com 3,5,6-TPA reduziu significativamente o acúmulo de fotoassimilados nos frutos a partir do 3º até o 8º dia após o tratamento, reduzindo assim a taxa de crescimento dos mesmos, aumentando significativamente a produção de etileno e a abscisão. Vinte dias após o tratamento, a taxa de crescimento dos frutinhos foi restabelecida, demonstrando efetivamente o dano temporário na fotossíntese das plantas tratadas. Depois disso, os frutos tratados remanescentes que venceram o efeito da aplicação do 3,5,6-TPA, apresentaram aumento da taxa de crescimento e atingiram um tamanho maior do que os frutos das plantas testemunha.

Segundo Agustí *et al.* (2001), entre as auxinas sintéticas disponíveis, o 3,5,6-TPA (ácido livre) demonstra ser altamente eficaz no aumento do tamanho dos frutos, sem alterar o número de frutos em tangerineiras Satsuma ‘Okitsu’. Em plantas de quatro anos de idade obtiveram aumento de 10,8 g na massa dos frutos (de 82,6 g na data do tratamento até 93,4 g na maturação) enquanto que frutos das árvores sem aplicação do fitorregulador atingiram apenas 74,5 g na maturação. Eles concluíram que a aplicação do 3,5,6-TPA no início do período de expansão das células da fruta, aumentou a concentração de carboidratos na mesma.

Zurru *et al.* (2012) trabalharam com quatro seleções de clementinas (‘SRA63’, ‘SRA85’, ‘SRA88’ e ‘SRA92’) na Itália, nos anos de 2006 e 2008, enxertadas sobre laranjeira azeda e citrangeiro ‘Carrizo’, aplicaram 3,5,6 TPA (ácido livre), na dose de 40 mg L<sup>-1</sup> com um volume de calda de 2500 litros ha<sup>-1</sup>, quando os frutos possuíam de 18-22 mm (quase na época do raleio manual indicada para a cultivar). Concluíram que houve um acréscimo de produção em todas as combinações com ‘Carrizo’, especialmente nas seleções ‘SRA63’, ‘SRA85’ e ‘SRA88’, e sobre laranjeira azeda na seleção ‘SRA88’,

resultou num decréscimo de produção. A seleção 'SRA92' (ano de 2008), nos dois porta-enxertos teve um aumento da porcentagem de frutos de maior diâmetro ( $> 64$  mm).

Ferreira-Filho *et al.* (2002) avaliaram o 3,5,6-TPA (0, 10, 20, 40 e 80 mg L<sup>-1</sup>), em sua formulação éster-isopropílico, para o raleio de frutos na limeira-ácida 'Tahiti' (*C. latifolia* Tan.), em Itápolis-SP, e concluíram a concentração de 10 mg L<sup>-1</sup>, aplicada logo após a queda de 100% das pétalas com 6 a 10 mm de diâmetro equatorial), reduziu 65% a carga de frutos na colheita, foi o tratamento mais eficaz para uso na cultura. A concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> causou alongamento dos frutos (+4,2%), aumento da espessura da casca (+12,6%) e redução do Brix na época da colheita (-4,7%). Concentrações superiores a 10 mg L<sup>-1</sup> causaram severos danos às plantas.

Serciloto *et al.* (2003) avaliaram o efeito dos fitorreguladores 3,5,6-TPA (15 mg L<sup>-1</sup>), 2,4-DP (50 mg L<sup>-1</sup>), fenotiol (20 mg L<sup>-1</sup>), etefon (200 mg L<sup>-1</sup>) e etilclozate (200 mg L<sup>-1</sup>) sobre o raleio e o tamanho dos frutos do tangoreiro 'Murcott', enxertado sobre limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osb.) em Mogi-Mirim/SP, aplicados logo após a queda fisiológica dos frutos (aproximadamente 22 mm de diâmetro). Os tratamentos de 3,5,6-TPA, etefon e fenotiol aumentaram o diâmetro (7,0%, 6,8% e 4,4%, respectivamente), a massa média (19,1%, 17,3% e 8,7%, respectivamente) e o número de frutos colhidos de maior classe comercial ( $> 70$  mm). Os tratamentos com 3,5,6-TPA e etefon, aos 120 dias após a aplicação, diminuíram o número de frutos colhidos (57,1% e 47,9%, respectivamente) e a produtividade (47,8% e 37,5%, respectivamente) em kg planta<sup>-1</sup>, aumentando o diâmetro médio (70,4 mm e 70,3 mm, respectivamente). Os tratamentos etilclozate, fenotiol e 2,4-DP causaram um raleio leve não diferindo da testemunha (8,5%). Aos 180 dias após a aplicação o 3,5,6-TPA apresentava diâmetro de frutos estatisticamente superior em relação aos demais tratamentos e a testemunha.

Otero (2003) trabalhando com tangerineira Satsuma 'Okitsu', em Salto, no Uruguai, na safra de 2002-2003, utilizou 3,5,6-TPA (ácido livre) 20 mg L<sup>-1</sup>, 35 dias depois

da plena floração (DPF), ANA na concentração de 200 mg L<sup>-1</sup> (20 DPF), ANA 300 mg L<sup>-1</sup> (35 DPF) e raleio manual (80 DPF). Encontrou 1.224, 1.364, 1.337 e 896 frutos por planta, respectivamente, sendo o raleio manual significativamente diferente dos demais, com a maior massa média dos frutos (118,4 g).

As diferenças constatadas entre as cultivares relatadas acima, são atribuídas em grande parte à presença de sementes nos frutos, e na interação das auxinas exógenas com os níveis de giberelinas e demais hormônios endógenos, advindos da presença dessas sementes. Conforme Bangerth & Sjut (1978) o processo fisiológico relacionado à partenocarpia de frutos é a maior taxa de abscisão, que envolve o balanço de auxina-etileno, pois frutos partenocárpicos, por apresentarem baixo transporte de auxina, ou mesmo menor concentração de auxina pela ausência de sementes, podem apresentar alta porcentagem de queda, em função da maior concentração de etileno. Outro aspecto citado por estes autores em frutos partenocárpicos é a severa deficiência de cálcio, que depende intimamente do transporte basípeto de auxina para os frutos, relacionado a força de dreno, que reduz este movimento do cálcio entre fruto-planta. Segundo Davies (1995) e Vivian-Smith & Koltunow (1999), o fator que limita o crescimento do ovário não fertilizado está relacionado com a redução endógena dos níveis hormonais, pois as sementes viáveis são responsáveis por sintetizar altos níveis hormonais como auxinas, giberelinas e citocininas.

A bula do produto registrado na África do Sul (Arysta, 2016) para raleio de frutos com princípio ativo 3,5,6 TPA (ácido livre - Maxim®) traz algumas observações: a) o pH da água deve estar calibrado entre 4,5 – 5,0 antes da adição do fitorregulador à água de pulverização; b) a data de aplicação deve ser em função do diâmetro medido do fruto, não da data de calendário efetuada em anos anteriores; c) não aplicar em pomares mal nutridos; d) aplicações excessivas de potássio antes e depois da aplicação do fitorregulador causam granulação nos frutos; e) pomares implantados em solos arenosos possuem tendência a granulação após as aplicações; f) não aplicar em frutos de plantas enxertadas sobre os

limoeiros ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* Pas.) e ‘Rugoso’ (*C. jambhiri* Lush) (ambos de crescimento vigoroso, o que incrementa o aumento da absorção), pomares mal irrigados e em áreas de clima quente.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Localização**

O presente trabalho foi realizado em um pomar comercial no período entre novembro de 2012 e outubro de 2014, na localidade de Fortaleza, no município de Montenegro, no Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. O pomar está localizado na latitude 29° 42' 10" S e longitude 51° 32' 17" Oeste (Apêndice 1). O solo é classificado como um Argissolo (Embrapa, 2006) e o clima da região pertence ao subgrupo Cfa, subtropical úmido com verão quente, pela classificação de Köppen (1948). Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro, com temperatura média próxima de 25° C e os meses mais frios são junho e julho, com temperatura média de 9° C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1440 mm e a umidade relativa do ar de 77,3% (Bergamaschi & Guadagnin, 1990; Bergamaschi *et al.*, 2003).

### **3.2 Material**

As árvores utilizadas para o experimento pertencem a área maior de um pomar comercial de tangerineiras 'BRS Rainha' (*Citrus deliciosa* Ten.) implantado no ano de 2007. A disposição do pomar é em filas duplas alternadas (2m x 3m x 6m), com uma densidade de 833 árvores por hectare. As plantas estão enxertadas sobre trifoliateiro (*Poncirus trifoliata* Raf.) e no período da instalação do experimento apresentavam a altura média de 1,65 metros. Os tratos culturais efetuados pelo proprietário são os recomendados para a fruticultura intensiva comercial, e foram homogêneos em toda a área experimental.

As auxinas sintéticas empregadas foram: o 3,5,6-TPA éster-butóxietílico (3,5,6-TPA BEE) (Garlon<sup>®</sup> 480 BR [Triclopir BEE], ácido 3,5,6-tricloro-2-piridiniloxiacético, Dow AgroSciences Industrial Ltda, São Paulo, Brasil), e o 2,4-D (DMA<sup>®</sup> 806 BR ácido 2,4-diclorofenoxiacético sal dimetilamina, Dow AgroSciences Industrial Ltda, São Paulo, Brasil). Foi adicionada à calda preparada final o adesivo espalhante (Iharaguen-S<sup>®</sup> [Polioxietileno Alquifenol Éter], Iharabras S.A. Indústrias Químicas, Sorocaba, SP), na concentração indicada para o produto comercial, de 0,01%.

Utilizou-se para a pulverização um equipamento costal manual (Guarany<sup>®</sup>, Pulverizador Costal Simétrico SP 20 litros), a uma pressão de trabalho máxima constante (mantida em função do constante bombeamento, que culminava na resistência da alavanca de bombeamento à ação do operador) de 5 bar (75 psi), com um volume de calda equivalente a 2.000 L ha<sup>-1</sup>, em um bico modelo cone cheio, por um tempo de aplicação de 50 segundos. As plantas foram molhadas na totalidade de sua área vegetativa foliar interna e externa da copa, até o ponto de início de escorrimento da calda.

### **3.3 Tratamentos**

#### **3.3.1 Primeiro ano (Safra 2012/2013)**

Foram implementados nove tratamentos, mais uma testemunha, descritos a seguir:

- Testemunha (T): sem raleio de frutos;
- Raleio Manual (RM): testemunha positiva;
- 3,5,6-TPA BEE na concentração de 5 mg L<sup>-1</sup>: (3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup>);
- 3,5,6-TPA BEE na concentração de 10 mg L<sup>-1</sup>: (3,5,6-TPA BEE 10 mg L<sup>-1</sup>);
- 3,5,6-TPA BEE na concentração de 20 mg L<sup>-1</sup>: (3,5,6-TPA BEE 20 mg L<sup>-1</sup>);
- 3,5,6-TPA BEE na concentração de 40 mg L<sup>-1</sup>: (3,5,6-TPA BEE 40 mg L<sup>-1</sup>);
- 2,4-D na concentração de 20 mg L<sup>-1</sup>: (2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>);
- 2,4-D na concentração de 40 mg L<sup>-1</sup>: (2,4-D 40 mg L<sup>-1</sup>);
- 2,4-D na concentração de 80 mg L<sup>-1</sup>: (2,4-D 80 mg L<sup>-1</sup>);

- 2,4-D na concentração de 160 mg L<sup>-1</sup>: (2,4-D 160 mg L<sup>-1</sup>).

O raleio manual de frutos (RM) foi realizado no dia 8 de março de 2013, na intensidade de  $44,6 \pm 6,0\%$ , com os frutos apresentando um diâmetro de  $42,5 \pm 0,6$  mm. O raleio foi efetuado nesta data (tardia em relação a recomendação oficial), em função de problemas de logística na concepção da atividade no período correto.

Os oito tratamentos com aplicações dos agroquímicos raleantes (3,5,6-TPA e 2,4-D) foram realizados durante a plena queda fisiológica dos frutos jovens, na data de 1º de novembro de 2012. As condições climáticas, na data, conforme a estação climatológica de Languiru, em Teutônia, foram de temperatura média de 21,7° C (menor de 16,3° C e maior de 27,9° C), umidade relativa de 71% e velocidade média do vento de 3,5 km.h<sup>-1</sup>).

### **3.3.2 Reavaliação dos melhores tratamentos (Safrá 2013/2014)**

Nesta segunda safra, efetuou-se apenas a repetição dos tratamentos com raleantes químicos que apresentaram melhor desempenho hortícola no primeiro ano do experimento.

Foram implementados três tratamentos, mais uma testemunha. Foram eles:

- Testemunha (T): sem raleio de frutos;
- Raleio Manual (RM): testemunha positiva;
- 3,5,6-TPA BEE na concentração de 5 mg L<sup>-1</sup>: (3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup>);
- 2,4-D na concentração de 20 mg L<sup>-1</sup>: (2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>);

Os tratamentos foram efetuados neste segundo ano sobre as mesmas plantas do ano anterior, tendo cada bloco recebido a aplicação do produto e concentração específica, como efetuado no primeiro ano.

O raleio manual de frutos foi realizado no dia 2 de fevereiro de 2014, na intensidade de  $51,3 \pm 3,1\%$ , com os frutos apresentando um diâmetro de  $29,3 \pm 2,7$  mm.

Os dois tratamentos com aplicações dos agroquímicos raleantes (3,5,6-TPA e 2,4-D) foram realizados durante a plena queda fisiológica dos frutos jovens, na data de 09 de novembro de 2013, e receberam a adição de Iharaguen-S<sup>®</sup> na concentração de 0,01%. As

condições climáticas, na data, conforme a estação climatológica de Languiru, em Teutônia, foram de temperatura média de 25,8° C (menor de 32,8° C e maior de 19,5° C), umidade relativa de 68% e velocidade média do vento de 3,4 km.h<sup>-1</sup>).

As aplicações nas duas safras foram efetuadas pela parte da manhã, e as plantas encontravam-se com seu dossel foliar seco no momento das aplicações.

### **3.4 Delineamento experimental**

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com 4 repetições, contando cada unidade experimental com 6 plantas, sendo destas 4 úteis e 2 bordaduras, totalizando 160 plantas úteis avaliadas. Em cada planta foram marcados 2 ramos representativos (um localizado na face exposta ao corredor das entrelinhas e outro exposto na direção para a linha dupla) nos quais se efetuou a contagem de frutinhos antes e após a aplicação das caldas raleantes.

Os dez tratamentos foram arranjos em fatorial hierárquico (2 produtos × 4 concentrações) com dois tratamentos adicionais (tratamentos Testemunha e Raleio Manual) (2 × 4 + 2). Os dados foram previamente analisados quanto aos pressupostos de homogeneidade de variância, normalidade e aditividade. Posteriormente, a análise estatística foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA) pelo método de modelos mistos, sendo o efeito de blocos considerado como aleatório. A análise foi realizada em dois momentos, conforme Yassin *et al.* (2002): a) análise conjunta, com a causa de variação “tratamentos” desdobrada em contrastes ortogonais “Testemunha vs. Raleios” e “Raleio manual vs. Raleios químicos”; e b) análise da parte fatorial, referente aos raleantes químicos (8 tratamentos), organizada em causas de variação “Produtos” e “Concentração (Produtos)”. A causa de variação “Concentração (Produtos)” foi considerada significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Carneglutti, 2008), sendo complementada, quando significativa por meio de regressão polinomial e não-linear.

Em um segundo momento, foram avaliados os dados dos melhores tratamentos nas safras 2012/2013 e 2013/2014: Testemunha, Raleio Manual, 3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>. Para tanto, os dados foram submetidos à ANOVA, por meio de modelos mistos, em metodologia de medidas repetidas, selecionando estruturas de covariância segundo o critério de informação de Akaike e Bayesiano (Freitas *et al.*, 2005). Na ANOVA, a interação tratamento × tempo foi considerada significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008). Posteriormente, conforme o resultado da ANOVA, os efeitos foram desdobrados em três contrastes ortogonais: C1, “Testemunha vs. Raleios (Manual e Químicos)”; C2, “Raleio Manual vs. Raleios Químicos (3,5,6-TPA BEE e 2,4-D)”; e C3, “3,5,6-TPA BEE vs. 2,4-D”.

Para realização das diferentes análises, utilizaram-se os softwares SAS 9.4<sup>®</sup> (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) e SigmaPlot 13.0<sup>®</sup> (Systat Software Inc., UK).

### **3.5 Avaliações**

As avaliações efetuadas eram executadas em intervalos de 14-21 dias, conforme as condições pluviométricas permitiam o acesso ao pomar (Apêndice 2).

#### **3.5.1 Primeiro ano (Safra 2012/2013)**

Iniciaram na data da 1<sup>a</sup> avaliação com a contagem dos frutinhas em cada ramo selecionado. A aplicação dos agroquímicos raleantes foi efetuada na data de 01/11/2012.

Em 16/11/2012 iniciaram-se as contagens dos frutos nos dois ramos selecionados nas plantas tratadas e nos dois controles, totalizando cinco avaliações.

Em 17/03/2013, foi avaliada a fitotoxidez causada às plantas por alguns dos tratamentos, tendo sido criada uma escala descritiva de notas, onde foram atribuídas as notas de 0, 1, 2 e 3 para quantificar a fitotoxidez constatada nas árvores, conforme caracterizado abaixo:

Nota 0: as plantas não apresentam sinais de fitotoxidez, tanto em folhas e ramos. Característico das plantas dos tratamentos T ou RM (Figura 1a);

Nota 1: fitotoxidez baixa, com desordens de origem nutricional (deficiências) e estruturais muito pouco pronunciadas, com aspecto tendendo ao normal (Figura 1b);

Nota 2: fitotoxidez moderada. As plantas apresentavam amarelecimento suave das folhas, perda da intensidade e brilho da cor verde-oliva. Apresentavam folhas deformadas, caracterizadas como encarquilhadas e com tamanho menor. Ocorreram uma ou duas flores extemporâneas solitárias. Verificou-se o engrossamento do limbo foliar e das nervuras central e secundárias (Figura 1c);

Nota 3: fitotoxidez elevada. Constatou-se que as plantas apresentavam folhas cloróticas, com aspecto e sintomatologia de deficiências nutricionais múltiplas. Folhas deformadas, coriáceas, queda elevada de folhas, ramos com poucas folhas e desfolhados, vários ramos secos (Figura 1d). Apresentaram brotações e folhas apicais menores, bem como fluxos vegetativos extemporâneos, com elevado número de flores presentes em diversas fases, descritas como os estádios fenológicos 10, 31, 55, 56, 59, 61, 67, 69 e 74 (frutos com 40% do tamanho final), conforme a escala BBCH de Agustí *et al.* (1995).

A colheita do primeiro ano foi efetuada em 24/07/2013. Após, os frutos foram avaliados conforme descrito no item 3.5.3.

### **3.5.2 Segundo ano (Safrá 2013/2014)**

Em 18 de setembro de 2013, avaliou-se a fenologia das plantas do experimento, baseado na escala BBCH, descrita por Agustí *et al.* (1995). A floração foi avaliada através da marcação de dois ramos em cada uma das quatro plantas úteis de cada parcela experimental (dispostos nos quadrantes leste e oeste de cada planta), selecionados no início da brotação de primavera de 2013 (estádio fenológico 60). Foram contados o número de gemas (ou nós) sem brotar, número de gemas brotadas e o número de brotos desenvolvidos, classificando-os segundo seu número de folhas e flores (Agustí & Almela, 1991) em: frequência de brotos vegetativos (BV); frequência de brotos florais (BF); frequência de brotos mistos (BM); frequência de brotos mistos com duas ou mais folhas e

uma flor apical ( $BM \geq 2-1$ ), e frequência de brotos mistos com cinco ou mais folhas e uma flor apical ( $BM \geq 5-1$ ).



FIGURA 1. Escala de notas 0 (a), 1 (b), 2 (c) e 3 (d), atribuídas na avaliação das plantas de tangerineira 'BRS Rainha', tratadas com as auxinas 3,5,6-TPA (5, 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>) e 2,4-D (20, 40, 80 e 160 mg L<sup>-1</sup>), na data de 17 de março de 2013, Montenegro – RS, 2012-2013.

A aplicação dos agroquímicos raleantes foi efetuada na data de 09/11/2013.

Em 18/11/2013 iniciaram-se as contagens dos frutos nos dois ramos selecionados nas plantas tratadas e nos dois controles, totalizando oito avaliações. A partir da mesma data, avaliou-se o diâmetro de dois frutos aleatórios em cada um dos dois ramos previamente selecionados em cada planta, medindo-se transversalmente (diâmetro, d) e longitudinalmente (altura, h), totalizando 20 avaliações.

Após a colheita (08/08/2014), foram realizadas as avaliações descritas no item a seguir.

### 3.5.3 Avaliações qualitativas dos frutos

- Massa de frutos de cada planta tratada ( $M$ , kg árvore<sup>-1</sup>), por meio de balança digital, com capacidade para 50 kg e precisão de 10 gramas.
- Foi efetuada a contagem do número de frutos ( $N_f$ , n° árvore<sup>-1</sup>), tendo sido amostrados 80 frutos aleatoriamente por unidade experimental, os quais foram analisados no Laboratório de Horticultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, quanto as seguintes variáveis:

- Diâmetro equatorial ( $D$ , mm) e altura dos frutos da base do fruto até o cálice, acima do colarinho (altura, h), com o uso de paquímetro digital (Digimes, 150 mm);
- Massa individual (g) de cada um dos 80 frutos da amostra, e da amostra total (kg), com balança digital de bancada (Marte, modelo AS 5500);
- Volume de suco produzido pela amostra total (ml);
- Conteúdo de suco (CS, %), pela razão entre massa de suco e massa de frutos, sendo calculado através da equação:

$$CS = \left[ \left( \frac{m_r - m_a}{m_a} \right) \times 100 \right]$$

onde o  $m_r$  é a massa do resíduo, posterior a extração do suco, e  $m_a$  é a massa da amostra;

- Sólidos solúveis (SS, %), por meio de refratômetro (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-1);
- Acidez titulável (AT, % equivalente em ácido cítrico), por titulação com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> até se atingir pH 8,1, por meio da seguinte equação:

$$AT = \frac{M_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 0,064}{m_s} \times 100$$

onde  $M_{NaOH}$  é a concentração exata de NaOH, a qual é aproximadamente 0,1 mol/L;  $V_{NaOH}$  é o volume de NaOH utilizado para elevar o pH a 8,1; O valor 0,064 é a constante de transformação para expressar a acidez no ácido preponderante (ácido cítrico), e  $m_s$  é a massa de suco utilizada para a titulação, a qual fica entre 6,0 e 6,1 g;

- Índice de maturação (IM), pela razão SS/AT;
- Os parâmetros  $L$ ,  $a$  e  $b$ , com o uso de colorímetro (Konica/Minolta, modelo CR 400), onde se efetuaram três pontos de medida, na região equatorial de cada fruto. O valor  $L$  mede a luminosidade da cor variando de  $L = 100$ , quando perfeitamente branco, a  $L = 0$  quando perfeitamente negro. Os parâmetros  $a$  e  $b$  são chamadas dimensões de cromaticidade, sendo que o parâmetro  $a$  representa cores vermelhas quando positivo e verdes quando negativo, e o parâmetro  $b$  representa cores amarelas quando positivo e azuis quando negativo. Todos os parâmetros representam cor cinza quando nulos. Com estes parâmetros pode-se calcular:

- Índice de cor de casca (ICC): calculado pela fórmula (Jimenez-Cuesta *et al.*, 1981) (Figura 2):

$$ICC = \frac{1000a}{L b}$$

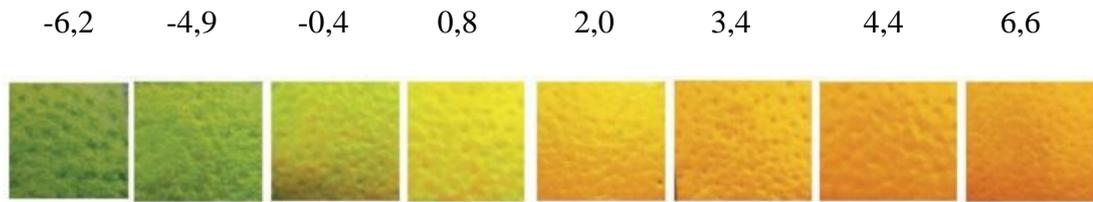


FIGURA 2. Escala de cores para a casca de frutos cítricos com os respectivos valores do índice de cor (extraído de Spósito *et al.*, 2006).

- A cromaticidade ( $C^*$ ), que reflete a pureza da cor em relação ao cinza, sendo que quanto maior o seu valor, mais pura é a cor. É calculada através da equação (Jifon & Syvertsen, 2001):

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

- O ângulo de cor ( $h^\circ$ ), ou ângulo de cor, que representa a cor medida entre os diversos matizes ( $h^\circ = 0$  ou  $360$ , vermelho;  $h^\circ = 90$ , amarelo;  $h^\circ = 180$ , verde;  $h^\circ = 270$ , azul). O ângulo de cor é calculado pela equação (Lozano & Ibarz, 1997):

$$h^\circ = \arctan \left( \frac{b}{a} \right)$$

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Primeira Safra (2012/2013)**

#### **4.1.1 Efeito dos tratamentos sobre a abscisão dos frutos jovens**

Nas observações efetuadas a campo, verificou-se o início da queda fisiológica dos primeiros frutinhos a partir de 22 de outubro, tendo sido avaliado como 1º de novembro, como momento da plena queda fisiológica, e data das aplicações dos diferentes produtos, no 10º dia após o início da queda fisiológica dos frutos jovens (DAIQFJ), indicado na Figura 3a pela seta vertical descendente.

Os tratamentos aplicados proporcionaram diferenças significativas sobre a abscisão dos frutos (Tabela 1), em todos os intervalos de dias aos quais foram efetuadas as contagens nos ramos marcados. Observaram-se diferenças entre as plantas Testemunha (T) e as quatro diferentes concentrações dos produtos 3,5,6-TPA BEE e 2,4-D aplicados, nas cinco avaliações realizadas ( $0,0001 < 0,05$ ), tendo os mesmos causado diferenças no número de frutos ( $N_f$ ) jovens nas plantas tratadas, em relação à contagem inicial pré-queda fisiológica dos mesmos.

Inicialmente, pode-se observar diferenças entre os dois produtos aplicados sobre a intensidade de queda dos frutos (Figuras 3, 4a e 4b). Contudo, a partir do 39º dia após o início da queda fisiológica destes, essas diferenças não se expressaram mais significativas entre as concentrações das duas moléculas auxínicas utilizadas (Tabela 1, Figura 3), em relação à porcentagem de frutos raleados.

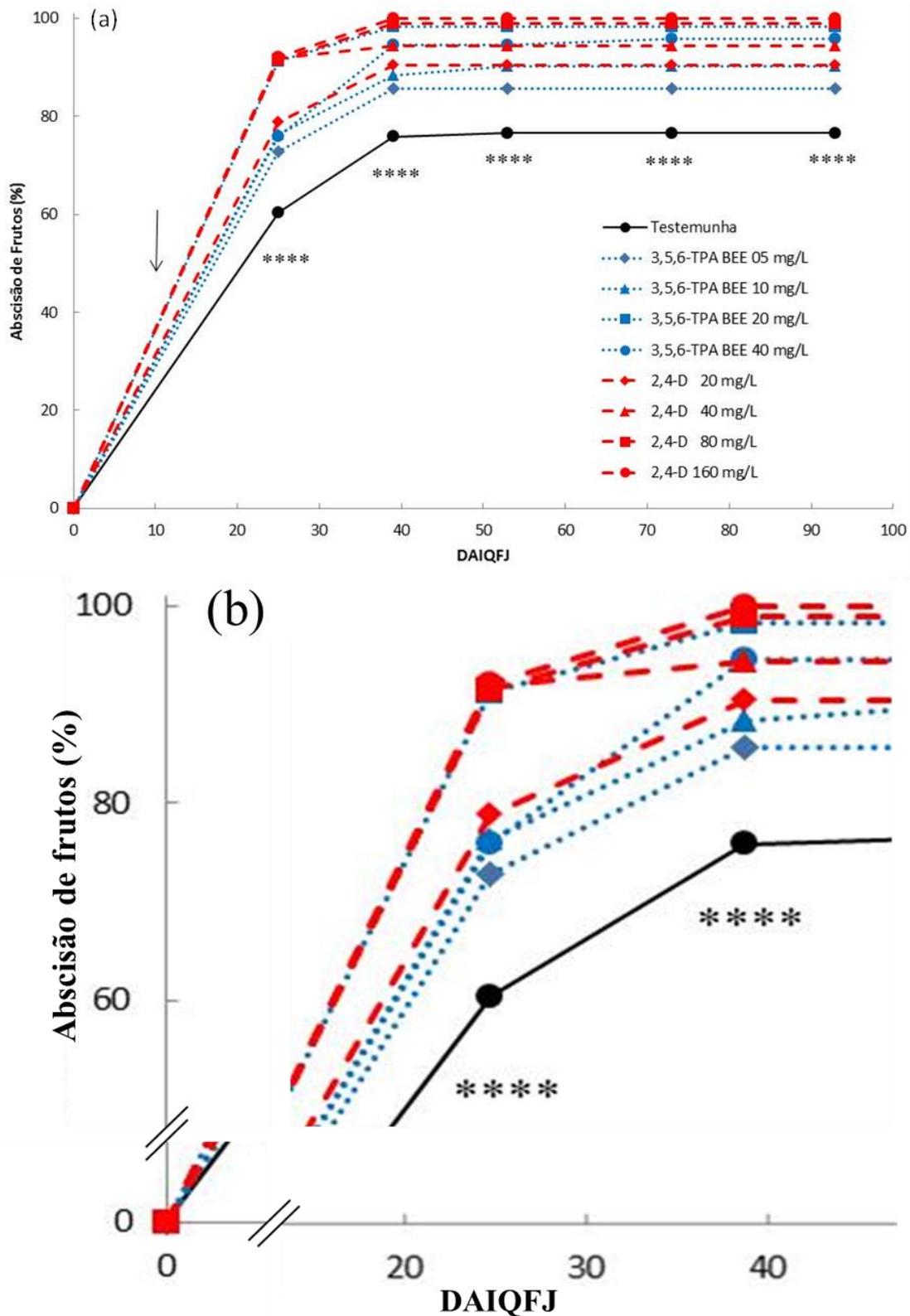


FIGURA 3. Comportamento da abscisão de frutos jovens de tangerineira ‘BRS Rainha’ ao longo do tempo (a), em função das diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE e 2,4-D aplicadas durante a queda de frutos jovens, e (b) ressaltando os 25 e 39 DAIQFJ. Montenegro - RS, 2012. (DAIQFJ, Dias após o início da queda fisiológica de frutos jovens; \*\*\*\*\*,  $P < 0,0001$  referente ao contraste ortogonal que compara a testemunha com os outros tratamentos. A seta em (a) indica a data da pulverização dos raleantes químicos).

A partir do 35º DAIQFJ ocorreu uma estabilização da ação raleante de ambas as moléculas (à exceção do tratamento 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup>, que ocorreu aos 53 DAIQFJ), tendo-se mantido constante o N<sub>f</sub> nas plantas ao decorrer das três últimas contagens (Figuras 3a, 4a e 4b). Na Figura 3b destaca-se o momento das avaliações aos 25 e 39 DAIQFJ, observando-se com maior clareza as diferenças entre os dois produtos ministrados em suas diferentes concentrações.

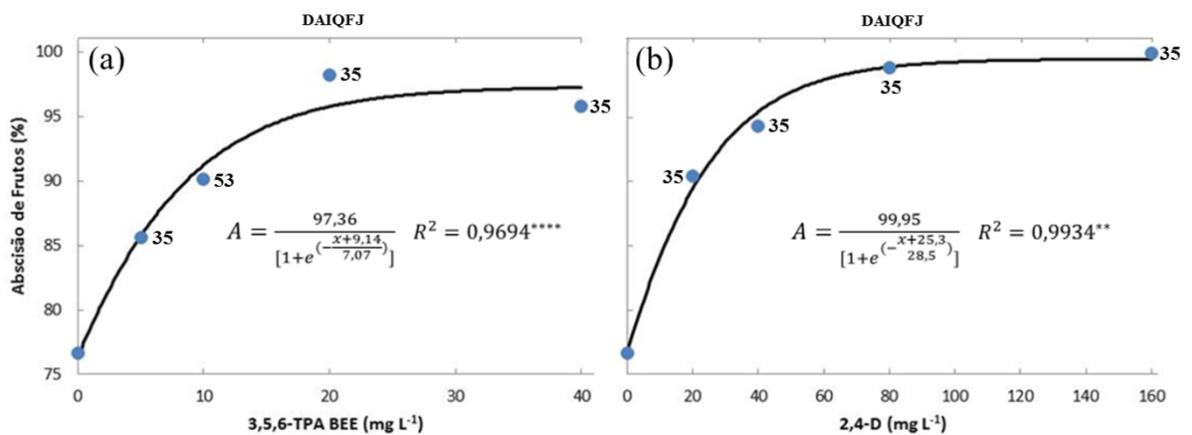


FIGURA 4. Comportamento da abscisão de frutos jovens de tangerineira ‘BRS Rainha’ em função das diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (a) e 2,4-D (b) aplicadas durante a queda de frutos jovens, Montenegro - RS, 2012. (DAIQFJ, Dias após o início da queda fisiológica de frutos jovens).

Nas Figuras 4a e 4b, as concentrações de 3,5,6-TPA e 2,4-D apresentaram curvas crescentes de abscisão, que estabilizaram nas concentrações mais elevadas aplicadas, e resultaram em 97,36 e 99,95% de porcentagem de abscisão final, respectivamente, com as maiores concentrações de cada auxina.

As curvas de regressão mostram uma alta correlação dos pontos das concentrações administradas de cada auxina com a porcentagem de abscisão encontrada, com 96% para 3,5,6-TPA e 99% para o 2,4-D (Figuras 4a e 4b).

Em relação às concentrações ministradas, verificou-se que aos 25 DAIQFJ não houve diferenças significativas entre as diferentes concentrações aplicadas, tanto do 2,4-D: 20, 40, 80 e 160 mg L<sup>-1</sup> (78,7; 91,9; 91,4 e 92,1%) como do 3,5,6-TPA: 5, 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> (72,8; 76,3; 91,3 e 75,8%, respectivamente), ou seja, as concentrações causaram

abscisões efetivamente similares (Tabela 1, Figura 3a). O 2,4-D nas concentrações de 40, 80 e 160 mg L<sup>-1</sup>, e o 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup>, apresentaram as maiores porcentagens de abscisão, com 91,9; 91,4; 92,1 e 91,3% respectivamente, demonstrando diferenças, especificamente entre os produtos (na análise da parte fatorial) avaliados na Tabela 1.

TABELA 1. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para a abscisão de frutos jovens da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico (5, 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA BEE e 20, 40, 80 e 160 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D). Montenegro – RS, 2012-2013.

Causa de Variação	Dias após o início da queda <sup>(1)</sup> de frutos jovens				
	25	39	53	73	93
<u>Análise Conjunta</u> <sup>(2)</sup>					
Tratamentos	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<i>Testemunha vs. Raleios</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<u>Análise da Parte Fatorial</u> <sup>(3)</sup>					
Produtos	0,0103	0,0396	0,0735	0,1032	0,1032
Concentrações (Produtos) <sup>(4)</sup>	0,0568	0,0084	0,0170	0,0146	0,0146

<sup>(1)</sup> 22/10/2012

<sup>(2)</sup> ANOVA conjunta referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$

<sup>(3)</sup> ANOVA da parte fatorial, referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \rho_i + \sigma(\rho_i)_j + \beta_k + \varepsilon_{(ij)k}$

<sup>(4)</sup> Interação significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008)

A partir da avaliação do 39º DAIQFJ, e durante todas as avaliações seguintes, ocorreram diferenças significativas nas taxas de abscisão entre as concentrações de 5 e 20 mg L<sup>-1</sup> do 3,5,6-TPA (85,6% e 98,2%) e 20 e 160 mg L<sup>-1</sup> do 2,4-D (90,4% e 100,0%), respectivamente. Dois diferentes picos de aumento de abscisão puderam ser verificados graficamente, entre o 39º e o 53º DAIQFJ, com 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup>, e entre o 53º e o 73º DAIQFJ, com 3,5,6-TPA 40 mg L<sup>-1</sup>, onde ambos aumentaram suas porcentagens de abscisão, (88,4 para 90,2 e 94,6 para 95,8, respectivamente) para depois estabilizarem (Figura 3a).

Ferreira-Filho *et al.*, (2002) trabalhando com limeira-ácida-‘Tahiti’ clone IAC-5 (*C. latifolia* Tanaka) de seis anos de idade em São Paulo, testaram as concentrações de 0, 10, 20, 40 e 80 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA na formulação éster, e encontraram que a partir do 23º dia após a aplicação (DAA), as porcentagens de abscisão nas três menores concentrações

utilizadas, apresentaram diferenças em relação à Testemunha, assim como foi observado no presente trabalho na mensuração feita no 25° DAIQFJ.

A exceção observada por Ferreira-Filho *et al.*, (2002) foi a concentração de 80 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA, que se mostrou com porcentagem de abscisão semelhante a Testemunha (a menor porcentagem de abscisão entre todas as concentrações aplicadas no 23° DAA). Aos 37 DAA, a concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> apresentou 100% de abscisão, enquanto a Testemunha apresentou 61,04% de abscisão de frutos de limeira-ácida ‘Tahiti’. Este resultado destoa do que se esperaria como normal, ou seja, uma porcentagem de abscisão mais expressiva nesta concentração, assim como observado no presente trabalho, onde todas as concentrações foram significativamente diferentes em relação a Testemunha.

Verificando a porcentagem de abscisão de frutos, elas estabilizaram aos 29 DAA (Figuras 3a e 3b). Os resultados observados no presente trabalho com os tratamentos 3,5,6-TPA 10 e 20 mg L<sup>-1</sup>, foram semelhantes ao encontrado por Mesejo *et al.* (2012), com 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> (éster) em ‘Marisol’, onde aos 30 DAA, a porcentagem total de abscisão estabilizou-se. E também, neste trabalho, como para Mesejo *et al.* (2012), tanto a Testemunha quanto os tratamentos com raleantes tiveram comportamentos semelhantes na estabilização da queda da abscisão (Figura 3a).

Conforme Agustí *et al.* (1996), a porcentagem de abscisão em tangerineira ‘Oronules’, 15 DAA, utilizando 15 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA na forma de ácido livre, foi de 11,2%, não sendo significativamente diferente da Testemunha (4,6%). Porém na formulação éster (a utilizada no presente trabalho), alcançou 24% de abscisão aos 15 DAA, significativamente diferente da abscisão encontrada nas plantas tratadas com 15 mg L<sup>-1</sup> na forma de ácido livre e da Testemunha. Este resultado, demonstra a maior toxicidade imprimida pela forma éster do 3,5,6-TPA, comparativamente a forma ácida deste, devido a maior lipofilicidade, difusividade e absorção foliar da forma éster em relação a forma ácida.

No presente trabalho, a porcentagem de abscisão dos frutos da tangerineira ‘Rainha’, foi expressivamente superior, tanto na abscisão natural da Testemunha como nos diferentes tratamentos (Figura 3a), semelhante ao demonstrado por Agustí *et al.* (1996) com ‘Oronules’.

Também na formulação éster de 3,5,6-TPA, Agustí *et al.* (2007) avaliaram que as concentrações até 15 mg L<sup>-1</sup> em tangerineira Satsuma ‘Clauselina’ causaram uma abscisão de 4 a 6%, 20 mg L<sup>-1</sup> causou 42%, e com 25 mg L<sup>-1</sup> houve 67%. A Testemunha apresentou 1,5%. No presente estudo com as concentrações de 5, 10 e 20 mg L<sup>-1</sup>, a porcentagem de raleio foi de 85,6; 90,2 e 98,2%, respectivamente, demonstrando ocorrer realmente uma maior abscisão acarretada pelo uso da forma éster na cultivar ‘Rainha’.

Saleem *et al.* (2007) com a laranjeira-doce ‘Blood Red’ no Paquistão, aplicaram 2,4-D nas concentrações de 10, 20 e 25 mg L<sup>-1</sup>, para tentar controlar a queda fisiológica e melhorar a qualidade dos frutos na colheita. Não encontraram diferenças entre os tratamentos, porém em valores absolutos, houve aumento de abscisão de 12,95 e 7,7% com 2,4-D a 10 e 25 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, comparativamente à Testemunha, tendo produzido frutos de mesmo peso. Com 20 mg L<sup>-1</sup> houve retenção, ao invés de abscisão de frutinhas, com uma conseqüente diminuição de 22% no peso em relação à Testemunha, contrariamente ao observado no ano seguinte, onde Saleem *et al.* (2008) encontraram 61,51% de abscisão comparativamente a Testemunha, sendo também diferente de todos os demais tratamentos. Esses autores demonstraram claramente o efeito errático do produto, que apresentou diferenças tão significativas no ano e entre diferentes anos de tratamento, podendo-se inferir aqui a interação dos fatores ambientais, como citado por Agustí *et al.* (1998), que afirmam que mesmo comparando substâncias submetidas ao rigor científico próprio da investigação, e desenvolvidas em condições experimentais aparentemente idênticas, podem ser obtidas diferenças em condições de campo, variáveis e sujeitas aos solos desiguais, diferentes microclimas, diferentes aplicadores, etc.

Guardiola *et al.*, (1988) trabalhando com ‘Satsuma’ ao final de junho na Espanha, com diferentes concentrações de 2,4-D (7,5; 10, 15 e 20 mg L<sup>-1</sup>) encontraram porcentagens de abscisão, em comparação a Testemunha, de 27,6%, 198,3%, 98,3% e 232,7%, respectivamente, superiores, demonstrando não haver uma linearidade nas respostas em função do aumento gradual das concentrações administradas, contrariamente ao observado aqui neste trabalho, onde as curvas se mostraram crescentes e estabilizaram suas porcentagens aos 39 DAIQFJ (Figura 3). Babu & Lavania (1985) sugerem que nem todas as auxinas são igualmente fitotóxicas, e uma espécie vegetal também pode apresentar sensibilidade variável a diferentes auxinas.

Duarte (2002), em pomar comercial em Portugal, aplicou 2,4-D na concentração de 20 mg L<sup>-1</sup> em tangerineira ‘Nova’, na plena floração, 30 e 60 DAPF. Aos 30 DAPF (queda fisiológica) foi o momento que conferiu a maior porcentagem de raleio (67,2%). No presente trabalho, obteve-se um valor superior de porcentagem de raleio na tangerineira ‘Rainha’ com 20 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D (90,4%), demonstrando ser nesta mais efetivo o tratamento.

#### **4.1.2 Fitotoxidez nas plantas**

Em função da classificação de fitotoxidez pelas notas atribuídas, na análise conjunta de todos os dez tratamentos, houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2), reflexo das concentrações mais elevadas que apresentaram características claras de fitotoxidez (Figura 1c e 1d), o que por sua vez acarretou um maior volume de abscisão de frutos.

Pode-se chegar a mesma conclusão observando a análise conjunta, da Testemunha comparada aos nove tratamentos de raleio de frutos, onde também se confirmou essa diferença, bem como na comparação analítica do raleio manual (RM) em relação aos oito tratamentos de raleio químico (Tabela 2).

TABELA 2. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para fitotoxidez em tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico. Montenegro – RS, março de 2013.

Causa de Variação	Fitotoxidez (nota)
<u>Análise Conjunta<sup>(1)</sup></u>	
Tratamentos	<0,0001
<i>Testemunha vs. Raleios</i>	0,0298
<i>Ral. Manual vs. Ral. Químicos</i>	0,0031
<u>Análise da Parte Fatorial<sup>(2)</sup></u>	
Produtos	<0,0001
Concentração (Produtos) <sup>(3)</sup>	<0,0001

<sup>(1)</sup> ANOVA conjunta referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$

<sup>(2)</sup> ANOVA da parte fatorial, referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \rho_i + \sigma(\rho_i)_j + \beta_k + \varepsilon_{(ij)k}$

<sup>(3)</sup> Interação significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008)

Na análise fatorial, também foram observadas diferenças significativas, tanto entre os dois produtos aplicados, como entre as diferentes concentrações dentro de cada um dos produtos, demonstrando que os dois produtos e suas diferentes concentrações, exerceram diferentes intensidades de abscisão nas árvores tratadas (Tabela 2, Figura 4a e 4b).

A ação das auxinas que gerou a fitotoxidez é explicada por Fedtke (1982), através de estudos anatômicos e morfológicos. O desenvolvimento de sintomas incluindo cloroplastos com graves danos levando a clorose foliar, funções estomáticas alteradas, desintegração do tecido radicular e crescimento apical anormal. Ele compilou a sequência de sintomas em três fases associadas à ação do herbicida: (i) estimulação do processo metabólico, (ii) distribuição levando à morfologia aberrante e (iii) colapso e decadência do tecido. A ação citotóxica das auxinas é responsável por causar um metabolismo aberrante dos ácidos nucleicos, induzindo um desequilíbrio hormonal nos tecidos de toda a planta tratada.

Segundo Love & Donnely (1976) *apud* Tu *et al.* (2001) os frutos de plantas tratadas apresentam traços residuais de 2,4-D por um período de até sete semanas após a aplicação. Isto pode explicar os resultados de fitotoxidez encontrados primeiramente pelas altas

concentrações aplicadas em alguns tratamentos de 3,5,6-TPA (à exceção de 5 mg L<sup>-1</sup>), associado à persistência dessas moléculas nos tecidos da planta, que repercutiram na avaliação de toxidez efetuada em 17/03/13 (136 DAA).

A escala de notas da Figura 1 possibilitou criar um comparativo de fitotoxidez que as plantas expressaram em decorrência dos tratamentos administrados. De modo que, na medida em que aumentava a concentração de 3,5,6-TPA, aumentavam as plantas com sinais e sintomas de toxidez (Figura 5a).

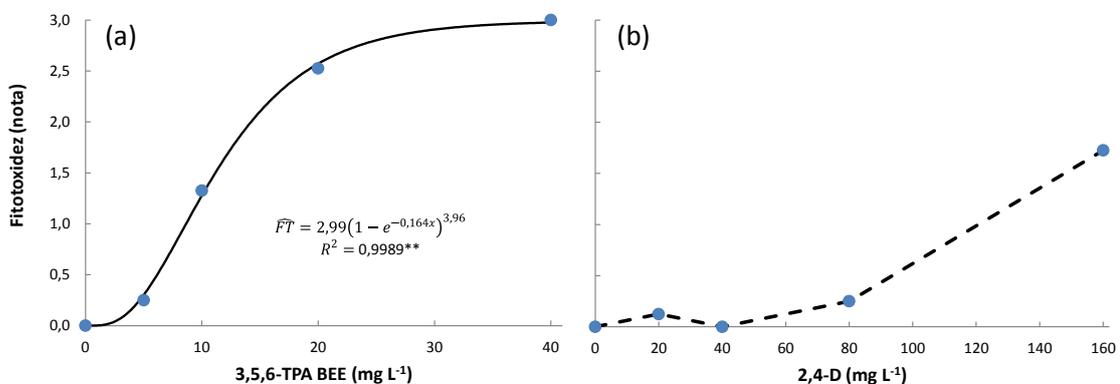


FIGURA 5. Fitotoxidez observada em árvores de ‘BRS Rainha’ submetidas a aplicações de diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (a) e 2,4-D (b) durante a queda fisiológica de frutos jovens (novembro de 2012). Montenegro, RS, março de 2013. Não foi observada fitotoxidez nas plantas sobre raleio manual (RM).

O tratamento 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> causou pouca fitotoxidez (nota 0,3) comparativamente às concentrações subsequentes (Figura 5a), valor este, significativamente diferente das demais doses na análise fatorial (Tabela 2). No tratamento 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup> houve um abrupto aumento da nota atribuída (1,3), situação essa que também se repetiu nas concentrações de 20 (2,5) em relação às concentrações menores, chegando a nota máxima três (3,0) de toxidez nas plantas tratadas com 40 mg L<sup>-1</sup>.

Na data da avaliação de 17 de março de 2013, nos blocos que receberam o tratamento de 3,5,6-TPA 40 mg L<sup>-1</sup>, encontraram-se plantas em que inclusive o porta-enxerto expressou sinais de fitotoxidez, caracterizados por fissuras verticais na superfície do porta-enxerto, com rompimento e soltura de partes da casca, semelhantes aos sintomas

de planta contaminada pelo fungo da gomose dos citros (*Phytophthora spp.*), só que sem expressar o escorrimento da goma. Essa particularidade foi observada apenas nas plantas tratadas com esta concentração de 3,5,6-TPA (Apêndice 3).

Os tratamentos com 2,4-D, nas duas concentrações mais altas, apresentaram valores médios de notas de 0,3 e 1,7 (Figura 5b), também significativamente diferentes dos demais, na concentração dos produtos (Tabela 2). Deste modo pode-se observar que o 2,4-D não causou uma fitotoxidez tão expressiva, no conjunto de todas as concentrações administradas, quanto ao observado nos diferentes tratamentos com 3,5,6-TPA.

Assim como observado no presente trabalho, Ferreira-Filho *et al.*, (2002) utilizando concentrações de 20, 40 e 80 mg L<sup>-1</sup> do 3,5,6-TPA BEE (éster-butóxiéfílico), em limeira-ácida 'Taiti', observaram que tais concentrações causaram severos danos às plantas. Os sintomas agravaram-se com o tempo, e cerca de 20 DAA dos tratamentos, as concentrações de 40 e 80 mg L<sup>-1</sup> provocaram clorose generalizada nas plantas, manchas necróticas em alguns frutos maduros e, em folhas mais expostas, bem como seca de ponteiros e desfolha.

A escala de fitotoxidez observada no presente trabalho é semelhante à proposta por Ferreira-Filho *et al.* (2002), que observaram uma toxicidade classificada como baixa e média, em folhas maduras e novas, de plantas tratadas com a concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA (éster), respectivamente. Em plantas tratadas com 20 mg L<sup>-1</sup> observaram uma toxicidade média e severa, em folhas maduras e novas, respectivamente, e com 40 e 80 mg L<sup>-1</sup>, observaram fitotoxidez severa tanto em folhas novas como em folhas velhas. Os maiores sintomas de toxicidade foram observados em brotos novos. Conforme retratado nas Figura 1c e 1d, e em menor intensidade na Figura 1b, onde também nas plantas tratadas com 40 mg L<sup>-1</sup> do 3,5,6-TPA, causou os danos mais severos de toxidez (Apêndice 6).

Mesejo *et al.* (2012) aplicaram o 3,5,6-TPA (éster) durante a fase de divisão celular, e observaram um efeito de diminuição do peso das folhas das plantas de

tangerineira clementina 'Clemenules', e uma consequente diminuição da área foliar. Os tratamentos de 5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> apresentaram 79, 77 e 46% da massa das folhas, comparativamente ao tratamento Testemunha, e 84, 75 e 41% da área foliar da Testemunha, respectivamente, demonstrando deste modo o efeito de toxicidade que a molécula imprimiu às plantas, como também o observado aqui neste trabalho, onde houve perda substancial de folhas (Figuras 1d e 5).

Essa perda de folhas causa às plantas uma diminuição da área fotossinteticamente ativa, o que comparativamente às plantas tratadas com produtos auxínicos, que não provocam desfolha, acarretam uma diferença na taxa de crescimento e tamanho final dos frutos, que são significativamente maiores.

Serciloto (2001) observou em tangoreiro 'Murcott', que a aplicação de 2,4-D (8 mg L<sup>-1</sup>) não afetou a assimilação de CO<sub>2</sub>, a transpiração, a condutância estomática e o teor de clorofila (SPAD). Essa observação corrobora com o observado na Figura 5b, que demonstra que a 'BRS Rainha' é pouco sensível à ação fitotóxica de 2,4-D, até a concentração de 40 mg L<sup>-1</sup>.

Foi observado um efeito colateral inesperado, nas plantas tratadas com as concentrações de 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA, tendo ocorrido fluxos de extemporâneos de florescimento. O mesmo não foi observado para as árvores tratadas com as diferentes concentrações de 2,4-D. Estes fluxos extemporâneos podem ser interessantes caso se faça rentável o deslocamento da produção para diferentes épocas de colheita, como no caso da limeira-ácida 'Tahiti', que ofertada após a época tradicional de colheita, na época das festividades de final de ano, possui valores comerciais consideravelmente superiores.

As plantas tratadas com 5 mg L<sup>-1</sup> não apresentaram este florescimento fora de época (Figuras 6a e 7), demonstrando que com essa concentração não sofreram de fitotoxidez, aparente, diferentemente das demais, que ao terem administradas as

concentrações que causaram toxidez, responderam com uma floração, como estratégia de perpetuação da espécie, frente a ação tóxica daquela molécula que lhes foi aplicada.

As colheitas extemporâneas efetuadas nas datas de 19/09/2013 (56 dias após a colheita da safra normal: 24/07/2013), e 05/02/2014, elencadas na Figura 6, foram decorrentes da floração avaliada aqui neste trabalho na data de 17/03/2013.

Nas plantas tratadas com 10 mg L<sup>-1</sup> ocorreram flores em 62,5% das plantas e, para as concentrações de 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> foram verificadas em 100% das plantas a ocorrência de flores extemporâneas. Estes florescimentos extemporâneos ocorreram a partir dos 60 DAA. As concentrações de 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> do 3,5,6-TPA (éster) causaram vários fluxos florais em intensidades e volumes muito semelhantes, como pode ser visualizado na Figura 7 e nos Apêndices 4 e 5.

Em relação à massa de frutos temporões (M<sub>e</sub>), nas concentrações de 5, 10 e 20 mg L<sup>-1</sup> do 3,5,6-TPA foram colhidos uma média de 0,05 (53 gramas); 4,93 e 12,44 kg árvore<sup>-1</sup>, respectivamente, e com 40 mg L<sup>-1</sup>, houve uma diminuição, sendo colhidos 6,93 kg árvore<sup>-1</sup> (Figura 6b).

Este comportamento foi consequência da ação fitotóxica que essas concentrações acarretaram nas plantas tratadas, pois à medida que se aumentou a concentração de 3,5,6-TPA aplicada, maior foi o volume de abscisão e também de fitotoxidez. Nas plantas tratadas com 40 mg L<sup>-1</sup>, além da desfolha, as plantas apresentaram morte de ramos, o que fez com que ocorresse a inflexão da curva de produção de frutos fora de época de 12,44 kg árvore<sup>-1</sup> nas plantas tratadas com 20 mg L<sup>-1</sup>, para 6,93 kg árvore<sup>-1</sup> nessas árvores debilitadas. Na figura 7 observa-se amarelecimento nas folhas, coloração essa advinda da toxicidade da ação do fitorregulador aplicado nas concentrações mais elevadas.

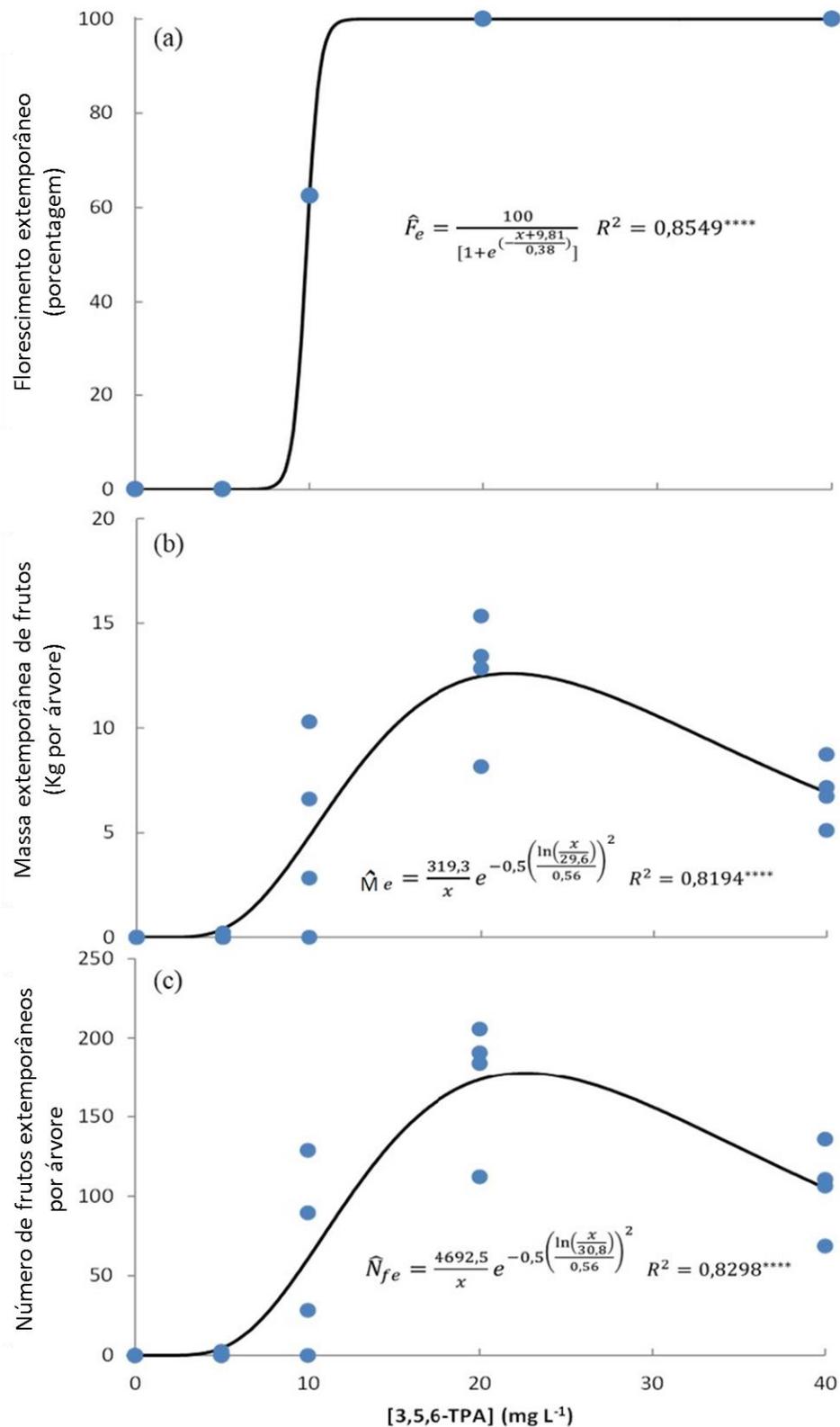


FIGURA 6. (a) Frequência de árvores com florescimento extemporâneo em março de 2013 ( $F_e$ ); (b) massa e (c) número de frutos temporões ( $M_e$  e  $N_{fe}$ , respectivamente<sup>(1)</sup>) em tangerineiras ‘BRS Rainha’ em função da aplicação de diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE. Montenegro – RS

<sup>(1)</sup> Somatório das colheitas de 19/09/2013 e 05/02/2014, referentes à frutificação da florada de março de 2013.



FIGURA 7. Florescimento extemporâneo de plantas de tangerineira ‘BRS Rainha’, tratadas com a auxina 3,5,6-TPA na concentração de 40 mg L<sup>-1</sup>, em 17 de março de 2013, Montenegro – RS, 2012-2013.

\*As flores acima se transformaram nos frutos temporões colhidos em 05 de fevereiro de 2014, 11 meses após essa avaliação.

Quanto ao número de frutos temporões ( $N_{fe}$ ), estes apresentaram comportamento semelhante a  $M_e$ . O que nos mostra que essas duas variáveis produtivas foram dependentes das concentrações aplicadas, com média de 0,6; 61,6; 173,2 e 105,3 frutos planta<sup>-1</sup>, nas concentrações de 5, 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA, respectivamente (Figura 6c).

Pode-se observar uma alta correlação nas Figuras 6a, 6b e 6c, demonstrando haver uma relação de dependência entre as concentrações auxínicas ministradas, da ordem de 85, 82 e 83%, respectivamente, e seus decorrentes reflexos nas plantas, de florescimento,  $M_e$  e  $N_{fe}$ , respectivamente.

Como estratégia de produção, a concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA seria interessante para a produção extemporânea de flores, e conseqüentemente de frutos,

direcionados para um determinado momento ao qual o mercado estivesse em aquecida demanda pelos mesmos, pois o número médio ajustado de 61,6 frutos planta<sup>-1</sup>, representa um peso unitário de 80 gramas para cada fruto (Figura 6b), sem haver uma expressão acentuada de toxidez às plantas. Porém, pode-se observar que houve uma dispersão expressiva nos resultados observados (Figuras 6b e 6c), onde um dos quatro blocos não produziu nenhum fruto nas plantas tratadas com 10 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA, demonstrando o risco no uso deste tratamento.

#### 4.1.3 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade dos frutos

##### 4.1.3.1 Efeito sobre o tamanho dos frutos

Verificando a análise conjunta das mensurações quantitativas dos frutos, pode-se observar que houve diferenças significativas em todas as medidas efetuadas (diâmetro e massa dos frutos), quando submetidos à análise conjunta dos dez tratamentos (Tabela 3).

O diâmetro (D) médio dos frutos das plantas submetidas aos nove diferentes tratamentos de raleio, foi 7 mm superior (69,8 mm) ao D dos frutos das plantas Testemunha (62,8 mm). Isso representa uma diferença de 10% no diâmetro entre o conjunto dos frutos provenientes das plantas raleadas (manualmente e os oito tratamentos auxínicos), comparativamente ao conjunto dos frutos das plantas não raleadas.

TABELA 3. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para diâmetro dos frutos (D) e massa de frutos por planta (M), da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico e manual. Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Causa de Variação	D (mm)	M (kg árvore <sup>-1</sup> )
<u>Análise Conjunta</u> <sup>(1)</sup>		
Tratamentos	<0,0001	<0,0001
<i>Testemunha vs. Raleios</i>	<0,0001	<0,0001
<i>Ral. Manual vs. Ral. Químicos</i>	<0,0001	0,0002
<u>Análise da Parte Fatorial</u> <sup>(2)</sup>		
Produtos	<0,0001	0,2921
Concentração (Produtos) <sup>(3)</sup>	0,0113	<0,0001

<sup>(1)</sup> ANOVA conjunta referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$

<sup>(2)</sup> ANOVA da parte fatorial, referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \rho_i + \sigma(\rho_i)_j + \beta_k + \varepsilon_{(ij)k}$

<sup>(3)</sup> Interação significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008)

Comparando os D dos frutos obtidos no RM (66,3 mm) em relação aos obtidos nos oito tratamentos de raleio químico (70,3 mm), houve uma diferença de 4 mm, que corresponde a uma redução de 6% no tamanho dos frutos com o emprego do RM. Esse decréscimo esteve atrelado a uma diminuição de 48,8% na massa de frutos produzidas por planta (M), (de 21,3 no RM para 10,9 kg planta<sup>-1</sup>, em média) verificada nos oito tratamentos de raleio químico.

Albisu (2013), trabalhando com a tangerineira ‘Montenegrina’ no Uruguai, encontrou que os frutos provenientes dos tratamentos 3,5,6-TPA 10 e 20 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) alcançaram um D de 2 e 4 mm, significativamente superior à Testemunha. Também os trabalhos de Agustí & Almela (1995), Agustí *et al.* (1998), Duarte (2002), Albisu (2013) e Roa *et al.* (2015) corroboram os resultados obtidos no presente trabalho, indicando terem encontrado diferenças nos D entre os diferentes tratamentos e a Testemunha (Tabela 3).

Já Ferreira-Filho *et al.*, (2002) compararam as concentrações de 5 e 10 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA (éster), e não encontraram diferenças significativas nos diâmetros e nas massas entre essas concentrações e a Testemunha, contrariando o encontrado no presente trabalho. A diferença entre os resultados destes diferentes autores é em função das diferentes fórmulas do 3,5,6-TPA utilizadas, onde o ácido livre além de causar a abscisão dos frutinhos, ainda causou o efeito de ‘engorde’, como relatado por Agustí *et al.*, 2003.

Na avaliação da M por árvore (kg planta<sup>-1</sup>), todas as análises mostraram diferenças significativas na massa de frutos colhidos, à exceção da análise fatorial dos dois diferentes produtos raleantes, mostrando que não houve diferença entre as massas colhidas nas plantas tratadas com as duas diferentes auxinas, porém havendo diferenças entre as diferentes concentrações utilizadas.

A produção média da Testemunha foi de 32,4 kg planta<sup>-1</sup>, enquanto que a média dos nove tratamentos de raleio foi 12,1 kg planta<sup>-1</sup>, uma redução de 62,65% na massa total final dos frutos colhidos em comparação aos colhidos nas plantas Testemunha. Os oito raleios

químicos produziram uma média de 10,5 kg planta<sup>-1</sup>, o que equivale a 50,7% da produção no RM (de 21,3 kg planta<sup>-1</sup>) e 32,4% da produção média na Testemunha, na análise conjunta (Tabela 3).

Babu & Lavania (1985) trabalhando com ‘Limão’ (*C. limon*) na Índia, avaliaram o 2,4-D nas concentrações de 5, 10 e 20 mg L<sup>-1</sup>, e encontraram um aumento da M em relação à Testemunha (2,06 kg planta<sup>-1</sup>), nos tratamentos de 2,4-D 5 mg L<sup>-1</sup> (2,97 kg planta<sup>-1</sup>) e 10 mg L<sup>-1</sup> (3,84 kg planta<sup>-1</sup>), sugerindo uma mobilização dos elementos nutricionais, mesmo às custas do reduzido crescimento vegetativo. Com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> a M foi de 2,54 kg planta<sup>-1</sup>, similar à Testemunha. Saleem *et al.* (2008) também encontraram a maior M com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, em laranjeira ‘Blood Red’.

Trabalhando com tangerineira clementina ‘Esbal’, em Sagunto na Espanha, Duarte (2002) também utilizou 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> na plena floração, 14 DAPF (dias após a plena floração) e 20 DAPF, e encontrou que na plena floração os frutos após os tratamentos possuíam um D em média 8 mm superior à Testemunha, o que em muitos casos é o suficiente para se passar de uma categoria de classificação para a próxima superior, com melhores valores de remuneração na venda. Após as épocas de tratamento, as massas médias dos frutos comerciais foram maiores, e diferentes em relação a Testemunha, corroborando também com os dados aqui avaliados. Com a aplicação aos 20 DAPF conseguiu um maior e significativo aumento da massa média.

García-Martínez & García-Papí (1979) aplicaram 2,4-D 10 mg L<sup>-1</sup> aos 7 e 15 dias após a antese, e encontraram aumento na M dos frutos da tangerineira Clementina ‘Fina’ na Espanha. Guardiola *et al.*, (1988) trabalhando com tangerineira ‘Satsuma’ ao final de junho na Espanha, não encontraram diferenças entre os tratamentos de 2,4-D 7,5; 10, 15 e 20 mg L<sup>-1</sup> no D e M aos 25 DAA e M dos frutos maduros, contrariando deste modo o encontrado no presente trabalho, onde as diferentes concentrações submetidas à análise fatorial, proporcionaram diferenças significativas na M.

As plantas tratadas com 5 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA (éster) não apresentaram queda significativa na M de frutos por planta nas colheitas realizadas por Ferreira-Filho *et al.* (2002), sendo semelhante à Testemunha, contrariando o encontrado no presente trabalho, em que na análise conjunta a Testemunha (32,4 kg planta<sup>-1</sup>) comparada à média de todos os raleios (12,1 kg planta<sup>-1</sup>) foram distintas entre si.

Na Figura 8 apresenta-se a complementação para o efeito de concentração em ambas as auxinas utilizadas, para as variáveis D e M. A redução da M pela aplicação tanto de 3,5,6-TPA, como de 2,4-D, conferiu um comportamento de decaimento exponencial das curvas em função das concentrações aplicadas, chegando a valores próximos de zero nas concentrações mais elevadas administradas. Por sua vez, o D dos frutos ajustou-se a uma função, tendendo a um máximo assintótico de 72,56 e 70,24 mm, para 3,5,6-TPA e 2,4-D, respectivamente.

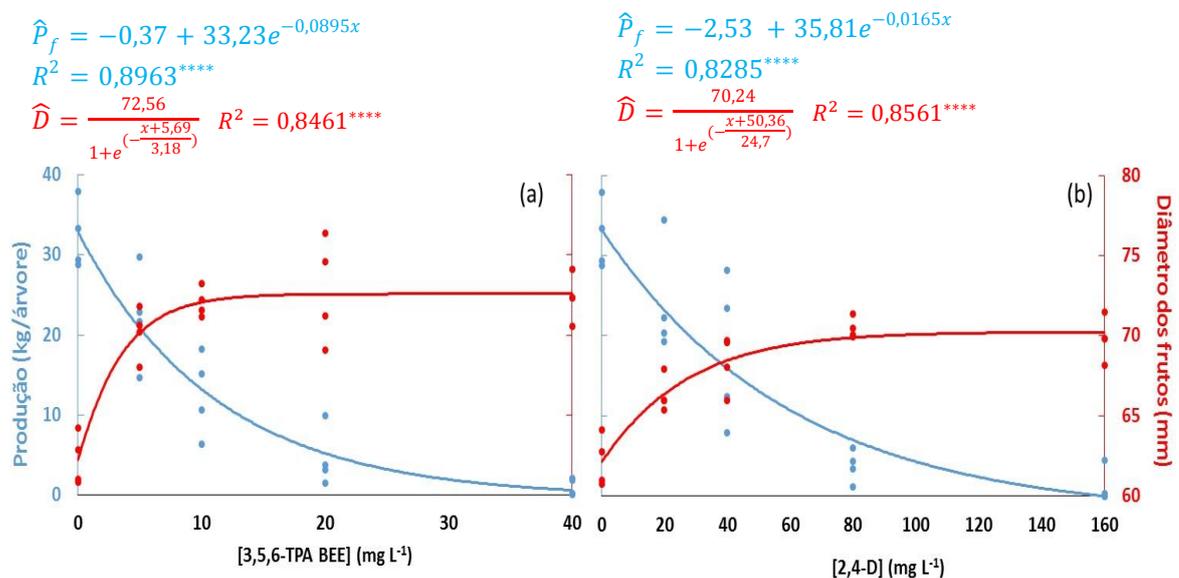


FIGURA 8. Comportamento da produção de frutos (M, -) e do diâmetro de frutos (D, -) em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (a) e de 2,4-D (b). Agosto de 2013, Montenegro – RS. (RM: M = 21,3 ± 3,6 kg árvore<sup>-1</sup>; D = 66,3 ± 1,3 mm).

Em relação a M, pode-se ver na Figura 8 os volumes produzidos respectivamente por cada tratamento aplicado. As plantas Testemunha produziram na média 32,36 kg planta<sup>-1</sup>, enquanto que as plantas tratadas com 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> produziram 22,23 kg planta<sup>-1</sup>, o que corresponde a 68,7% do volume produzido na Testemunha. As plantas

tratadas com 3,5,6-TPA 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> produziram 38,78; 14 e 3,12%, respectivamente. E as plantas tratadas com 2,4-D nas concentrações de 20, 40, 80 e 160 mg L<sup>-1</sup> produziram 74,38; 55,6; 11,6 e 3,77%, respectivamente. Traçando um paralelo com o RM, onde se preconiza como ideal a retirada de 66% dos frutos, as plantas tratadas com 5 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA se aproximaram mais desse valor ideal de porcentagem de raleio.

O D dos frutos tendeu a estabilizar de tamanho a partir da concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> do 3,5,6-TPA. Este dado confere com as conclusões encontradas por Agustí *et al.* (1995), trabalhando com 3,5,6-TPA em tangerineira clementina 'Fina' durante a queda fisiológica natural dos frutos (11-15 mm de diâmetro), onde a redução do número de frutos em desenvolvimento, reduziu a competição por fotoassimilados e aumentou o tamanho final dos frutos, tendo encontrado o aumento máximo no diâmetro dos frutos nas plantas tratadas com 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup>, conforme pode ser observado na Figura 8a. Para Agustí *et al.* (1995), a abscisão foi tão elevada utilizando o ácido livre, que o aumento no crescimento atingido pelos frutos, não foi suficiente para compensar a redução do número de frutos, reduzindo significativamente a produtividade, demonstrando uma diferença genética entre as diferentes cultivares, que na tangerineira clementina 'Fina', causou o excesso de abscisão. Os resultados encontrados demonstraram uma alta dependência em função dos produtos aplicados, tendo ocorrido uma taxa de 90% das massas e 85% dos diâmetros encontrados, como resultados dependentes e diretamente relacionados à aplicação das diferentes concentrações do 3,5,6-TPA, e no caso do 2,4-D, uma taxa de 83% das massas mensuradas e 86% dos diâmetros encontrados são atribuídos e relacionados a aplicação das diferentes concentrações administradas. Atrelada a essa diminuição do número de frutos, houve a fitotoxidez acarretada pelas concentrações mais elevadas das auxinas aplicadas, o que impediu o pleno desenvolvimento e aumento no tamanho final dos frutos.

A concentração que representa o ponto de equilíbrio para o 3,5,6-TPA é a de 5 mg L<sup>-1</sup>, onde se mensurou a M média de 22,23 kg planta<sup>-1</sup> de frutos com um D médio de 70,13 mm. Para o 2,4-D, o ponto de equilíbrio se localizou na concentração de 40 mg L<sup>-1</sup>, com uma M média de 18 kg planta<sup>-1</sup> de frutos com um D médio de 68,32 mm.

O tratamento com Raleio Manual (RM), que é o padrão praticado pela grande maioria dos produtores que almejam o mercado para o comércio das tangerinas *in natura*, apresentou 60% dos frutos na classe de diâmetro até 57-67 mm, e os restantes 40% na classe entre 67-77 mm, não tendo deste modo produzido frutos com calibres comerciais menores que 57 mm ou maiores que 77 mm.

A Testemunha, por não ter recebido nenhum tratamento de raleio, produziu a maior porcentagem de frutos considerados de baixo calibre comercial (12,5%), obtendo, desse modo, a menor remuneração, se os frutos do mesmo fossem destinados ao comércio de frutas frescas. (Figura 9).

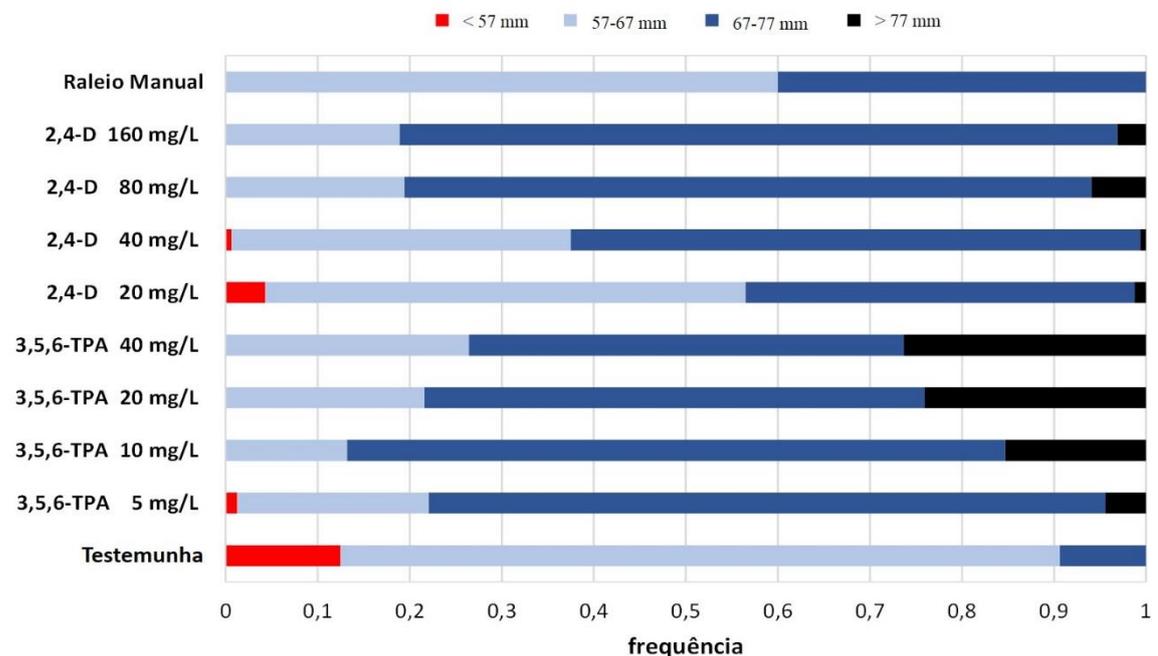


FIGURA 9. Frequência dos frutos da tangerineira 'BRS Rainha' em diferentes classes de diâmetro (< 57 mm, 57 a 67 mm, 67 a 77 mm e > 77 mm) em função de diferentes tratamentos de raleio químico (concentrações de 3,5,6-TPA BEE e de 2,4-D) e manual. Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Os tratamentos de 3,5,6-TPA 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 80 e 160 mg L<sup>-1</sup> não apresentaram frutos < 57 mm. Apresentaram estes valores porque causaram nas plantas os maiores valores de abscisão em relação aos outros três tratamentos químicos (3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>), que por sua vez, apresentaram uma pequena porcentagem (1,27; 4,33 e 0,63%, respectivamente) de frutos com calibre abaixo de 57 mm. Todos os dez tratamentos foram significativamente diferentes entre si, na análise conjunta e fatorial, conforme o abordado na discussão da Tabela 3.

Nas plantas tratadas com 5 mg L<sup>-1</sup> do 3,5,6-TPA houve a maior porcentagem de frutos na faixa de 67-77 mm (73,5%). Nos demais tratamentos com 3,5,6-TPA, conforme aumentou a concentração aplicada, aumentaram os frutos na categoria 57-67 mm e na categoria > 77 mm. Este comportamento demonstra de certo modo a toxidez acarretada pelas concentrações acima de 5 mg L<sup>-1</sup>, que efetuaram maiores valores de abscisão, significativamente diferentes, conforme a Tabela 1, gerando um menor número de frutos de calibre maior.

Os tratamentos que não apresentavam frutos deformados, e com uma distribuição mais igualitária entre as faixas de calibres de maior valor econômico, e com um volume de produção de frutos maior dentro dessas faixas, foram o 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> e o 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> (Figura 9).

Otero (2004) no ano de alta produção, utilizando 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) aos 35 DAPF, obteve um aumento de 14% no rendimento de frutos de laranjeira 'Valência' produzidos acima de 67 mm, sem ter ocorrido um efeito importante na redução do número de frutos, podendo-se visualizar facilmente um incremento direto na massa dos frutos comparando o tratamento 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup> com a Testemunha (igual quantidade de frutos, mas com massa média maior, da ordem de 11,9% em comparação à Testemunha).

No presente experimento com tangerineira 'Rainha', alcançou-se um aumento de 45% nessa categoria acima de 67 mm, utilizando o 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup> na forma de éster.

Em tangerineira ‘Satsuma’, Otero (2004) avaliou que o mesmo foi superior em produzir frutos acima de 50, 55 e entre 55-72 mm, porém com peso médio significativamente inferior (81,5% da Testemunha).

Albisu (2013) trabalhando com tangerineira ‘Montenegrina’, observou que o 3,5,6-TPA 20 e 10 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) e a Testemunhas produziram 85, 72 e 56% de frutos acima de 53 mm, considerados de valor comercial para exportação no Uruguai. Nestes resultados de Albisu (2013) vê-se a intensificação do efeito raleante na concentração mais elevada, e como esse efeito se reflete no arranjo das categorias de frutos. Traçando um paralelo para o presente trabalho no RS, produziu-se nos tratamentos 3,5,6-TPA 20 e 10 mg L<sup>-1</sup> e a Testemunha, 21,6; 13,2 e 78,1% de frutos na categoria de 57 – 67 mm, e 24, 15,3 e 0% de frutos na categoria de diâmetro > 77 mm.

Rodríguez *et al.*, (2003) trabalharam com 3,5,6-TPA (ácido livre), nas concentrações de 7,5 e 15 mg L<sup>-1</sup> ao final da plena queda fisiológica de frutos em laranjeira ‘Hamlin’ e tangerineira ‘Satsuma’. Concluíram que para ‘Hamlin’ não houve diferenças em ambas as concentrações em relação à Testemunha, para porcentagem de frutos acima de 60 mm, no número e massa de frutos por planta, concentração de suco e acidez titulável. Os frutos com diâmetro inferior de 59 mm diminuíram com 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> e a porcentagem de frutos acima de 60 mm aumentou, sendo igual nas plantas tratadas com 7,5 mg L<sup>-1</sup>. Em ‘Satsuma’ não houve diferenças em relação às variáveis analisadas acima, o que vai ao encontro do comentado por Otero (2004), que relatou não ter encontrado com 3,5,6-TPA em ‘Satsuma’ os resultados desejados.

Serciloto *et al.* (2003) encontraram que o 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) promoveu a formação de frutos com mais de 78 mm de D, e diminuiu drasticamente o número de frutos de pequeno calibre em tangoreiro ‘Murcott’.

Castro *et al.* (2001) relatam que em certas ocasiões, é possível que a resposta aos reguladores vegetais seja pequena ou nula. Podem, todavia, existir também fatores que a

modifiquem quantitativamente. Assim, a interação com fatores ambientais deve ser conhecida. As condições do meio podem alterar o metabolismo da planta e, com isso, a resposta aos reguladores vegetais. As condições de cultivo, tais como tipo de solo, irrigação, fertilização, nível de competição de plantas invasoras, estado fitossanitário das árvores, a cultivar específica, presença de sementes nos frutos, etc., provocam múltiplas interações capazes de alterar o resultado final desejado. Provavelmente, a influência que tais fatores exercem sobre a síntese e a acumulação dos reguladores vegetais e, portanto, no desenvolvimento dos órgãos, é a causa das diferentes respostas. Pode-se inferir desse modo, que as plantas tratadas com 3,5,6-TPA 40 mg L<sup>-1</sup> tenham sofrido alguma influência como relatado por Castro *et al.* (2001), no que se refira à frequência de frutos deformados (Figura 10a).

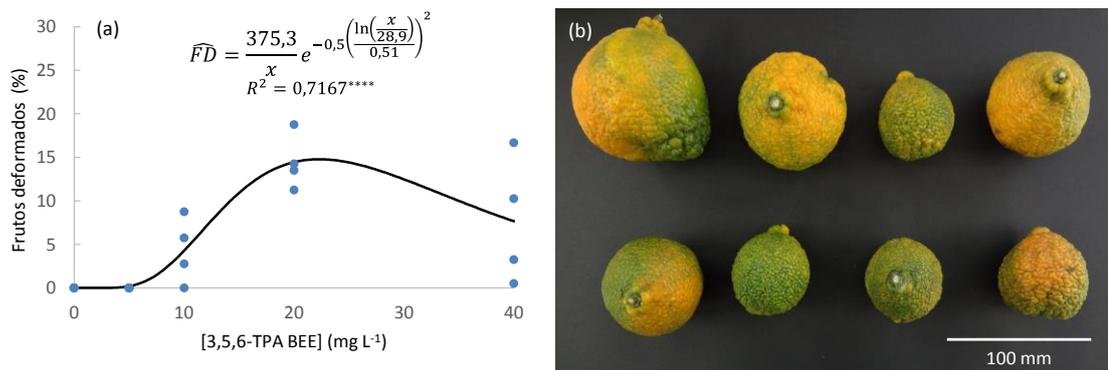


FIGURA 10. Frequência (a) de frutos deformados (b) em tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida à pulverização de 3,5,6-TPA BEE durante a queda de frutos jovens. Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Essa explicação de Castro *et al.* (2001) pode justificar em parte a discrepância encontrada nas plantas tratadas com 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup> em relação às demais concentrações, e sua percentagem superior de frutos deformados. Seria lógico esperar que o tratamento 3,5,6-TPA 40 mg L<sup>-1</sup> apresentasse a maior percentagem de frutos deformados, por ser o valor de maior concentração. Contudo, a diminuição no número de frutos que ocorreu da concentração de 20 para a de 40 mg L<sup>-1</sup> (Figura 10a) deveu-se à fitotoxidez que esta concentração acarretou nas plantas deste tratamento (Figura 1d), se enquadrando na

nota três da escala criada. Com este nível de fitotoxidez, as plantas perderam folhas e frutos, fazendo com que deste modo houvesse diminuição do número de frutos deformados, pois os mesmos foram derrubados logo após a aplicação do fitorregulador. A concentração 3,5,6-TPA 40 mg L<sup>-1</sup> causou sérios danos às plantas, como pode ser visualizado no Apêndice 6.

Estes frutos deformados apresentavam-se, na sua grande maioria, secos (baixo conteúdo visível de suco), disformes (crescimento anômalo, pronunciado em pontos localizados afins ao redor dos frutos), enrugamento da epiderme com retardo do crescimento, aumento da espessura da estrutura da epiderme e das glândulas de óleo ali presentes, coloração disforme (sem arranjo usual encontrado em frutos normais) e em várias C\* diferentes.

Também é possível observar que as concentrações ministradas de 3,5,6-TPA 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>, apresentaram as maiores ocorrências de frutas deformadas e anômalas em função da crescente concentração da auxina administrada como raleante químico, o que conseqüentemente fez com que os frutos aptos para a comercialização também diminuíssem de volume produzido (Figuras 8, 9 e 10).

Segundo Roses (2005), o 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> provocou um aumento de 18% no peso individual dos frutos comparativamente à Testemunha, como também foi o único tratamento que produziu um aumento significativo na quantidade de frutos com deformações de rugosidade, classificadas como média e severa. Contudo, no presente estudo nos tratamentos com 2,4-D não foram observados frutos deformados.

#### **4.1.3.2 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade do suco e cor da casca**

Verificando a análise conjunta das mensurações qualitativas dos frutos, pode-se observar que houve diferenças significativas em todas as medidas efetuadas (CS, SS, AT, IM, ICC, C\* e h°), quando submetidos à análise conjunta dos dez tratamentos (Tabela 4).

Analisando os dados de conteúdo de suco (CS), a Testemunha apresentou 51,5%, e a média dos nove tratamentos de raleio alcançou apenas 43,5%, o que representa uma diferença de 8%, ou seja, menos suco nos frutos provenientes das plantas raleadas (RM + oito químicos). Essa diminuição pode ser atribuída ao aumento da matéria seca desses frutos provenientes dos tratamentos de raleio, pois houve visível aumento da espessura do mesocarpo dos frutos.

A Testemunha foi o tratamento que obteve a maior CS, contrário ao encontrado por Roussos & Tassis (2011), que encontraram 10,6% mais suco no tratamento com 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre), do que na Testemunha, em frutos de tangerineira ‘Nova’, com aproximadamente 12-20 mm de D. A massa média dos frutos também foi significativamente diferente, sendo 13,94% superior, em relação ao tratamento Testemunha destes autores, contrariando as conclusões deste trabalho com 3,5,6-TPA na forma éster. A resposta encontrada por Roussos & Tassis (2011) foi em função da aplicação do 3,5,6-TPA no momento em que os frutos se encontravam na Fase II (12-20 mm), momento no qual a molécula perde o efeito raleante a passa a ter o efeito ‘engorde’, citado por Agustí *et al.* (2003).

Comparando os frutos do tratamento RM, que apresentaram 49,1% de CS, e os oito tratamentos de raleio químico (42,8% de CS), o que representa uma diminuição de 12,8% no volume final de suco produzido.

Stander (2013) encontrou uma significativa redução na CS (52,52 para 46,71%), na tangerineira ‘Mor’, com a aplicação da concentração de 2,4-D 10 mg L<sup>-1</sup>, bem como na laranjeira ‘Valência’, onde também houve redução de 49,01 para 46,24% na CS comparado à Testemunha. Roses (2005) e Saavedra (2005) trabalharam com tangerineira clementina ‘Clemenules’ e laranjeira ‘Lane late’, respectivamente, onde utilizaram 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, e encontram as menores CS (47,96% para o último autor), significativamente diferente da Testemunha. Esses resultados corroboram com o observado no presente

trabalho, na Tabela 4, onde o Raleio Manual e os Raleios Químicos também apresentaram significativa redução.

TABELA 4. Probabilidades de significância da análise de variância conjunta e da parte fatorial para conteúdo de suco (CS), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM), índice de cor de casca (ICC), cromaticidade (C\*) e ângulo de cor (h°) dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico e manual. Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Causa de Variação	CS (%)	SS (%)	AT (%)	IM	ICC	C*	h°
<u>Análise Conjunta<sup>(1)</sup></u>							
Tratamentos	<0,0001	<0,0001	0,0015	0,0034	<0,0001	0,0040	<0,0001
Testemunha vs. Raleios	0,0003	0,2887	0,0004	0,0537	<0,0001	0,4959	<0,0001
Ral. Man. vs. Ral. Quím.	0,0038	0,1077	0,0057	0,3165	0,0084	0,0017	0,1870
<u>Análise da Parte Fatorial<sup>(2)</sup></u>							
Produtos	0,0074	0,7824	0,2210	0,2719	<0,0001	0,0983	<0,0001
Concentração (Produtos) <sup>(3)</sup>	0,0015	<0,0001	0,0420	0,0016	0,0004	0,0047	0,0006

<sup>(1)</sup> ANOVA conjunta referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$

<sup>(2)</sup> ANOVA da parte fatorial, referente ao modelo  $\hat{y}_{ijk} = \mu + \rho_i + \sigma(\rho_i)_j + \beta_k + \varepsilon_{(ij)k}$

<sup>(3)</sup> Interação significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008)

De forma distinta ao observado no presente trabalho, onde os tratamentos com 3,5,6-TPA (Ral. Químico: 42,8%) causaram uma redução (16,9%) na CS em comparação aos frutos não tratados (Testemunha: 51,5%), Ferreira-Filho *et al.* (2002) não observaram diferença, em CS, entre a Testemunha e as plantas tratadas com as concentrações de 5 e 10 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA (éster).

Em relação ao raleio manual (RM), a CS nas diferentes concentrações de 3,5,6-TPA apresentou-se inferior em todos os tratamentos administrados (Figura 11), onde nenhuma das médias das quatro concentrações de 3,5,6-TPA aplicadas se assemelha ao RM. No caso do 2,4-D (Figura 12a), a média da CS da Testemunha se assemelha ao RM, e todas as quatro concentrações apresentaram valores médios inferiores ao do RM.

Os frutos das plantas submetidas ao RM apresentaram valor de CS superior à concentração mínima requerida de 40% (Sartori *et al.*, 2002), observou-se que os frutos das plantas tratadas com 3,5,6-TPA 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> proporcionaram menor produção do que a mínima considerada ideal (Figura 11a).

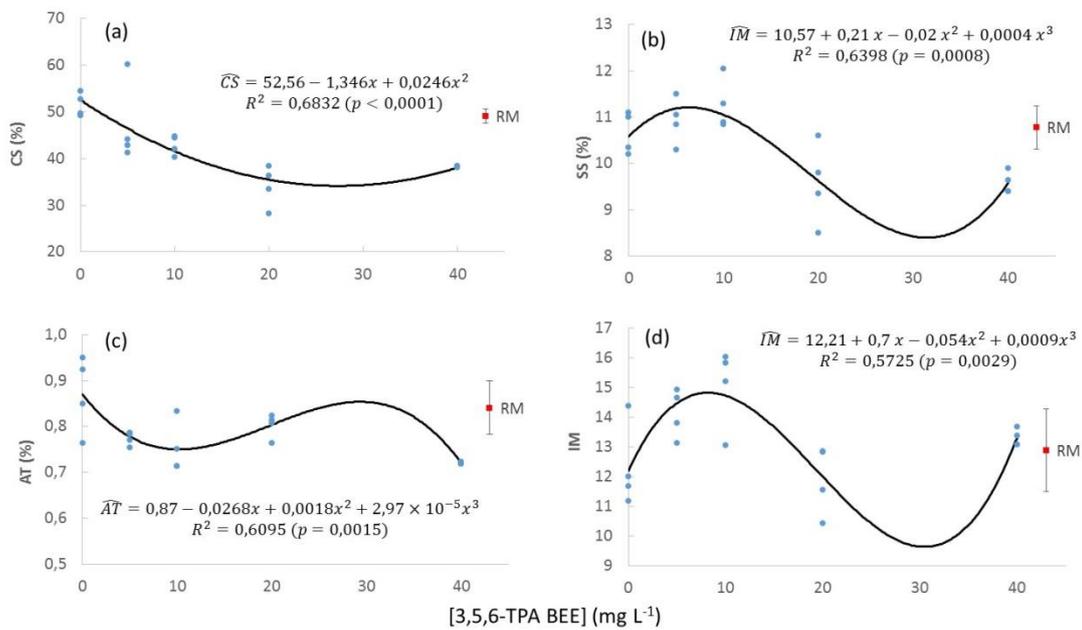


FIGURA 11. Comportamento (a) do conteúdo de suco (CS), (b) sólidos solúveis (SS), (c) acidez titulável (AT) e (d) índice de maturação (IM) dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’ em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE (RM, Raleio Manual, média  $\pm$  desvio padrão). Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Em relação ao 2,4-D, conforme (Sartori *et al.*, 1998), em relação a CS de 40% usualmente requerida, pode-se verificar que todas as concentrações proporcionaram valores acima desta porcentagem, diferentemente das respostas encontradas para o 3,5,6-TPA. Isto pode ser verificado na Tabela 4 de análises conjuntas, na comparação de Testemunha (51,5%) vs Raleios (43,5%), onde as diferenças foram significativas nas respectivas CS produzidas, sendo que 75% dos valores aqui encontrados são atribuídos à ação das diferentes concentrações do 2,4-D (Figura 12a).

As CS tanto nas plantas tratadas com as diferentes concentrações de 2,4-D quanto as tratadas com as diferentes concentrações de 3,5,6-TPA mostraram-se decrescentes conforme aumentou a concentração ministrada, comparativamente à Testemunha. Somente nas plantas tratadas com 3,5,6-TPA 40 mg L<sup>-1</sup> houve uma inflexão da curva, tendendo a estabilização dos valores (Figuras 11a e 12a).

Sartori *et al.* (1998) colheram tangerina ‘Montenegrina’ em Eldorado do Sul – RS, em 01/08, encontraram 46% de CS, sendo este valor muito próximo do aqui encontrado, em Montenegro, na colheita em 24/07, de 51,5% na Testemunha, indicando que é uma característica varietal.

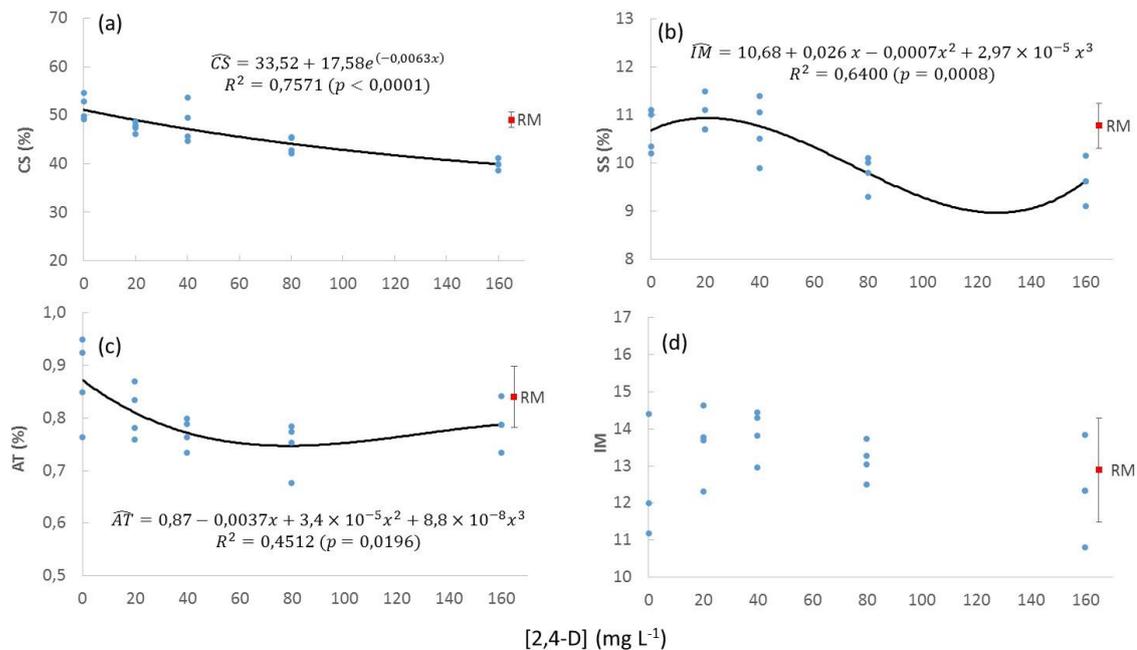


FIGURA 12. Comportamento (a) do conteúdo de suco (CS), (b) sólidos solúveis (SS), (c) acidez titulável (AT) e (d) índice de maturação (IM) dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’ em relação a diferentes concentrações de 2,4-D (RM, Raleio Manual, média  $\pm$  desvio padrão). Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Os sólidos solúveis (SS) dos frutos avaliados não apresentaram diferenças significativas entre a Testemunha (10,7%) e a média dos nove tratamentos de raleio empregados (10,4%), bem como entre o RM (10,8%) e a média dos oito raleios químicos (10,3%). Fato semelhante ao observado por Saavedra (2005) em laranjeira ‘Lane late’ no Chile, utilizando 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> em plena floração, e 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) com diâmetros de 19 e 22 mm. Também não foram verificadas diferenças significativas na análise fatorial entre as duas auxinas. Contudo, na comparação entre as concentrações das auxinas e na análise conjunta de todos os dez tratamentos, houve diferença significativa nos SS (Tabela 4).

Serciloto (2001) encontrou evidente diminuição dos SS, bem como atraso na maturação externa dos frutos com a aplicação de 2,4-D 8 mg L<sup>-1</sup> em tangoreiro ‘Murcott’. Saleem *et al.* (2007) com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> e Ferreira-Filho *et al.*, (2002) com 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup> (éster), também encontraram diminuição dos SS. Na Tabela 4, na análise fatorial com as diferentes concentrações dentro de cada produto, também houve diferenças. Roses (2005) com tangerineira clementina ‘Clemenules’, encontrou no tratamento 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) aumento dos SS, comparativamente à Testemunha. Duarte *et al.* (1996), por sua vez, em tangerineira clementina ‘Esbal’, verificaram que as aplicações em 14/04 (plena floração), 28/04 e 03/06 (queda fisiológica) de 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, não geraram diferenças nos SS, contrariando o encontrado para essa concentração no presente trabalho.

As duas menores concentrações de 3,5,6-TPA aplicadas, apresentaram frutos com os valores médios de SS semelhantes aos do RM (Figura 11b); como também foi evidenciado na Tabela 4, onde o RM (10,8%) vs Raleios químicos (10,3%), onde as diferenças encontradas não foram significativas. Apenas o 3,5,6-TPA 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> apresentaram valores médios menores comparativamente ao RM, sendo essas quatro concentrações significativamente semelhantes ao RM.

Por sua vez as concentrações de 2,4-D apresentaram valores de SS inferiores ao RM, porém sendo semelhantes nos intervalos de ocorrência dos pontos nas concentrações de 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> (Figura 12b).

Levando-se em consideração o mínimo regional requerido para os SS de 10% (Sartori *et al.*, 1998), os frutos provenientes das concentrações de 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA apresentaram-se com valores médios abaixo do mínimo, como visto na Tabela 4, onde a análise fatorial das diferentes concentrações mostrava-se significativamente diferente. Na avaliação de todas as concentrações, 64% dos valores encontrados de SS são atribuídos pela regressão, especificamente as diferentes concentrações do 3,5,6-TPA aplicadas (Figura 11b). Ambas as concentrações mais elevadas do 2,4-D apresentaram

valores abaixo do mínimo preconizado. Na avaliação de todas as concentrações, 64% dos valores de SS é devido aos tratamentos auxínicos com 2,4-D (Figura 12b).

Sartori *et al.* (1998) colhendo tangerina ‘Montenegrina’ em 01/08, encontraram 10,68% de SS, sendo este valor muito próximo do aqui encontrado na colheita deste trabalho em 24/07, de 10,7% no tratamento Testemunha.

Analisando os valores da acidez titulável (AT), ela apresentou diferenças significativas na análise conjunta da totalidade dos dez tratamentos empregados. Comparando a Testemunha (0,87%) e os demais nove raleios (0,77%), houve uma diminuição significativa de 11,5%. Já na comparação do RM (0,84%) com os oito raleios químicos (0,76%), houve uma redução de 9,5%, ou seja, a acidez dos sucos provenientes dos tratamentos de raleios químicos são significativamente mais baixos que do RM e da Testemunha. Na análise fatorial dos produtos e concentrações dentro de cada auxina aplicada, não foram verificadas diferenças significativas na AT (Tabela 4).

Serciloto (2001) não encontrou alteração na AT e CS com a aplicação de 2,4-D 8 mg L<sup>-1</sup> em tangoreiro ‘Murcott’. Contrariamente, Stander (2013) encontrou uma significativa redução na AT trabalhando com a tangerineira ‘Mor’, de 1,56% quando tratada com 2,4-D 10 mg L<sup>-1</sup>, para 1,43% na Testemunha, quando aplicado ao final da queda fisiológica. Esta diferença foi igual a encontrada aqui neste trabalho, onde a comparação de Testemunha *vs.* Raleios, apresentou diferenças significativas (Tabela 4).

Nawaz *et al.* (2008) trabalhando com tangerineira ‘Kinnow’, encontraram a menor AT com 2,4-D 10 mg L<sup>-1</sup> (1,04) em 27/12. Normalmente o valor de 1,00 ocorre na colheita ao redor de 15/01, demonstrando uma precocidade de 20 dias em relação a esse atributo qualitativo.

Saavedra (2005) encontrou uma expressiva diminuição da porcentagem de AT utilizando 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> aplicados em laranja ‘Lane late’, concordando com os dados aqui avaliados.

A AT apresentou em todas as concentrações aplicadas de 3,5,6-TPA, valores médios significativamente diferentes do que o verificado no RM (Tabela 4), porém semelhantes ao intervalo de valores do RM, a exceção das plantas tratadas com 40 mg L<sup>-1</sup>.

Em relação às concentrações do 2,4-D todos os valores de AT foram menores do que o verificado no RM, ou seja, os frutos se apresentavam menos ácidos, mais palatáveis ao consumo *in natura*. Isto demonstra a baixa correlação, de 45% dos valores mensurados, sendo decorrentes da ação da aplicação das diferentes concentrações do 2,4-D (Figura 12c).

Sartori *et al.*, (1998) encontraram 1,20% de AT colhendo a tangerina ‘Montenegrina’ em 01/08, muito diferentes do valor de 0,87% aqui encontrado na data da colheita em 24/07. Apesar de serem regiões geograficamente próximas, há os efeitos da observação em anos distintos (diferentes condições climáticas), das diferenças entre tipos de solos, das diferenças entre idade das plantas, estado fitossanitário e tratos culturais específicos (condição econômica e cultural do proprietário).

Quanto ao índice de maturação (IM), não houve diferença significativa entre a Testemunha (12,3) e a média dos nove raleios (13,3), assim como entre as plantas do RM (12,8) e dos oito tratamentos de raleio químico (13,4), e entre as duas auxinas. Porém, na análise conjunta de todos os dez tratamentos, houve diferenças significativas, bem como na análise fatorial das diferentes concentrações dentro de cada produto aplicado, que também apresentou diferenças, ou seja, as diferentes concentrações aplicadas, geraram valores de IM significativamente diferentes.

As variáveis IM e SS se comportaram de forma semelhante, não sendo afetadas pela prática ou ausência do raleio, nem pelo uso do raleio químico comparativamente ao RM, nem pelo uso dos diferentes raleantes químicos. Somente nas diferentes concentrações ministradas ocorreram diferenças significativas (Tabela 4).

Aranguren *et al.* (2011) trabalhando com laranjeiras ‘Valência’ e pomeleiros ‘Marsh’, com o 3,5,6-TPA (ácido livre) nas concentrações de 10 e 12 mg L<sup>-1</sup>, encontraram que em ambas as porcentagens de frutos verdes foram menores comparativamente à Testemunha, tendo essas diferenças sido maiores e significativas na ‘Valência’. Os resultados obtidos por este autor contrariam o encontrado no presente trabalho, onde não houve diferenças no IM (Testemunha vs Raleios) na análise conjunta (Tabela 4).

No trabalho de Saavedra (2005), o IM foi maior com 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) aplicado aos frutos de laranjeira ‘Lane late’, seguido pela aplicação com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, ao final da queda fisiológica, demonstrando assim ter encontrado diferenças entre os diferentes tratamentos de raleio e a Testemunha, entre os produtos e as diferentes concentrações dos mesmos, sendo que só nas diferentes concentrações os resultados corroboram com o exposto na Tabela 4.

Roses (2005) trabalhou com tangerineira clementina ‘Clemenules’ no Chile, e observou que com a aplicação de 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> ocorreu a menor AT, menor que a Testemunha, e conseqüente maior IM dentre todos os tratamentos. Duarte *et al.* (1996) em tangerineiras clementinas ‘Esbal’ e Ferreira-Filho *et al.* (2002) com a mesma concentração, não verificaram diferenças na AT e no IM.

Os valores médios de IM foram superiores ao RM nas concentrações de 5, 10 e 40 mg L<sup>-1</sup>, porém todas as concentrações do 3,5,6-TPA foram significativamente semelhantes ao RM na análise conjunta (Tabela 4). Em relação ao preconizado como ideal para IM, todas as médias ficaram dentro do intervalo preconizado por Sartori *et al.* (1998) para tangerineiras, de frutos com valores > 8 (frutos aptos a colheita), e < 16 (limite máximo de colheita, onde o sabor do fruto se torna insípido e impróprio para o consumo *in natura*). Essas diferenças das médias das concentrações são significativas entre elas, conforme a análise fatorial da Tabela 4, e 57% dos valores mensurados de IM são atribuídos em função da aplicação das diferentes concentrações do 3,5,6-TPA.

O ajuste dos pontos nas representações gráficas de cada parâmetro, fez com que ocorresse um comportamento quadrático para a curva de CS (Figura 11a), gaussiano para os SS (Figura 11b), cúbico para a AT (Figura 11c) e cúbico normal para a IM (Figura 11d).

Conforme Sartori *et al.* (2002), com o aumento do tamanho final do fruto, ocorre uma redução na concentração de ácidos por um efeito de diluição. Este decréscimo em concentração da AT, concomitante com o incremento dos SS, durante todo o desenvolvimento do fruto, resulta em um incremento da relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), usado como parâmetro para indicar o ponto de maturação comercial (IM).

Pode-se observar à medida que diminuía a CS, a concentração de SS aumentou com os tratamentos de 3,5,6-TPA 5 e 10 mg L<sup>-1</sup>, tendo ocorrido paralelamente uma diminuição da AT, na mesma direção gráfica da CS. Com este aumento da concentração dos SS e diminuição da AT, ocorreu um aumento no IM (IM=SS/AT) nestas duas concentrações específicas. Nas CS das plantas tratadas com 3,5,6-TPA 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>, com valores abaixo dos requeridos usualmente no comércio, os SS também ocorreram em valores abaixo do mínimo, e a AT tendeu a aumentar, conforme curva da Figura 11c, diminuindo deste modo os valores do IM para estas duas concentrações mais altas do 3,5,6-TPA, se comparadas às concentrações de 5 e 10 mg L<sup>-1</sup>.

Os valores de IM nos frutos dos tratamentos com 2,4-D não se ajustaram a nenhum modelo de curva representativa, porém todas as concentrações ficaram dentro do intervalo preconizado por Sartori *et al.* (1998), de frutos com valores > 8 e < 16. Essas diferenças são significativas conforme a Tabela 4. Como pode ser visto na Figura 12d, onde a distribuição dos pontos é tanto superior quanto inferior ao valor médio encontrado para o RM.

Para essa característica houve efeito do produto aplicado, sendo que as árvores pulverizadas com 2,4-D produziram frutos mais suculentos que as árvores tratadas com

3,5,6-TPA (Figura 11a). O comportamento da CS em função das diferentes concentrações também foi diferenciado entre os raleantes químicos (Tabela 4).

Nas árvores tratadas com o 2,4-D, a representação gráfica da CS ocorreu na forma de decaimento exponencial, tendendo a um valor assintótico mínimo de 33,5% (Figura 12a). Nos SS ocorreu um comportamento gaussiano (Figura 12b), para a AT um comportamento cúbico (Figura 12c).

Pode-se observar à medida que decaía a CS nos diferentes tratamentos com 2,4-D, a concentração de SS não decaiu na mesma intensidade. Os SS aumentaram com o tratamento de 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, para depois diminuírem. Paralelamente à diminuição da CS ocorreu a diminuição da AT, destoando o tratamento 2,4-D 160 mg L<sup>-1</sup>. Com este comportamento da concentração dos SS e da AT, não foi possível adequar nenhum ajuste gráfico à distribuição de pontos decorrente dos diferentes tratamentos com 2,4-D (Figura 12d).

Analisando os valores do índice de cor da casca (ICC), houve diferença significativa na análise conjunta entre todos os tratamentos, na comparação entre a Testemunha e os nove raleios, assim como entre o RM e os oito tratamentos químicos. Na análise fatorial o ICC mostrou diferenças entre as duas auxinas aplicadas e entre as concentrações dentro de cada produto, demonstrando haver diferenças de cor nos frutos colhidos, nos quatro diferentes tratamentos dentro de cada produto, comparativamente à Testemunha e ao RM, também diferentes entre si (Tabela 4).

Conforme Agustí *et al.* (1995) *apud* Saavedra (2005), as referências bibliográficas do 3,5,6-TPA (ácido livre) indicam que a sua aplicação não afetou a cor em tangerineiras ‘Satsuma’, ‘Clauselina’, ‘Marisol’, ‘Oroval’, ‘Clemenules’ e ‘Fortune’, contrariando nossos resultados aqui encontrados, onde as diferentes concentrações dentro do produto 3,5,6-TPA mostraram diferenças significativas, na análise fatorial. O resultado de Serciloto (2001), aplicando 2,4-D 8 mg L<sup>-1</sup> em tangoreiro ‘Murcott’, corroborou com os resultados

obtidos no presente trabalho, ao verificar a diminuição do ICC dos frutos com este tratamento.

As duas auxinas aplicadas promoveram valores superiores a dois (2) de ICC, que segundo Spósito *et al.* (2006), é o valor mínimo de coloração necessária admissível para uma aceitação comercial (Figura 1). Inclusive no RM, onde não houve aplicação de nenhum tratamento químico, os frutos também apresentaram o valor de 5,44.

Na análise fatorial, tanto os produtos como suas diferentes concentrações, apresentaram diferenças no ICC (Tabela 4). A aplicação de 2,4-D foi responsável por 79% dos valores de ICC encontrados, como pode ser observado na Figura 13.

Na análise dentro do fator 3,5,6-TPA, as concentrações de 5 e 10 mg L<sup>-1</sup> proporcionaram os maiores valores (6,01 e 6,15), comparativamente às concentrações de 10 e 20 mg L<sup>-1</sup> (5,06 e 5,04), respectivamente. Nos tratamentos com 2,4-D, o arranjo da média dos pontos no gráfico gerou uma curva crescente positiva, onde a medida que aumentou a concentração administrada às plantas, aumentou o ICC calculado nos frutos (Figura 13).

Como visto na Tabela 4, houve diferenças significativas no ICC, mas estas só se expressaram com o 2,4-D, pois com 3,5,6-TPA 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>, os valores foram semelhantes ao encontrado no RM. O RM, que é o padrão utilizado no setor produtivo, foi superado por todos os tratamentos com as duas auxinas, a exceção do 3,5,6-TPA 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>, que foram as concentrações que apresentaram fitotoxidez mais pronunciada.

Na avaliação dos valores de cromaticidade (C\*), observou-se diferenças entre os tratamentos na análise conjunta. Na comparação da Testemunha e os nove raleios químicos aplicados, a C\* não apresentou diferenças, diferentemente da comparação do RM e os oito raleios químicos, onde foram encontradas diferenças significativas. Comparando-se isoladamente os produtos 2,4-D e 3,5,6-TPA entre si, verificou-se que os mesmos não

apresentaram diferença, diferentemente das concentrações dentro de cada produto, onde houve diferenças significativas (Tabela 4).

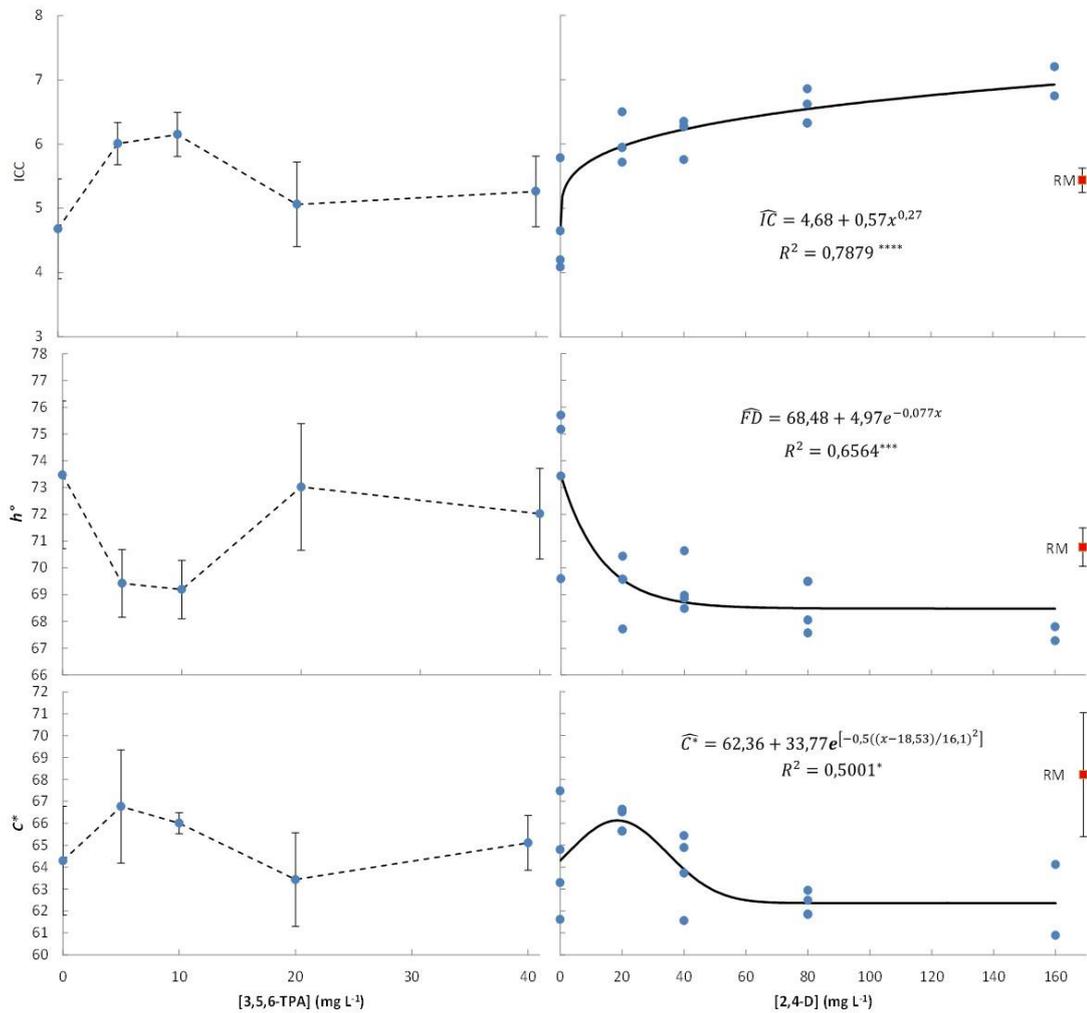


FIGURA 13. Comportamento do índice de cor dos citros (ICC), do ângulo de cor ( $h^\circ$ ) e da cromaticidade ( $C^*$ ) da casca dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’ em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA e de 2,4-D (RM, Raleio Manual, média  $\pm$  desvio padrão). Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Em relação ao 2,4-D, houve um aumento da  $C^*$  em relação ao tratamento Testemunha, nas plantas tratadas com  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , que apresentaram a maior pureza de cor, seguidas pelos demais tratamentos, todos em ordem crescente de concentrações (Figura 13). Com 3,5,6-TPA também houve aumento na menor concentração,  $5 \text{ mg L}^{-1}$ , da ordem de 3,84% em relação à Testemunha, sendo que as demais concentrações dessa auxina se

localizaram dentro do intervalo entre esses dois tratamentos. Todos os intervalos de valores das concentrações das duas auxinas foram inferiores ao valor de  $C^*$  encontrado no RM.

Observando a análise da Tabela 4, não houve diferença significativa entre os dois diferentes produtos aplicados, na  $C^*$ , bem como na comparação da Testemunha com os oito raleios, apenas o RM foi diferente dos raleios químicos (Figura 13), tendo sido a melhor de todas as concentrações do 2,4-D nos quesitos de pureza de cor e balanço entre amarelo e vermelho. Isso reflete no valor de 50% de correlação de valores encontrados em função das concentrações aplicadas, no caso do 2,4-D. No caso do 3,5,6-TPA, nas plantas tratadas com  $5 \text{ mg L}^{-1}$ , foram as que apresentaram os melhores resultados, semelhante as plantas tratadas com 2,4-D  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo estas duas concentrações significativamente diferentes dentro de cada produto auxínico específico (Tabela 4).

Para o ângulo da cor ( $h^\circ$ ), tanto os dez tratamentos, quanto a comparação entre a Testemunha e os demais nove tratamentos, na análise conjunta, apresentaram diferenças extremamente significativas. Contrariamente, a análise do RM frente aos oito raleios químicos, não apresentaram diferenças, ou seja, os índices de  $h^\circ$  são iguais. Na análise fatorial do 3,5,6-TPA vs 2,4-D, e concentrações específicas dentro de cada auxina, verificou-se haver diferença no índice  $h^\circ$ .

No  $h^\circ$ , as duas auxinas aplicadas e o RM apresentaram valores menores que o valor encontrado no tratamento Testemunha (Figura 13), o que corrobora com a análise da Tabela 4, onde todos os dez tratamentos foram significativamente diferentes. Isso pode ser observado no caso do 3,5,6-TPA, onde não foi possível ajustar uma equação para a confecção de uma curva representativa.

Com a auxina 3,5,6-TPA utilizada, as médias dos valores dos tratamentos 5 e 10  $\text{mg L}^{-1}$  foram inferiores ao encontrado no RM, originando frutos com uma coloração mais avermelhada.

Já no caso do 2,4-D, a curva representativa mostra que as concentrações administradas resultaram todas em valores médios menores de  $h^\circ$  em comparação ao RM, e conforme Tabela 4, não significativos, mas entre as concentrações dentro de cada produto auxínico específico, ocorre significância. As plantas tratadas com  $160 \text{ mg L}^{-1}$  foram as que apresentaram a coloração com maior influência da tonalidade vermelha, e no extremo oposto a Testemunha com a maior influência da tonalidade amarela, seguido pelo RM e as plantas tratadas com  $20 \text{ mg L}^{-1}$ .

O RM foi o tratamento que apresentou a maior pureza absoluta, com a menor contaminação de sua cor pelas tonalidades verdes e/ou azuis do espaço de cor, apresentando uma tonalidade laranja-amarelada, em função de sua medida de  $h^\circ$  ( $70,78^\circ$ ), em comparação aos tratamentos de ambas as auxinas. Logo após ficaram os tratamentos 3,5,6-TPA 5 e  $10 \text{ mg L}^{-1}$  em ordem de pureza de cor, tendendo estes dois a tonalidades de cor de casca dos frutos mais laranja-avermelhadas intensas em relação ao RM. O tratamento de maior sobreposição das demais cores foi o de  $20 \text{ mg L}^{-1}$  ( $63,43$ ), e em função de seu  $h^\circ$  ( $73,02^\circ$ ), apresentou cores mais difusas no espaço entre laranja-amareladas escuras, sendo seguido em menor intensidade de sobreposições pela Testemunha e pelo tratamento de  $40 \text{ mg L}^{-1}$  do 3,5,6-TPA.

#### **4.1.4 Efeito dos tratamentos sobre o florescimento e brotações**

Em relação ao efeito dos tratamentos sobre as brotações na primavera seguinte às aplicações dos tratamentos, a sequência crescente de valores mensurados, da menor para a maior concentração de 2,4 D, gerou um arranjo de pontos ajustados numa reta crescente, com uma alta correlação (84%), chegando ao valor de  $174,1 \text{ flores } 100 \text{ nós}^{-1}$ , sendo que em todas as concentrações a partir de  $40 \text{ mg L}^{-1}$ , o número de flores foi superior do que o valor avaliado no RM ( $49,8 \text{ flores } 100 \text{ nós}^{-1}$ ) (Figura 14b). Apenas no 2,4-D  $20 \text{ mg L}^{-1}$  ocorreu valor semelhante ao valor encontrado no RM ( $49,6 \text{ flores } 100 \text{ nós}^{-1}$ ), demonstrando nessa concentração não haver nenhuma ação fitotóxica mensurável para essa molécula auxínica.

Verificou-se que os tratamentos de 3,5,6-TPA 5 e 10 mg L<sup>-1</sup> produziram um número de flores superior se comparados às suas concentrações maiores e ao RM. Pode-se inferir que estes dois tratamentos foram menos fitotóxicos que nas duas maiores concentrações, pois os mesmos não tiveram perdas de folhas e comprometimento de suas estruturas vegetativas, podendo deste modo produzir um volume maior de flores, comparativamente aos tratamentos nas maiores concentrações (Figura 14a).

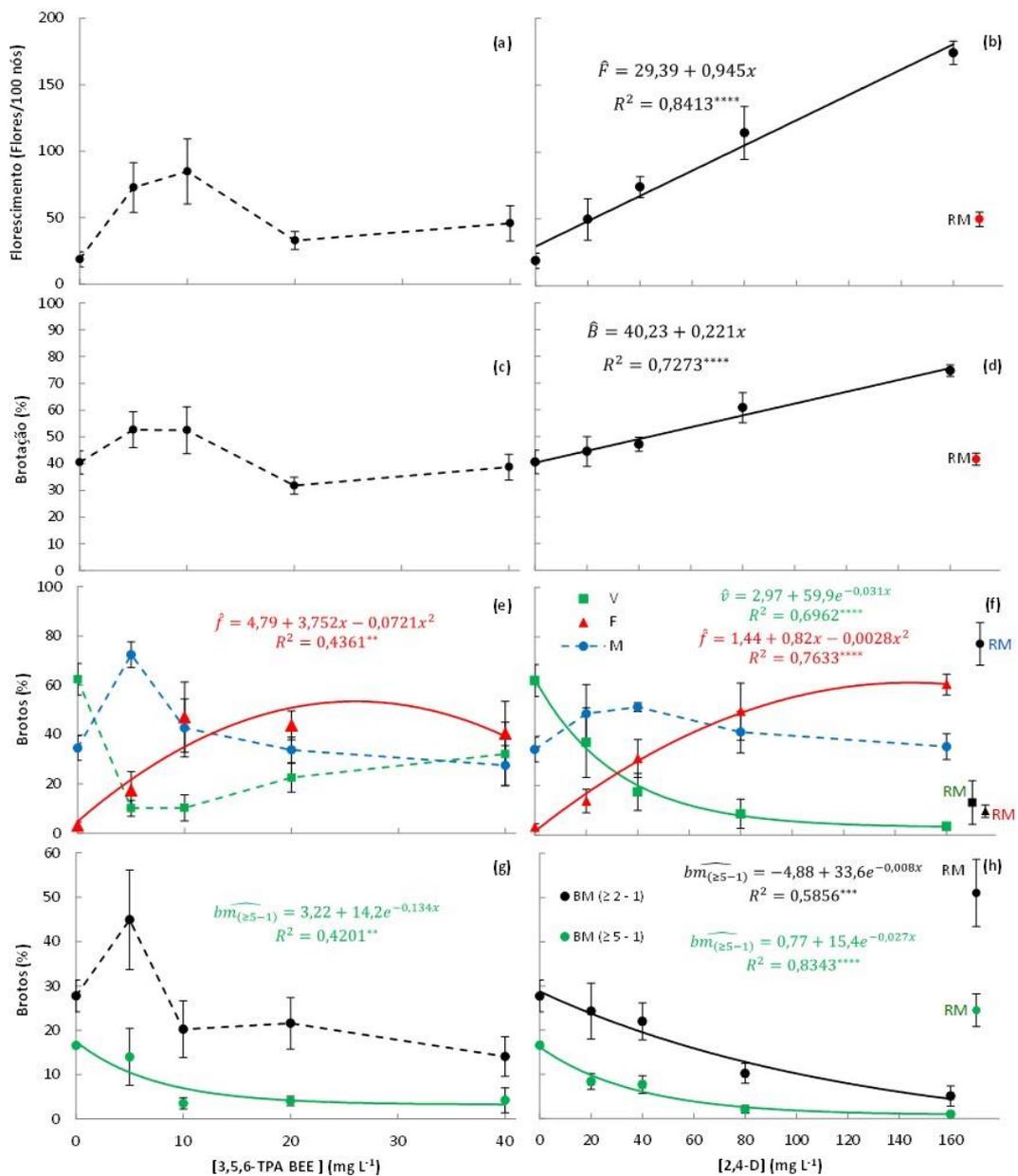


FIGURA 14. Florescimento (a, b); brotação (c, d); frequência de brotos vegetativos (V), florais (F) e mistos (M) (e, f); e frequência de brotações mistas com 2 ou mais folhas e 1 flor (BM ≥ 2-1) e com 5 ou mais folhas e 1 flor (BM ≥ 5-1) (g, h) no dossel de 'BRS Rainha' em relação a diferentes concentrações de 3,5,6-TPA BEE e de 2,4-D (aplicadas em novembro de 2012). Setembro de 2013, Montenegro – RS.

Para as brotações verificadas, as representações gráficas das curvas (Figura 14c e 13d) seguiram um arranjo estrutural muito próximo e idêntico ao encontrado nos gráficos do florescimento (Figura 14a e 14b).

O maior número de brotações nas plantas tratadas com 3,5,6-TPA foi verificado com 5 mg L<sup>-1</sup> (52,7%), um pouco superior à de 10 mg L<sup>-1</sup>, decaindo com 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>, tendo estes dois últimos, valores inferiores ao RM (41,5%). Nas plantas tratadas com 40 mg L<sup>-1</sup>, houve aumento em relação às plantas tratadas com 20 mg L<sup>-1</sup>, demonstrando um comportamento destoante do arranjo linear configurado pelos demais tratamentos anteriores (Figura 14c), já que nesta concentração fitotóxica, esperar-se-ia que não tivessem ocorrido brotações mais abundantes do que na concentração inferior.

Com o uso do 2,4-D observou-se um arranjo dos diferentes pontos que leva a uma reta crescente (aumentando a concentração aplicada, diretamente aumenta a porcentagem de brotações), onde todas as concentrações produziram mais brotações que as árvores que receberam o RM, em valores crescentes constantes conforme cresceu a concentração do 2,4-D administrada (Figura 14d), chegando ao ponto de produzir nas plantas tratadas com 160 mg L<sup>-1</sup>, um valor 80% superior ao das plantas do RM e 84% superior à Testemunha. Os valores de brotação mensurados possuem 73% de ocorrência especificamente pela ação das diferentes concentrações do 2,4-D aplicadas (Figura 14d).

Verificando a representação gráfica das porcentagens de brotos vegetativos (BV), brotos florais (BF) e brotos mistos (BM) (Figura 14e), observa-se que nas plantas tratadas com 3,5,6-TPA, todos os tratamentos apresentaram um número de BV menores do que nas plantas Testemunha. Com 5 mg L<sup>-1</sup> houve a menor porcentagem de BV, que aumentaram sua ocorrência conforme aumentou a concentração aplicada de 3,5,6-TPA, e inversamente, os BM (Figura 14e) apresentaram máxima expressão com 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> (similar ao encontrado no tratamento RM), decaindo esse valor nas três concentrações superiores seguintes, sendo todos inferiores ao RM.

Para os valores de BF o efeito das concentrações de 3,5,6-TPA, o arranjo foi em uma curva crescente positiva, com o pico máximo de brotos ocorrendo entre os 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>. Todas as concentrações de 3,5,6-TPA produziram mais BF do que no tratamento RM. Com o ajuste da curva de BF, verificou-se que 43% da ocorrência destes é devida à ação dessa auxina.

Observa-se que nas plantas tratadas com 3,5,6-TPA, na concentração de 5 mg L<sup>-1</sup>, houve uma predominância expressiva de brotos mistos (Figura 14e), o que é interessante do ponto de vista fisiológico, pois estas folhas junto aos botões florais, irão garantir uma fonte de fotoassimilados aos frutos em desenvolvimento, proporcionando provavelmente um volume de crescimento maior, comparativamente aos BF solitários, que neste caso, apresentam-se com uma ocorrência um pouco superior a dos BV, e que provavelmente não obterão êxito em fixarem frutos, pois não possuem folhas (como nos BM) para nutri-los.

Nas plantas tratadas com 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup>, ainda se verifica o predomínio das estruturas de BM e BF, em detrimento do número de BV, o que novamente é benéfico pela perspectiva dessas estruturas apresentarem maior potencial de gerarem frutos. Já a partir dessa concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> ocorre o predomínio dos BF (que como mencionado anteriormente, os futuros frutos não possuirão uma velocidade de crescimento tão expressiva) e o aumento das estruturas de BV (Figura 14e). Nestas concentrações mais elevadas começaram a ocorrer os sintomas de fitotoxidez nas plantas (Figuras 3, 5 e 7), ocorrendo o predomínio de BF.

Na observação dos BV com a aplicação de 2,4-D, houve um decréscimo de valores mensurados partindo do maior valor encontrado na Testemunha, até valores muito próximos do nulo com 160 mg L<sup>-1</sup> (Figura 14f). Sendo que as plantas tratadas com 80 e 160 mg L<sup>-1</sup> apresentaram valores médios inferiores ao observado nas plantas que receberam o RM. Com a distribuição de pontos gerada, graficamente pode-se verificar que 70% dos BV ocorreram em função das diferentes concentrações administradas, onde as

concentrações de 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> apresentaram uma maior porcentagem de brotos que no tradicional RM executado, não sendo interessante do ponto de vista produtivo.

Para os BF, as diferentes concentrações de 2,4-D, proporcionaram valores médios superiores ao RM, apresentando o arranjo dos pontos em uma curva crescente, onde o número de BF aumentou em função do aumento das concentrações da auxina, atribuindo 76% dessas ocorrências (Figura 14f).

Observando os BM, todas as concentrações utilizadas de 2,4-D produziram menos estruturas florais acompanhadas de folhas, do que o observado nas plantas que receberam o RM. Nas plantas tratadas com 40 mg L<sup>-1</sup> houve um pico de ocorrência, que iniciou na Testemunha e terminou na maior concentração do 2,4-D. Pode-se observar a predominância dos BM nas concentrações de 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>, e que diminuiu para um valor inferior na concentração seguinte de 80 mg L<sup>-1</sup>, a partir da qual ocorreram o predomínio dos BF em todas as concentrações. Também nestas últimas duas concentrações mais elevadas (80 e 160 mg L<sup>-1</sup>), ocorreram os casos de fitotoxidez, não tão expressivas quanto com a aplicação do 3,5,6-TPA, o que contribuiu para a diminuição das porcentagens de ocorrência dos BV e BM em detrimento do aumento dos BF (Figura 5 e 14f).

Babu & Lavania (1985) trabalhando com limoeiro 'Pant Lemon-1' (*Citrus limon*) avaliaram que o 2,4-D nas concentrações de 5, 10 e 20 mg L<sup>-1</sup>, causou às plantas uma redução e diminuição do crescimento vegetativo, em termos de altura, comprimento das partes aéreas e número e tamanho das folhas outonais. O crescimento vegetativo com 2,4-D começou a decrescer significativamente a partir dos 10 mg L<sup>-1</sup>, bem como o observado aqui neste experimento, através da curva (Figura 14f). A área total das folhas diminuiu em todas as concentrações comparativamente à Testemunha. Em função da diminuição no número de brotos vegetativos e emergentes, e também por seu reduzido crescimento, em termos de comprimento e diâmetro após as aplicações, a altura global final das árvores tendeu a ser reduzida, comparativamente às demais plantas. Estes autores justificam seus

resultados em que as doses de 2,4-D foram aplicadas quando as brotações haviam começado a emergir, sendo que os tratamentos teriam aumentado as concentrações já ótimas de auxina endógena (AIA), inibindo assim o crescimento (uma concentração elevada de auxina desorganiza o delicado equilíbrio hormonal do crescimento).

Para os brotos mistos com duas ou mais folhas e uma flor ( $BM \geq 2-1$ ), a maior porcentagem foi verificada com o tratamento 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup>, bem como nos brotos mistos com cinco ou mais folhas e uma flor ( $BM \geq 5-1$ ). Essa concentração do fitorregulador nos  $BM \geq 2-1$  originou um valor superior ao encontrado na Testemunha e semelhante ao RM, o que pareceu ser bem interessante no ponto de vista produtivo, em comparação às outras três concentrações seguintes, onde os valores médios encontrados foram inferiores tanto ao RM quanto à Testemunha. Nos  $BM \geq 5-1$  verificou-se uma diminuição constante a partir da Testemunha (com a maior porcentagem de brotos), tendendo ao equilíbrio com 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup>, sendo que todos os valores encontrados foram menores do que no RM, e onde a curva de ajuste mostra que 42% dos pontos indicados são provenientes da aplicação do 3,5,6-TPA (Figura 14g).

Nas aplicações com 2,4-D, tanto em  $BM \geq 2-1$  e  $BM \geq 5-1$ , as representações gráficas apresentaram uma diminuição no número absoluto de brotos, com as médias dos valores encontrados para os dois tipos de brotos, ambos abaixo da Testemunha, e diferentes e menores que os avaliados nos seus respectivos RMs. Os valores de regressão indicam que 58% dos valores médios de  $BM \geq 2-1$  são representados no gráfico, e 83% dos valores médios de  $BM \geq 5-1$  são devidos ao 2,4-D através de suas diferentes concentrações (Figura 14h).

Otero (2004) avaliou a repercussão nos frutos, dos brotes com inflorescência, sem folhas, com 1-2, 3-4 e mais que 4 folhas, em tangerineira Satsuma 'Okitsu', com a aplicação de 3,5,6-TPA 20 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre). Encontrou que o peso dos frutos foi 21% superior onde havia mais de 4 folhas para cada flor, comparativamente aos ramos florais

sem folhas. Também houve aumento do D e altura dos frutos, SS e IM, não apresentando diferenças quanto a AT. Nos ramos com 1-2 folhas e 1 flor, apenas a AT foi superior, sendo as demais mensurações significativamente iguais. Com 3-4 folhas, encontrou frutos maiores que no ramo sem folhas, que por sua vez são menores aos ramos com mais de quatro folhas. Da mesma forma ocorreu para o D e altura dos frutos, SS e IM. A AT foi superior e igual aos ramos com mais de 4 folhas. Isto vem demonstrar a importância do número de folhas no ramo da brotação do ano, como fonte de fotoassimilados para o botão floral, seu posterior desenvolvimento, e seu reflexo nas características qualitativas e quantitativas do futuro fruto.

Em lima ácida 'Tahiti', Serciloto (2001) utilizou o 2,4-D 8 mg L<sup>-1</sup> durante a antese, e observou aos 23, 50 e 107 DAA, que não houve diferenças no comprimento total das brotações/ramos, porém, analisando os valores absolutos isoladamente, houve um aumento de 12,9%, 21,85% e 16,1%, respectivamente.

Analisando de forma conjunta o 3,5,6-TPA, verificamos que a melhor concentração utilizada foi a de 5 mg L<sup>-1</sup>. Pode-se afirmar isso em função de ter gerado a maior porcentagem de BM (Figura 14e), de BM  $\geq$  2-1 e BM  $\geq$  5-1 (Figura 14g), estruturas as quais são de fundamental importância em plantas de produção comercial conforme Otero (2004). Também por ter produzido a menor porcentagem de BV (Figura 14e), e um volume de BF que serão satisfatoriamente nutridos, em comparação às demais concentrações.

Em relação ao 2,4-D, podemos inferir que o melhor tratamento ministrado foi nas plantas tratadas com 20 mg L<sup>-1</sup>, pois foram as que produziram um número de flores 100 nós<sup>-1</sup> (Figura 14b) e porcentagem de brotação (Figura 14d) semelhantes ao RM. Também por ter produzido um volume de BM ( $\geq$  2-1 e  $\geq$  5-1) (Figura 14h) superior às demais concentrações, e de BV superior, os quais, em função do volume de BF (Figura 14f), produzirão um volume de frutos de considerável tamanho e conseqüente valor comercial.

O florescimento extemporâneo que ocorreu nas aplicações das diferentes concentrações das auxinas 3,5,6-TPA e 2,4-D apresentou um número crescente de flores, chegando aos picos de 84,8 flores 100 nós<sup>-1</sup> com 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup> e 174,1 flores 100 nós<sup>-1</sup> com 2,4-D 160 mg L<sup>-1</sup>. Nas concentrações de 20 e 40 mg L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA, houve uma redução desse número de flores em relação às plantas tratadas com 10 mg L<sup>-1</sup>, apresentando valores de 32 e 40 flores 100 nós<sup>-1</sup>, muito similares ao valor encontrado no RM (35 flores 100 nós<sup>-1</sup>) na brotação normal. Essa redução do número de flores extemporâneas é atribuída à diminuição de folhas causada pela fitotoxidez dessas concentrações mais elevadas do 3,5,6-TPA, que fez com que a planta não possuísse reservas para produzir esse tipo de estrutura.

#### **4.1.5 Melhores tratamentos da primeira safra**

Na comparação dos frutos produzidos nos dois melhores tratamentos considerando todas as mensurações analisadas, verifica-se que os frutos provenientes das plantas tratadas com 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> apresentam-se, de forma geral, com aspecto visual muito semelhante aos frutos provenientes da Testemunha e RM. Como visto nas Tabelas 6 e 7, os D, as CS e os ICC são significativamente diferentes, a M e a AT foram iguais entre as duas auxinas, e ambas diferentes da Testemunha e RM, e os SS e o IM apresentaram-se semelhantes entre os quatro tratamentos de cada auxina (Figuras 13a, b, c, d). O que se destaca é a fitotoxidez que as concentrações de 3,5,6-TPA acima de 10 mg L<sup>-1</sup> causaram aos frutos (Figura 15e). Estes apresentavam-se com D expressivamente menores, coloração desuniforme e heterogênea ao redor de todo o fruto, engrossamento pronunciado do epicarpo e mesocarpo, diminuição visível do CS e ocorrência de sementes inviáveis (finas, delgadas, pequenas e sem reserva de amido).

Saavedra (2005) encontrou rugosidades na casca de frutos de laranja 'Lane late', com diminuição de ocorrência com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> e 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) aplicados aos frutos com 19 e 22 mm, respectivamente, comparativamente à aplicação

efetuada na plena flor. A medida que os frutos estavam maiores, os efeitos acarretados pelas moléculas não foram tão pronunciados. A espessura da casca não foi afetada significativamente pelos tratamentos. No ano seguinte, também com 3,5,6-TPA 15 mg L<sup>-1</sup>, Vidal (2006) constatou pequenas diferenças nas porcentagens de rugosidade da casca de frutos de tangerineira ‘Clemenules’, e concluiu que não houve diferença nas cascas dos frutos comparativamente a Testemunha.

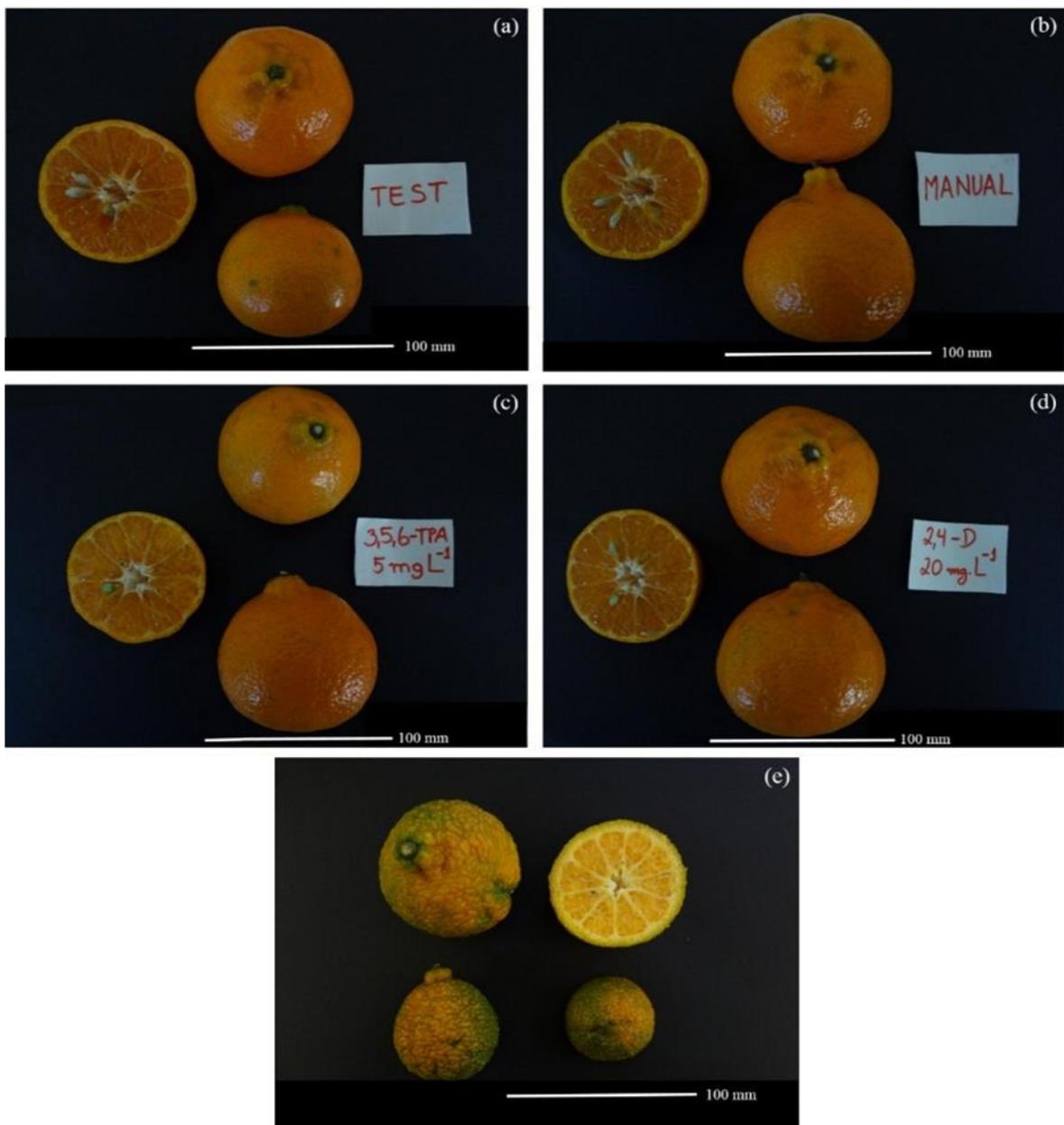


FIGURA 15. Frutos de tangerineira ‘BRS Rainha’ de árvores sem uso de raleio (a), com uso de raleio manual (b), raleio com 3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup> (c) e raleio com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> (d), em comparação com frutos deformados (e) por aplicação de concentrações excessivas de 3,5,6-TPA BEE ( $\geq 10$  mg L<sup>-1</sup>). Agosto de 2013, Montenegro – RS.

Roussos & Tassis (2011), encontraram aumentos consideráveis, de 25,8% na massa da casca (28,2g com 3,5,6-TPA 10 mg L<sup>-1</sup> (ácido livre) comparado às 35,5g na Testemunha) de frutos de tangerineira ‘Nova’, e 51,9% na espessura da casca (de 2,62 para 3,98 mm), respectivamente. Também em ‘Nova’, Duarte (2002) encontrou que os frutos da tangerineira que foram tratados com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, apresentaram 77% de ocorrência de aspecto mais rugoso que os frutos Testemunha, com imagens ilustrativas similares à Figura 15e, onde pode-se verificar o espessamento do mesocarpo do fruto. As glândulas de óleo essencial da casca dos frutos de ‘Nova’ foram maiores, não tendo sido relatada toxicidade em função das concentrações administradas.

Conforme a Figura 8, a massa nas plantas tratadas com 5 mg L<sup>-1</sup> (22,23 kg planta<sup>-1</sup>) foi a maior produção com a utilização do 3,5,6-TPA, bem como as plantas tratadas com 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> (18,00 kg planta<sup>-1</sup>). Esses resultados indicaram serem estes os melhores tratamentos no conjunto de todos os analisados, levando em consideração todas as variáveis analisadas neste trabalho.

## **4.2 Reavaliação dos melhores tratamentos (Safra 2013/2014)**

### **4.2.1 Efeito sobre o tamanho dos frutos**

Efetou-se nesta segunda safra (2013/2014) de experimentação, a repetição dos dois tratamentos de raleio químico considerados os melhores nas avaliações efetuadas na primeira safra, sobre as mesmas plantas avaliadas em 2012/2013. E a análise dos dados de produção foi realizada analisando as duas safras conjuntamente (Tabela 5).

Quanto à produção (M de frutos por planta), como discutido anteriormente, na safra 2012/2013, os contrastes ortogonais demonstram que as plantas Testemunha (sem raleio) apresentaram produção superior (32,4 kg árvore<sup>-1</sup>) que a média dos tratamentos de raleio (RM, 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>), 22,5 kg árvore<sup>-1</sup>, diferentemente da segunda safra (2013/2014), onde os 35,4 kg árvore<sup>-1</sup> da Testemunha foram inferiores à média dos tratamentos de raleio, que produziram 50,4 kg árvore<sup>-1</sup>. O que demonstra que os

tratamentos de raleio foram efetivos tanto na redução da M excessiva de frutos na primeira safra, como proporcionaram a estas plantas uma satisfatória capacidade de retornar a produção na segunda safra. Contudo, não houve diferença entre os tratamentos de raleio (tanto entre RM e químico, como entre os raleios químicos) apontando desta forma que os tratamentos químicos (RQ) se assemelharam aos resultados do RM.

TABELA 5. Probabilidades de significância da análise de variância para a massa de frutos (M) e diâmetro de frutos (D) da tangerineira ‘BRS Rainha’ submetida a tratamentos de raleio químico com 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>. Montenegro – RS, safras 2012-2013 e 2013-2014.

Tratamento	Massa de Frutos (kg árvore <sup>-1</sup> )		Diâmetro de frutos (mm)	
	2012/2013	2013/2014	2012/2013	2013/2014
Testemunha (T)	32,4	35,4	62,2	61,4
Raleio Manual (RM)	21,3	50,5	66,3	59,5
3,5,6-TPA BEE [5 mg L <sup>-1</sup> ] (TPA)	22,2	49,7	70,1	59,0
2,4-D [20 mg L <sup>-1</sup> ]	24,1	50,9	66,3	59,4
Efeito	Probabilidade (Teste F) <sup>(1)</sup>			
Tratamento	0,6542		0,1258	
Ano	<0,0001		<0,0001	
Tratamento × Ano	0,0218		0,0100	
Contraste Ortogonal <sup>(2)</sup>	Probabilidade			
C1 [T vs. Raleios (RM, 3,5,6-TPA e 2,4-D)]	0,0059	0,0117	<0,0001	0,2365
C2 [RM vs. RQ (3,5,6-TPA e 2,4-D)]	0,5486	0,9877	0,0378	0,8687
C3 [3,5,6-TPA vs. 2,4-D]	0,6041	0,8499	0,0022	0,8388

<sup>(1)</sup> Interação significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008)

<sup>(2)</sup> C1, C2 e C3: contrastes ortogonais.

Os resultados de produção da segunda safra podem ser explicados pelo comportamento das plantas na primavera seguinte (setembro de 2013) à primeira aplicação dos tratamentos, observando as Figuras 14e e 14f, onde as percentagens de BV das Testemunhas foram superiores ao encontrado nos tratamentos de raleio químico e RM, diferentemente do observado para as percentagens de BF, onde houve aumentos para os tratamentos de RQ e RM em relação às Testemunhas. Assim como nos BM, onde os tratamentos de RM e RQ também foram superiores à Testemunha.

Na avaliação do D dos frutos, somente em 2012/2013 houve diferenças significativas, mostrando que os frutos da Testemunha (62,2 mm) foram menores que a média dos tratamentos de raleio, com 67,5 mm. Por sua vez o D dos frutos do RM (66,3 mm) também foi inferior à média dos RQ (68,2 mm), assim como houve diferença significativa entre os 66,3 mm dos frutos do tratamento 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> em comparação aos 70,1 mm dos frutos do tratamento com 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup>. No ano seguinte não houve diferenças significativas no tamanho médio dos frutos.

Analisando a distribuição dos calibres dos frutos nas duas safras avaliadas (Figura 16), verifica-se uma diminuição da categoria de calibre 67-77 mm na segunda safra (2013/2014) em relação à primeira safra. A distribuição de calibres nas plantas dos tratamentos de RM foi semelhante nos dois anos. Aparentemente a simples repetição dos tratamentos de RQ não foi suficiente para garantir a replicação da mesma distribuição da frequência de frutos em cada categoria, como na primeira safra, contudo esta distribuição foi semelhante ao RM.

#### **4.2.2 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade do suco e cor da casca**

Quanto às variáveis da qualidade do suco (Tabela 6) houve efeito significativo na interação Tratamento × Ano, desconsiderando deste modo os efeitos simples de Tratamento e Ano. Porém essa significância não gerou contrastes. Isso demonstra que no conjunto dos dois anos analisados, as variáveis de qualidade pouco variaram, o que indica que a qualidade interna dos frutos pouco variou.

Em relação à cor da casca (Tabela 7), a interação do Efeito Tratamento × Ano não foi significativa, devendo-se considerar os efeitos simples do Efeito Tratamento e Efeito Ano. Na avaliação do ICC, a média das Testemunhas (4,51) é significativamente inferior à média dos tratamentos de raleios (5,08). Sendo que o RM (4,76) foi significativamente inferior à média dos tratamentos de raleio químico (5,25), contudo todos os tratamentos

foram superiores a 2 que é o índice mínimo exigido comercialmente conforme Spósito *et al.* (2006).

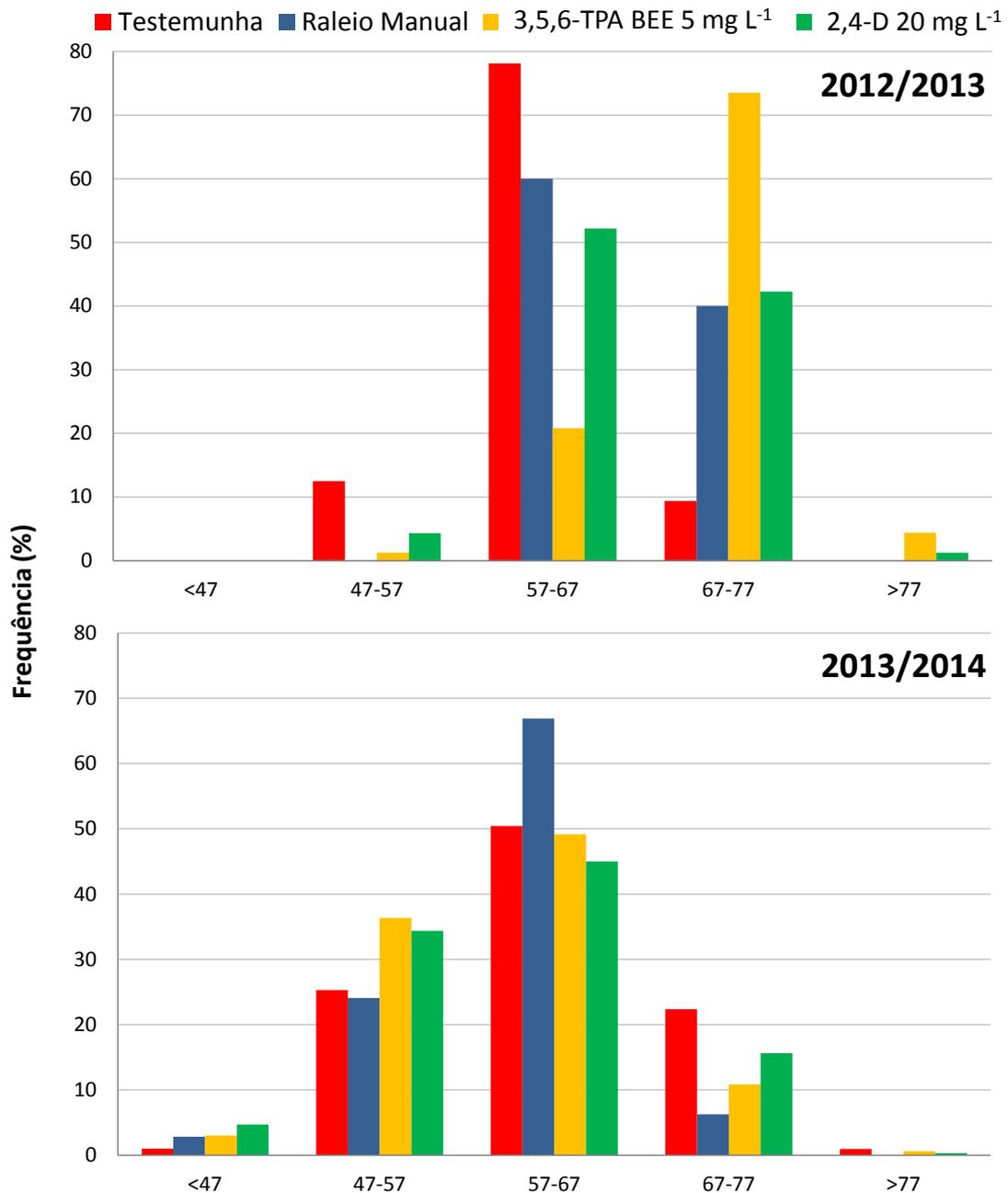


FIGURA 16. Frequência da distribuição de calibre de frutos colhidos em 2012/2013 e 2013/2014 em plantas de tangerineira 'Rainha' submetidas a aplicações de raleio químico com 3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup>, 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, durante a queda de frutos jovens, e raleio manual. Montenegro, RS.

Em relação a C\*, as Testemunhas apresentaram valor médio de 66,65, significativamente inferior à média dos tratamentos de raleios (68,42), indicando que os

tratamentos de raleio possuem maior pureza de cor em seus frutos, comparativamente à Testemunha.

Para o  $h^{\circ}$ , a média das Testemunhas (73,5) foi significativamente superior à média dos tratamentos de raleios (71,58), e a média do RM (72,55) é significativamente superior à média dos tratamentos de raleio químico (71,1). Verificando conjuntamente o ICC e o  $h^{\circ}$ , viu-se que a Testemunha apresenta frutos menos coloridos se comparada aos tratamentos de raleio, bem como o RM também se comparado aos tratamentos de RQ. Isso indica que os frutos colhidos provenientes dos tratamentos 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, apresentam uma coloração mais alaranjada, conforme Spósito *et al.* (2006). Esta diferença pode ser atribuída à maior incidência de sol nos frutos, já que os tratamentos de raleio aliviam a planta de seu excesso de frutos, mantendo os ramos eretos.

TABELA 6. Probabilidades de significância da análise de variância para o conteúdo de suco (CS), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e índice de maturação (IM) dos frutos da tangerineira 'BRS Rainha', submetida a tratamentos de raleio químico com 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>. Montenegro – RS, safras 2012-2013 e 2013-2014.

Tratamentos	CS (%)		SS (%)		AT (%)		IM	
	2012/2013	2013/2014	2012/2013	2013/2014	2012/2013	2013/2014	2012/2013	2013/2014
Testemunha (T)	51,6	44,7	10,7	11,1	0,87	0,82	12,3	13,7
Raleio Manual (RM)	49,1	49,3	10,8	11,7	0,84	0,83	12,9	14,0
3,5,6-TPA BEE [5 mg L <sup>-1</sup> ] (TPA)	47,1	49,8	10,9	10,7	0,77	0,81	14,1	13,2
2,4-D [20 mg L <sup>-1</sup> ]	47,6	46,2	11,0	10,8	0,81	0,73	13,6	14,8
Efeito	Probabilidade (Teste F) <sup>(1)</sup>							
Tratamento	0,7537		0,6597		0,0529		0,2735	
Ano	0,3859		0,2999		0,2108		0,1210	
Tratamento × Ano	0,1810		0,1324		0,2555		0,2240	
Contraste Ortogonal <sup>(2)</sup>	Probabilidade							
C1 [T vs. Raleios (RM, 3,5,6-TPA e 2,4-D)]	0,4977	0,4907	0,4597	0,4015	0,6119	0,0147	0,4950	0,1034
C2 [RM vs. RQ (3,5,6-TPA e 2,4-D)]	0,2353	0,2930	0,4978	0,1340	0,0333	0,6145	0,0529	0,4067
C3 [3,5,6-TPA vs. 2,4-D]	0,4167	0,1489	0,7467	0,3127	0,4622	0,7984	0,5154	0,6877

<sup>(1)</sup>Interação significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008)

<sup>(2)</sup>C1, C2 e C3 contrastes ortogonais.

TABELA 7. Probabilidades de significância da análise de variância para o índice de cor de casca (ICC), cromaticidade (C\*) e ângulo de cor (h°) dos frutos da tangerineira ‘BRS Rainha’, submetida a tratamentos de raleio químico com 3,5,6-TPA 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>. Montenegro – RS, safras 2012-2013 e 2013-2014.

Tratamentos	ICC		C*		h°	
	2012/2013	2013/2014	2012/2013	2013/2014	2012/2013	2013/2014
Testemunha (T)	4,68	4,33	64,3	69,0	73,5	73,5
Raleio Manual (RM)	5,44	4,08	68,2	69,6	70,8	74,3
3,5,6-TPA BEE [5 mg L <sup>-1</sup> ] (TPA)	6,01	4,45	66,8	68,4	69,4	73,1
2,4-D [20 mg L <sup>-1</sup> ]	5,95	4,60	67,1	70,4	69,5	72,4
Efeito	Probabilidade (Teste F) <sup>(1)</sup>					
Tratamento	0,0009		0,0412		0,0009	
Ano	0,0004		0,0349		0,0134	
Tratamento × Ano	0,3117		0,7188		0,4407	
Contraste Ortogonal <sup>(2)</sup>	Probabilidade					
C1 [T vs. Raleios (RM, 3,5,6-TPA e 2,4-D)]	0,0006		0,0166		0,0005	
C2 [RM vs. RQ (3,5,6-TPA e 2,4-D)]	0,0028		0,2757		0,0044	
C3 [3,5,6-TPA vs. 2,4-D]	0,7228		0,1417		0,5140	

<sup>(1)</sup> Interação significativa quando  $p < 0,25$  (Perecin & Cargnelutti, 2008)

<sup>(2)</sup> C1, C2 e C3: contrastes ortogonais.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

1 – A concentração da auxina é fundamental para uma maior eficiência nos resultados.

2 - O uso dos tratamentos com 3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> aplicados na plena queda fisiológica dos frutos são efetivos em incrementar a percentagem de raleio de frutos jovens em tangerineira ‘Rainha’, proporcionando uma melhoria no tamanho e peso médio dos frutos produzidos.

3 – O uso em duas safras consecutivas de 3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup> sobre as mesmas plantas, não provoca toxidez às plantas.

4 – A aplicação das concentrações de 3,5,6-TPA BEE 20 mg L<sup>-1</sup> e 40 mg L<sup>-1</sup> na plena queda fisiológica dos frutos causa fitotoxidez às plantas afetando as estruturas vegetativas, resultando em múltiplos fluxos florais extemporâneos na tangerineira ‘Rainha’.

5 – A aplicação das concentrações de 2,4-D 80 mg L<sup>-1</sup> e 160 mg L<sup>-1</sup> na plena queda fisiológica dos frutos causa excessiva derrubada destes sem causar fitotoxidez aparente às plantas.

6 – As plantas tratadas com 3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup> não provocam florescimento extemporâneo ou formação de frutos deformados.

7 – As aplicações das concentrações de 3,5,6-TPA BEE 5 mg L<sup>-1</sup> e 2,4-D 20 mg L<sup>-1</sup>, apresentam desempenho hortícola similar às plantas raleadas manualmente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2016. **Anuário da agricultura brasileira**. Informativo Econômico. São Paulo: FNP. p. 265-266.
- AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 422 p.
- AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. Mejora de la calidad del fruto como objetivo prioritario de la citricultura española. **Revista Chapingo**, Chapingo, v. 4, p.21-27, 1995.
- AGUSTÍ, M. et al. **Técnicas para mejorar el tamaño del fruto de naranjas y mandarinas**. Valência, 1998. 14 p. (Série Citricultura, 3)
- AGUSTÍ, M. et al. Recent findings on the mechanism of action of the synthetic auxins used to improve fruit size of citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Valência, v. 2, p. 922-928, 1996.
- AGUSTÍ, M. et al. Effect of 3,5,6-trichloro-2-pirydiloxiacetic acid on clementine early fruitlet development and on fruit size at maturity. **Journal of Horticultural Science**, Agadir, v. 70, n. 6, p. 955-962, 1995.
- AGUSTÍ, M.; JUAN, M., ALMELA, V. Response of 'Clausellina' satsuma mandarin to 3,5,6-trichloro-2-pirydiloxiacetic acid and fruitlet abscission. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.53, p.129-135, 2007.
- AGUSTÍ, M.; MARTÍNEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C. Citrus fruit quality. Physiological basis and techniques of improvement. **Agrociencia**, Montevideo, v. 60, n. 2, p. 1-16, 2002.
- AGUSTÍ, M. et al. Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. **Série divulgacion técnica**. Valência: Universidade Politécnica, 2003. 82 p.
- AGUSTÍ, M. et al. The synthetic auxin 3,5,6-TPA stimulates carbohydrate accumulation and growth in citrus fruit. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 36, n. 2, p. 1-7, 2001.
- AGUSTÍ, M. et al. Citrus production. In: DIXON, G. R.; ALDOUS, D. E. (Ed.) **Horticulture: plants for people and places**. Dordrecht: Springer, 2014. v.1, cap 6., p. 159-195.
- ALBISU, S. P. **Mejora del tamaño de fruta y control de la alternância em mandarina 'Montenegrina' (Citrus deliciosa Tenore)**. 2013. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em engenharia Agrônômica) - Faculdade de Agronomia, UDELAR, Montevideo, 2013.
- AMARO, A.A.; CASER, D.V. Diversidade do mercado de tangerinas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.33, p.51-67, 2003.
- ARANGUREN, M. et al. Efectos del 3,5,6-TPA em la composición de calibres y calidad de los frutos de naranjo Valencia y pomelo Marsh em las condiciones de Jagüey Grande. **Revista Centro Agrícola**, Santa Clara, Cuba, v. 38, n. 3, p. 85-90, 2011.

- ARYSTA, 2016. **Maxim**. Disponível em: <<https://arystalifescience.co.za/files/Maxim-Label-E.pdf>> Acesso em: 22 jan. 2016.
- BANGERTH, F. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, p. 43-59, 2000.
- BANGERTH, F.; SJUT, V. Induced parthenocarpy: a tool for investigation hormone regulated physiological processes in fruits. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 80, p. 169-174, 1978.
- BABU, G. H. V. R.; LAVANIA, M. L. Vegetative growth and nutritional status as influenced by auxins and gibberellic acid, and their effect on fruit yield in lemon. **Sciencia Horticulturae**, Amsterdam, v. 26, p. 25-33, 1985.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R. **Agroclima da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1990. 60 p.
- BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da estação experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 78 p.
- BURNS, J. **Citrus fruit abscission**. 1997. Disponível em: <[http://irrec.ifas.ufl.edu/flcitrus/pdfs/short\\_course\\_and\\_workshop/citrus\\_flowering\\_97/Burns-Citrus\\_Fruit\\_Abscission.pdf](http://irrec.ifas.ufl.edu/flcitrus/pdfs/short_course_and_workshop/citrus_flowering_97/Burns-Citrus_Fruit_Abscission.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2016.
- CASTRO, P. R. C. Biorreguladores em Citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n. 2, p. 367-381, 2001.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.
- CEASA/RS. **Cotações**. [2015]. Disponível em: <<http://www.ceasars.com.br/cotacoes>>. Acesso em: 18 set. 2015.
- CRUZ, M. do C. M. da et al. Crescimento de tangerinas ‘Ponkan’ em plantas submetidas ao raleio químico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 500-505. 2010.
- DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones**. 2 ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 1995. 833 p.
- DAVIS, K.; STOVER, E.; WIRTH, F. Economics of fruit thinning: A review focusing on apple and citrus. **Horttechnology**, Alexandria, v. 14, n. 2, p. 282-289, 2004.
- DUARTE, A. M. M. **Controlo do desenvolvimento e de acidentes fisiológicos do fruto, em tangerineiras**. 2002. 243 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais, Universidade do Algarve, Faro-Portugal, 2002.
- DUARTE, A. M. M. Breves notas sobre a Citricultura Portuguesa. **AGROTEC**, Porto, n. 3, p. 40-44, 2012.
- DUARTE, A. M. M.; TRINDADE, D. T. G.; GUARDIOLA, J. L. Thinning of ‘Esbal’ clementine with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. Influence on yield, fruit size and fruit quality. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticultural**, Alexandria, v. 2, p. 929-933, 1996.
- EI-OTMANI, M.; COGGINS JUNIOR, C.W. Growth regulator effects on retention of quality of stored citrus fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 45, s/n, p. 261-272, 1991.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

- FAO. **FAOSTAT** [Base de dados]. 2015. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>> Acesso em: 22 set. 2015.
- FEDTKE, C. **Biochemistry and physiology of herbicide action**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 213 p.
- FERREIRA-FILHO, N. C.; LEITE, I. C.; STUCHI, E. S. Desbaste da limeira-ácida-‘tahiti’ (Citrus latifolia Tanaka) com “TPA” e efeitos na produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 312-316, 2002.
- FRANCO, C. K. B. **Época da poda mecanizada em laranjeiras doces ‘Hamlin’ e ‘Pera’**. 2014. 41 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.
- FREITAS, A.R.; PRESOTTI, C.V.; TORAL, F.L.B. Alternativas de análises em dados de medidas repetidas de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.2233-2244, 2005.
- GAMBETTA, G. et al. ‘**Montenegrina**’ mandarin: Characterization of the agronomic behaviour and fruit size improvement. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 2008, China. **Proceedings of the...** China: International Society of Citriculture, 2008. p. 561-566.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, J. L.; GARCÍA-PAPÍ M. A. The influence of gibberellic acid, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 6-benzylaminopurine on fruit-set of clementine mandarin. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 10, p. 285-293, 1979.
- GÓMEZ-CADENAS, A. et al. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. **Planta**, Berlin, v. 210, p. 636-643, 2000.
- GONZATTO, M. P. et al. 3,5,6-trichloro-2pyridinyloxyacetic acid as effective thinning agent for fruit of ‘Montenegrina’ mandarin. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 12, p. 2078-2083, 2015.
- GOREN, R. Anatomical, physiological, and hormonal aspects of abscission in citrus. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**, New York, v. 15, p. 145-182, 1993.
- GRAVINA, A. **Fisiologia de Citrus**. Montevideo. UDELAR, 2014. 145p.
- GREENBERG, J. et al. Effects of auxins sprays on yield, fruit size, fruit splitting and the incidence of creasing of ‘Nova’ mandarin. In: X International Symposium on Plant bioregulators in Fruit Production. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.727, p. 249-254, 2006.
- GROSSMANN, K. News from old compounds: the mode of action o auxin herbicides. In: VOSS, G.; RAMOS G. (Ed.). **Chemistry of crop Protection**. [S.l.]: Wiley-VCH, 2003. Cap. 11, p. 131-142.
- GRUPEX. **O cultivo dos citros no Rio Grande do Sul: referências tecnológicas**. Porto Alegre: Fepagro, 2005. 141 p.
- GUARDIOLA, J. L. **Increasing citrus fruit size with synthetic auxins**. 1997. Disponível em:<[http://irrec.ifas.ufl.edu/flcitrus/pdfs/short\\_course\\_and\\_workshop/citrus\\_flowering\\_97/Guardiola-Increasing\\_Citrus\\_Fruit\\_Size.pdf](http://irrec.ifas.ufl.edu/flcitrus/pdfs/short_course_and_workshop/citrus_flowering_97/Guardiola-Increasing_Citrus_Fruit_Size.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2016.
- GUARDIOLA, J. L.; ALMELA, V.; BARRÉS, M. T. Dual effect of auxins on fruit growth in satsuma mandarin. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 34, p. 229-237, 1988.

GUARDIOLA, J. L.; GARCIA, L. Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, n. 1, p. 121-132, 2000.

HILGEMAN, R. H.; TRUE, L.; DUNLAP, J. A. Effect of naphthaleneacetic acid spray and hand thinning on size of Kinnow mandarin fruit in Arizona. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 77, p. 84-87, 1964.

HIROSE, K. Development of chemical thinners for commercial use for Satsuma mandarin in Japan. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, [s.l.], p. 256-260, 1981.

IBGE. **SIDRA** [Base de Dados]. 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl2.asp?c=106&n=0&u=0&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

IGLESIAS, D. J. et al. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 19, n. 4, p. 33-362, 2007.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTINEZ-JAVAGA, J.M. Determination of a color index for citrus fruits degreening. **Proceedings of International Society of Citriculture**, Riverside, v. 2, p. 750-753, 1981.

JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J.P. Effects of moderate shade on citrus leaf gas exchange, fruit yield, and quality. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v.114, p. 177-181, 2001.

JOÃO, P. L. et al. **Levantamento da Fruticultura Comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. 77 p.

JOÃO, P. L. A citricultura no Rio Grande do Sul. In: SOUZA, P. V. D. et al. (Ed.). **Indicações técnicas para a Citricultura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2010. 126 p.

JOÃO, P. L.; CONTE, A. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul: 2007**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR. 2007. 83 p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estudo de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

KOLLER, O. C. **Citricultura**: Laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Editora Rigel, 1994. 446 p.

KOLLER, O. C. (Coord.). **Citricultura, cultura da tangerineira**: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização. Porto Alegre: Editora Rigel, 2009. 400 p.

LOZANO, J. E.; IBARZ, A. Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 31, n. 3, p. 365-373, 1997.

MARODIN, G. A. B. **Raleio químico e manual de frutinhas em tangerineira (Citrus deliciosa Tenore) cv. Montenegrina**. 1986. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

MARTÍNEZ-FUENTES, A. et al. Timing of the inhibitory effect of fruit on return bloom of ‘Valencia’ sweet Orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Journal of Science Food Agriculture**, London, v. 90, p. 1936-1943, 2010.

- MAZHAR, M. S.; ANWAR, R.; MAQBOOL, M. A review of alternate bearing in citrus. **Proceedings of the International Symposium on Prospects of horticultural Industry in Pakistan**, Faisalabad, p. 143-150, 2007.
- MESEJO, C. et al. Vascular tissues development of citrus peduncle is promoted by synthetic auxins. **Plant Growth Regulation**, Netherlands, v. 39, n. 1, p. 131-135, 2003.
- MESEJO, C. et al. Synthetic auxin 3,5,6-TPA provokes Citrus clementina (Hort. exTan) fruitlet abscission by reducing photosynthate availability. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 31, p.186-194, 2012.
- MIOZZO, A. K. et al. Efeito da poda de ramos e do raleio manual de frutos sobre a produção de tangerineiras 'Montenegrina'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 59-63, 1992.
- MOREIRA, R. A. et al. Regularidade da produção de tangerineiras Ponkan submetidas ao raleio químico bianual. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.esp., p. 235-240, 2011.
- MOREIRA, R. A. et al. Rentabilidade do raleio químico em tangerineiras 'Ponkan'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 15-23, 2013.
- NAWAZ, M. A. et al. Role of growth regulators on preharvest fruit drop, yield and quality in kinnow mandarin. **Pakistan Journal Botany**, Karachi, v. 40, n. 5, p. 1971-1981, 2008.
- NIENOW, A. A. **Efeito de intensidades e épocas de raleio manual de frutinhas sobre a alternância de produção de tangerineiras 'Montenegrina' (Citrus deliciosa Tenore)**. 1989. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.
- OLIVEIRA, R. P. de et al. **Raleio manual e químico em Citros**. Pelotas: Embrapa clima Temperado, 2009. 23 p.
- OLIVEIRA, R. P. de et al. **Rainha**: Tangerineira tardia com menor alternância de produção e maior tamanho de frutos. Pelotas: Embrapa clima Temperado, 2011. (Folder)
- OTERO, A. Raleo de frutos cítricos. Uma técnica para aliviar la alternância productiva y aumentar el tamaño de los frutos. In: **Avances de investigación em citricultura**. Salto Grande: INIA 2003. (Serie Actividades de Difusión 336)
- OTERO, A. **Raleo de frutos em mandarina Satsuma y otros cítricos**. Montevideo, Unidad de agronegocios y difusión del INIA, 2004. (Serie técnica n.140)
- OUMA, G. Fruit thinning with specific reference to citrus species: A review. **Agriculture and biology journal of North America**, Milford, v. 3, n. 4, p. 175-191, 2012.
- PANZENHAGEN, N. V. et al. Efeito da poda de ramos e do raleio manual de frutos sobre a produção de tangerineiras 'Montenegrina'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 35-39, 1991.
- PERECIN, D.; CARGNELUTTI, F. A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.68-72, 2008.
- PIO, R.M.; De NEGRI, J.D.; **Desbaste em Tangerinas**. 2010. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/artigos/2010\\_3/DesbasteTangerinas/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2010_3/DesbasteTangerinas/index.htm)>. Acesso em: 26 fev. 2016.

- RAMOS, J. D. et al. Ethephon no raleio de tangerinas 'Ponkan'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 236-240, 2009.
- ROBERTS, T. R. et al. **Metabolic pathways of agrochemicals**. Part 1: herbicides and plant growth regulators. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1998. 872 p.
- ROA, A. R. et al. Effects of 2,4-D on sugar accumulation and invertase activity in sweet Orange cv. Salustiana. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 9, n. 2, p. 105-111, 2015.
- RODRIGUES, L. R. et al. Raleio manual de frutos em tangerinas 'Montenegrina'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 14-21, 1998.
- RODRÍGUEZ, V. A. et al. Efectos del 3,5,6-TPA em naranjo dulce (*Citrus sinensis*) var. Hamlin y mandarina Satsuma (*Citrus unshiu*). **Agrotecnia**, Resistencia, n. 10, 5 p., 2003.
- ROSA, R. D. et al. Poda e raleio manual de tangerineira (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina no sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 254-261, 2012.
- ROSES, M. **Efectos de las auxinas de síntesis, 2,4-D; 2,4-DP y 3,5,6-TPA; sobre la producción y calidad de fruto, en el mandarina 'Clementino' (*Citrus clementina* Blanco) cv. Clemenules**. 2005. 77 f. Tesis (Ing. Agr.) – Facultad de Agronomía, Universidade Católica de Valparaíso, 2005.
- ROUSSOS, P. A.; TASSIS, A. Effects of girdling, nitrogen, zinc and auxin foliar spray applications on mandarin fruit "Nova" quality characteristics. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 23, n. 5, p. 431-439, 2011.
- RUFINI, J. C. M.; RAMOS, J. D. Influência do raleio manual sobre a qualidade dos frutos da tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco). **Ciência Agrotécologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 516-522, 2002.
- SAAVEDRA, B. **Efecto del 2,4-D; 2,4-DP y 3,5,6-TPA, sobre el tamaño final, productividad y calidad de los frutos en naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cv. Lane late**. 2005. 87 f. Tesis (Ing. Agr.) – Facultad de Agronomía, Universidade Católica de Valparaíso, 2005.
- SAFAEI-NEJAD, G.; SHAHSAVAR, A.; MIRSOLEIMANI, A. Effects of naphthalene acetic acid and carbaryl on fruit thinning in 'Kinnow' mandarin trees. **Journal of chemical Health Risks**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 137-144, 2015.
- SALEEM, B. A.; MALIK, A. U.; FAROOQ, M. Effect of exogenous growth regulators application on june fruit drop and quality in citrus sinensis cv. Blood Red. **Pakistan Journal Botany**, Karachi, v. 44, n. 2, p. 289-294, 2007.
- SALEEM, B. A. et al. Growth regulators application affects vegetative and reproductive behavior of 'Blood Red' sweet orange. **Pakistan Journal Botany**, Karachi, v. 40, n. 5, p. 2115-2125, 2008.
- SARTORI, I. A. **Poda, raleio de frutos e uso de fitorreguladores em tangerineiras (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina**. 2005. 100 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 724-729, 2005.

SARTORI, I. A. et al. Maturação de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 364-369, 2002.

SARTORI, I. A. et al. Raleio químico de tangerineira cv. 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) com pulverizações de etefon. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 13, n. 1-2, p. 89-93, 2007(a).

SARTORI, I. A. et al. Efeito da poda, raleio de frutos e uso de fitorreguladores na produção de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 005-010, 2007(b).

SARTORI, I. A. et al. Épocas de maturação de tangerinas na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 313-322, 1998.

SARTORI, I. A. et al. Poda e raleio manual de frutos em tangerineira cv. 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), apreciação econômica. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 12, n. 1-2, p. 45-503, 2006.

SCHWARZ, S. F. **Influência do raleio manual de frutinhas sobre a produção de tangerineiras Montenegrina (*Citrus deliciosa* Tenore)**. 1989. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

SCHWARZ, S. F.; KOLLER, O. C. Características de três safras de tangerineiras 'Montenegrina' após raleio manual de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 41-47, 1991.

SCHWARZ, S. F.; MARODIN, G. A. B.; KOLLER, O.C. Avaliação de duas safras da tangerineira 'Montenegrina' após raleio químico e manual de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 65-70, 1992(a).

SCHWARZ, S. F.; MARODIN, G. A. B.; NIENOW, A. A. Intensidades e épocas de raleio manual em tangerineiras 'Montenegrina'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 8, p. 1161-1165, 1992(b).

SERCILOTO, C. M. **Fixação e desenvolvimento dos frutos do tangor 'Murcote' (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L. Osbeck) e da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de biorreguladores**. 2001. 88f. Dissertação (Mestrado) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

SERCILOTO, C. M. et al. Desbaste e desenvolvimento do tangor 'Murcott' com o uso de biorreguladores. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 95-111, 2003.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C. **Reguladores vegetais na citricultura**. Jaboticabal: Funep, 1998. 38 p.

SOUZA, P. V. D. de et al. Influência de concentrações de Etefon e pressões de pulverização foliar sobre a produção de frutos e o teor de substâncias de reserva em tangerineiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 613-61, 1993.

SPÓSITO, M. B.; CASTRO, P. R. C.; AGUSTÍ, M. Alternância de produção em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 19, n. 2, p. 293-304, 1998.

SPÓSITO, M. B.; JULIANETTI, A.; BARBASSO, D.V. Determinação do índice de cor mínimo necessário para a colheita de laranja doce valência a ser submetida ao processo de desverdecimento. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 2, p. 373-379, 2006.

SRIVASTAVA, L. M. **Plant growth and development hormones and environment**. San Diego: Academic Press, 2002. 777 p.

STANDER, O. P. J. **Fruit split and fruit size studies on citrus**. 2013. 149 f. Thesis (Master) – Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa, 2013.

STEWART, W. S.; KLOTZ, L. J.; HIELD, H. Z. Effects of 2,4-D and related substances on fruit-drop, yield, size, and quality of Washington navel oranges. **Hilgardia**, California, v. 21, n. 7, p. 159-193, 1951.

STOVER, E. W.; GREENE, D. W. Environmental effects on the performance of foliar applied plant growth regulators: A review focusing on tree fruits. **HortTechnology**, Alexandria, v. 15, n. 2, p. 214-221, 2005.

TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J. M. **Weed control methods handbook: tools and techniques for use in natural areas**. 2001. 218 p. Disponível em: <<http://www.invasive.org/gist/handbook.html>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

VERREYNNE, J. S.; LOVATT, C. J. The effect of crop load on budbreak influences return bloom in alternate bearing ‘Pixie’ mandarin. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 134, n. 3, p. 299-307, 2009.

VIDAL, C. A. E. **Efecto de la aplicación de GA<sub>3</sub> y 3,5,6-TPA, sobre la productividad y calidade externa en el mandarino clementino (Citrus clementina Blanco) cv. Clemenules**. 2006. 51 f. Tesis (Ing. Agr.) – Facultad de Agronomía, Universidade Catolica de Valparaiso, 2006.

VIDAL, R. **Ação dos Herbicidas**. Porto Alegre: Evangraf, 2002. 89 p.

VIVIAN-SMITH, A.; KOLTUNOW, A. M. Genetic analysis of growth regulator induced parthenocarpy in Arabidopsis. **Plant Physiology**, Washington, v. 121, p. 437-451. 1999.

WHEATON, T. A. Fruit thinning of Florida mandarins using plant growth regulators. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Riverside, p. 263-268, 1981.

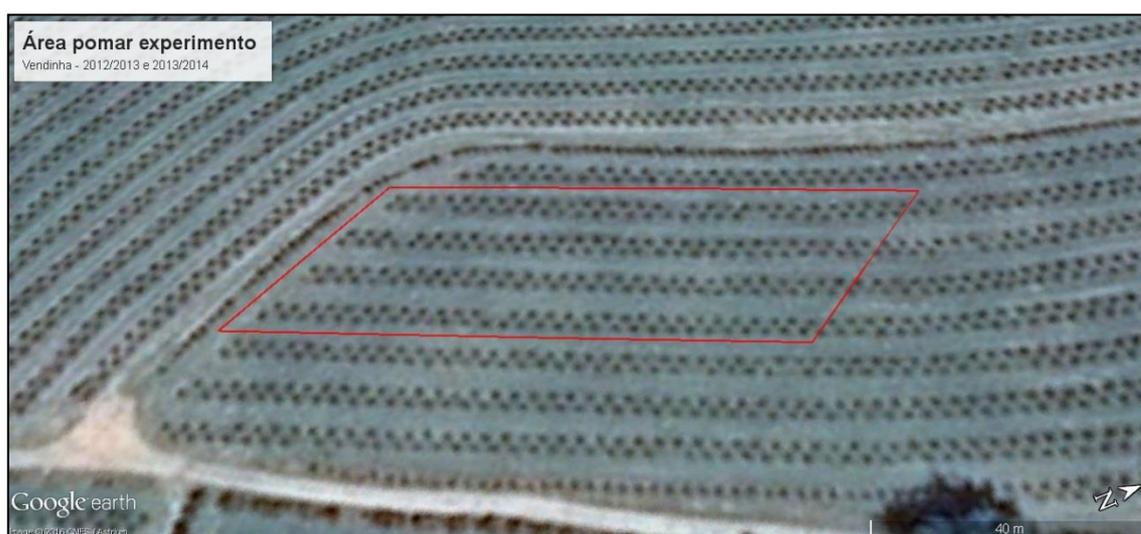
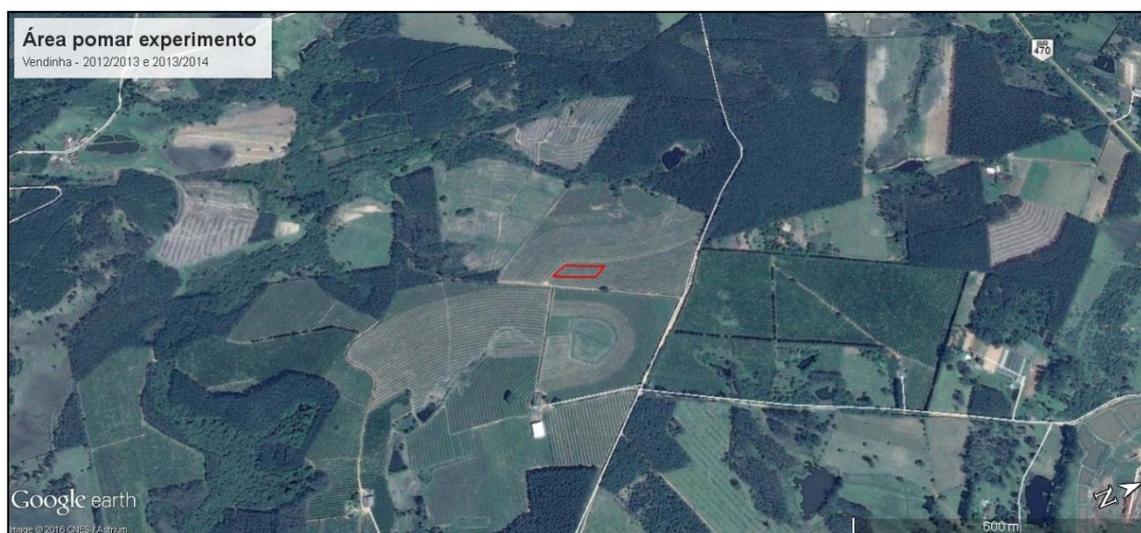
YASSIN, N.; MORAIS, A. R.; MUNIZ, J. A. Análise de variância em um experimento fatorial de dois fatores com tratamentos adicionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, edição especial, p.1541-1547, 2002.

YILDIRIM, B. et al. Effects of 3,5,6,-triclolo-2-pyridyloxyacetic acid on fruit size and yield of Valencia oranges (Citrus sinensis Osb.). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsink, v. 9, n. 1, p. 275-279. 2011.

ZURRU, R. et al. Efeects of Triclopyr (3,5,6-Trichloro-2-Pyridyloxyacetic Acid) applications on fruit quality of ‘SRA63’, ‘SRA85’, ‘SRA88’ and ‘SRA92’ Clementine. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Riverside, p. 1223-1229, 2012.

## 7 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Localização área experimental com tangerineiras ‘BRS Rainha’ (*Citrus deliciosa* Ten.), no pomar comercial em Montenegro – RS.



APÊNDICE 2. Datas das avaliações e tratamentos efetuados a campo das auxinas sintéticas raleantes 3,5,6-TPA e 2,4-D, nos anos safra de 2012/2013 e 2013/2014, no experimento com tangerineiras ‘BRS Rainha’ (*Citrus deliciosa* Ten.), no pomar comercial em Montenegro – RS.

Avaliações	2012/2013
Contagem inicial dos frutinhas antes das aplicações	22/10/2012
Aplicação dos agroquímicos raleantes	01/11/2012
1ª: início das contagens após as aplicações	16/11/2012
2ª: contagens após as aplicações	30/11/2012
3ª: contagens após as aplicações	14/12/2012
4ª: contagens após as aplicações	03/01/2013
5ª: final das contagens após as aplicações	23/01/2013
Raleio manual	08/03/2013
Avaliação de fitotoxidez	17/03/2013
Colheita	24/07/2013
Avaliações	2013/2014
Contagem inicial dos frutinhas antes das aplicações	07/11/2013
Aplicação dos agroquímicos raleantes	09/11/2013
1ª: início das contagens e medidas de diâmetros após as aplicações	18/11/2013
2ª: contagens após as aplicações e medidas de diâmetros	26/11/2013
3ª: contagens após as aplicações e medidas de diâmetros	06/12/2013
4ª: contagens após as aplicações e medidas de diâmetros	15/12/2013
5ª: contagens após as aplicações e medidas de diâmetros	30/12/2013
6ª: contagens após as aplicações e medidas de diâmetros	12/01/2014
7ª: contagens após as aplicações e medidas de diâmetros	27/01/2014
Raleio manual	02/02/2014
8ª: medidas de diâmetros e final das contagens após as aplicações	10/02/2014
9ª: medidas de diâmetros	23/02/2014
10ª: medidas de diâmetros	12/03/2014
11ª: medidas de diâmetros	24/03/2014
12ª: medidas de diâmetros	06/04/2014
13ª: medidas de diâmetros	21/04/2014
14ª: medidas de diâmetros	03/05/2014
15ª: medidas de diâmetros	17/05/2014
16ª: medidas de diâmetros	30/05/2014
17ª: medidas de diâmetros	18/06/2014
18ª: medidas de diâmetros	05/07/2014
19ª: medidas de diâmetros	20/07/2014
20ª: final das medidas de diâmetros	03/08/2014
Colheita	08/08/2014

APÊNDICE 3. Destaque da fitotoxidez na região do porta-enxerto (*P. trifoliata*) de plantas de tangerineira 'BRS Rainha', tratadas com a auxina 3,5,6-TPA na concentração de 40 mg L<sup>-1</sup>, em 17 de março de 2013, Montenegro – RS, 2012-2013.



APÊNDICE 4. Florescimento extemporâneo e aspecto de fitotoxidez de plantas de tangerineira 'BRS Rainha', tratadas com a auxina 3,5,6-TPA nas concentrações de 20 mg L<sup>-1</sup> (a) e 40 mg L<sup>-1</sup> (b), em 17 de março de 2013 (136 DAA), Montenegro – RS, 2012-2013.



\*As flores acima geraram os frutos extemporâneos colhidos em 05 de fevereiro de 2014, 11 meses após essa avaliação. Os frutininhos já em desenvolvimento foram os colhidos extemporaneamente em 19/09/2013.

APÊNDICE 5. Florescimento extemporâneo e aspecto de fitotoxidez de plantas de tangerineira 'BRS Rainha', tratadas com a auxina 3,5,6-TPA nas concentrações de 20 mg L<sup>-1</sup> (a) e 40 mg L<sup>-1</sup> (b), em 21 de julho de 2013 (262 DAA), Montenegro – RS, 2012-2013.



APÊNDICE 6. Aspecto de fitotoxidez em plantas de tangerineira 'BRS Rainha', tratadas com 3,5,6-TPA na concentração de 40 mg L<sup>-1</sup>, 262 dias após a aplicação, em 21 de julho de 2013, Montenegro – RS, 2012-2013.

