

CIRCULAR TÉCNICA

152

Bento Gonçalves, RS
Agosto, 2020

Emprego do modelo da taxa de crescimento de frutos em programa de raleio de macieira 'Fuji Suprema'

Andrea De Rossi
Lucas De Ross Marchioretto
Hingrid Serafim
Matheus Thatson Signorini da Silva



Emprego do modelo da taxa de crescimento de frutos em programa de raleio de macieira ‘Fuji Suprema’¹

Introdução

A redução do número de frutos, visado o ajuste da carga de frutos por planta, é um processo que inicia na poda de inverno mas passa, necessariamente, pela realização do raleio, tanto químico como manual (Westwood, 1993), e pode ser realizado tanto no estágio de floração quanto no de frutificação, indo desde a queda de pétalas até 14 dias depois disso.

O raleio de flores ou frutos é uma prática comercial usada para maximizar a rentabilidade da colheita, com o aumento do tamanho do fruto, melhorando a coloração, qualidade e o retorno de floração no próximo ciclo produtivo (Byers, 2003).

Segundo Wertheim e Webster (2005) o crescimento simultâneo de uma grande quantidade de frutos na planta resulta na colheita de frutos com menor calibre. De acordo com Lakso e Goffinet (2013) para que macieiras produzam frutos com bom calibre deve haver remoção de mais de 90% da carga inicial.

Para Robinson e Lakso (2011) o raleio químico ainda é uma das etapas mais imprevisíveis da produção de maçãs com grande variação de resposta na safra e, também, entre as safras. A variabilidade está relacionada, entre outros fatores, ao estágio de desenvolvimento dos frutos, à disponibilidade de carboidratos para manter o crescimento dos mesmos e às condições climáticas durante o período.

Vários modelos matemáticos foram desenvolvidos com o objetivo de aumentar a previsibilidade do raleio químico, como o modelo de carboidratos

¹ Andrea De Rossi, engenheira agrônoma, Dr^a. em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS; Lucas De Ross Marchioretto, engenheiro agrônomo, doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Hingrid Serafim, graduanda em agrônoma, Universidade de Caxias do Sul, Vacaria, RS; Matheus Thatson Signorini da Silva, engenheiro agrônomo, bolsista da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS.

(Robinson e Lakso, 2011), o modelo do crescimento do tubo polínico (Yoder et al., 2013) usado no raleio de floração, o modelo da taxa de crescimento dos frutos (Greene, 2008; Greene et al., 2013), entre outros.

A premissa na qual o modelo da taxa de crescimento se baseia é a observação de que os frutos que estão destinados a cair desacelerarão e interromperão o crescimento bem antes do tempo real de abscisão. Esta redução da velocidade de crescimento ocorre logo após a aplicação dos raleantes químicos e geralmente ainda dentro do tempo hábil para fazer outra aplicação, se necessário. Trabalhos anteriores indicaram que a medida da taxa de crescimento dos frutos pode ser viável para prever se um fruto irá cair ou persistir durante o período chamado de *june drop* (Greene et al., 2013). Nestes experimentos para criar o modelo, os mesmos autores observaram que se a taxa de crescimento de um fruto em particular, medido no período, for menor que 50% da taxa de crescimento do fruto que mais cresceu durante o mesmo período, ele irá cair. Por outro lado, se a taxa de crescimento desse fruto em particular for maior que 50% da taxa de crescimento do fruto que mais cresceu, ele irá se manter na planta.

Mcartney e Obermiller (2010) observaram que a eficácia de diferentes raleantes químicos usados em pós-floração foi satisfatoriamente prevista quando o modelo baseado na taxa de crescimento dos frutos foi aplicado. Em 2008, o modelo da taxa de crescimento desenvolvido por Greene et al (2013) na Universidade de Massachusetts, foi avaliado por pesquisadores/produtores nos estados da Carolina do Norte e Nova Iorque, dos Estados Unidos da América, em algumas variedades de maçãs. O percentual de frutificação efetiva e a resposta das plantas aos raleantes foram preditos com acurácia na Carolina do Norte. Em Nova Iorque, a resposta inicial de abscisão dos frutos foi prevista com precisão, embora um período nublado posterior tenha causado queda adicional de frutos (Robinson et al., 2013).

Robinson et al. (2016) desenvolveram um método integrado para gerenciar mais precisamente o raleio químico da macieira utilizando, inicialmente, o modelo do balanço de carboidratos para estimar o fornecimento de carboidratos às frutas e, depois, a medida da taxa real de crescimento das frutas, através do modelo da taxa de crescimento, para fornecer informações que permitam melhor gerenciamento do raleio. Com base nos resultados de dois anos do estudo, os autores indicam que o método proposto deu aos

produtores confiança suficiente para ralear quando apropriado e informações de quando não havia necessidade de se ralear uma segunda vez. Além disso, indicam que as implicações econômicas do ajuste da carga de frutos e o tamanho dos frutos obtidos com o uso do método justificam essa abordagem de manejo mais intensiva. Em experimento conduzido no estado de Nova Iorque em 2013, Rufato et al. (2017) relataram que o modelo foi útil para prever o número final de frutos por planta, permitindo a avaliação da eficácia de cada tratamento testado.

O objetivo desta Circular Técnica é de apresentar os resultados da avaliação de diferentes programas de raleio químico e validação do modelo matemático baseado na taxa de crescimento dos frutos em macieiras da cultivar ‘Fuji Suprema’.

O experimento

O experimento foi conduzido na safra 2017 em pomar da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho localizado no município de Vacaria-RS, com a cultivar de macieira Fuji Suprema. A área experimental foi implantada no ano de 2011, com espaçamento de quatro metros entre filas e um metro entre plantas, totalizando 2500 plantas por hectare, sendo as plantas conduzidas em líder central. O manejo do pomar tem sido realizado de acordo com as normas da Produção Integrada de Maçã.

Conforme detalhado na Figura 1, foram avaliados sete tratamentos de raleio químico com benziladenina e um tratamento controle (sem aplicação de raleio químico = testemunha), totalizando oito tratamentos. As doses do raleante químico foram definidas em função do diâmetro dos frutos. Os tratamentos foram aplicados quando os frutos tinham entre 04 e 18 mm de diâmetro, em aplicações isoladas e sequenciais.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições (blocos) e cinco plantas em linha por parcela, sendo que em cada parcela, uma planta de cada extremidade da linha foi considerada como bordadura e não foi avaliada. Portanto, cada tratamento tinha um total de nove plantas avaliadas. As variáveis estudadas foram: percentual de frutificação efetiva, produção por planta, peso médio dos frutos e eficiência produtiva,

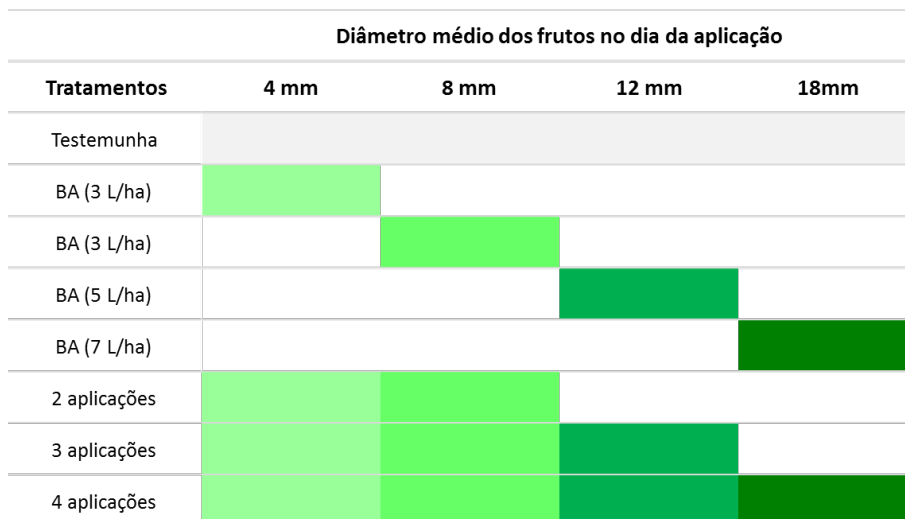


Figura 1. Tratamentos de raleio químico com benziladenina aplicados isoladamente e em aplicações sequenciais, em diferentes estágios de desenvolvimento dos frutos em plantas da cultivar Fuji Suprema.



expressa em kg de frutos por cm² da área da secção transversal do tronco (ASTC). Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variação pelo teste F e, quando o efeito do fator foi significativo, realizou-se teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O percentual de frutificação efetiva foi determinado marcando-se três ramos representativos do topo, meio e base da copa das plantas. No dia anterior à aplicação dos tratamentos, o número de cachopas florais de cada ramo foi contado e registrado. Considerando que cada cachopa floral tem em média cinco frutos, foi calculado o número inicial de frutos. Quando os frutos estavam com 30 mm de diâmetro, foi contabilizado o número final de frutos que se estabeleceram após o raleio. O percentual de frutificação efetiva foi então calculado usando fórmula abaixo.

$$\text{Frutificação efetiva} = \frac{\text{número final de frutos}}{\text{número inicial de frutos}} * 100$$

Na colheita, os frutos de cada planta foram contados e pesados, obtendo-se assim a produção por planta, expressa em quilogramas. O peso médio dos

frutos foi calculado pela relação entre a produção e o número de frutos colhidos, expresso em gramas. A eficiência produtiva foi calculada pela relação entre a produção por planta e a área da secção transversal do caule, expressa em kg/cm² ASTC. Para obtenção da área da secção transversal do caule, o perímetro das plantas foi medido a uma altura de 13 cm a partir do nível do solo. A partir do perímetro, foi calculada a ASTC.

Emprego do modelo da taxa de crescimento dos frutos

Em cada aplicação de raleio químico, a partir dos 08 mm de diâmetro dos frutos, o modelo matemático da taxa de crescimento desenvolvido por Greene et al. (2013) foi usado para prever a eficiência dos tratamentos. O modelo foi aplicado marcando-se 15 cachopas florais por planta, em cinco plantas de cada tratamento. Antes da aplicação, os frutos de cada cachopa floral foram identificados numericamente de um a cinco. Aos três e aos oito dias após a aplicação, o diâmetro de cada fruto das cinco cachopas, nas cinco plantas marcadas, foi medido com paquímetro digital. Estes dados foram inseridos em uma planilha eletrônica, onde o modelo estima o número de frutos que se fixaram após cada tratamento.

Para a estimativa do coeficiente de correlação de Pearson entre o número de frutos por planta estimado pelo modelo matemático e o número total de frutos colhidos por planta foram testados nove tratamentos (aplicações isoladas de benziladenina aos 08, 12 e 18 mm de diâmetro dos frutos e seus respectivos controles não tratados; duas, três e quatro aplicações sequenciais).

Resultados

Os tratamentos de raleio químico reduziram o percentual de frutificação efetiva quando comparados ao controle não tratado, destacando o tratamento realizado na fase de queda de pétalas, quando os frutos tinham ao redor de 04 mm de diâmetro e os tratamentos que tiveram de duas, três e quatro aplicações sequenciais. No caso do tratamento com quatro aplicações sequenciais, a frutificação efetiva foi reduzida drasticamente, chegando a 12,2%, o que, a depender da carga inicial de frutos, pode representar condição de raleio excessivo. Aplicações isoladas, quando os frutos tinham entre 08 e

18 mm, resultaram em frutificação efetiva semelhante à testemunha (Tabela 1). Em estudo desenvolvido por Francescato et al. (2018) foram avaliados diferentes programas de raleio, com uma aplicação em queda de pétalas e aplicações sequencias aos 10–12 mm e 18 mm de diâmetro dos frutos. Em todas combinações testadas houve redução do número de frutos por planta quando comparadas ao controle não tratado. Além disso, a rentabilidade foi maior pelo incremento do peso médio dos frutos, conseguido através da redução da carga das plantas.

Cabe destacar que, ao serem obtidos percentuais de frutificação efetiva semelhantes com uma aplicação isolada em queda de pétalas e com duas e três aplicações sequenciais, deve ser levado também em consideração o custo destes tratamentos e a rentabilidade final. Simplificadamente, o custo de uma aplicação isolada é metade do custo de duas aplicações e um terço do custo de três aplicações. Por outro lado, há benefício do aumento do peso médio dos frutos nas aplicações sequenciais, o que aumenta o valor de mercado desta fruta. No caso do tratamento de queda de pétalas, o peso médio obtido permite classificá-las como calibre 165 e no caso de duas ou três aplicações, as maçãs se enquadrariam no calibre 135. Na venda, o preço da caixa de 18 kg de maçãs de categoria 1 com calibre 135 está sendo comercializado, na safra 2019/2020, com valor cerca de 30% superior daquela com calibre 165.

Apesar do efeito das aplicações de raleio químico sobre a frutificação efetiva, observou-se que a produção por planta não foi afetada pela aplicação dos tratamentos de raleio químico. Por outro lado, o peso médio dos frutos variou em função dos tratamentos, sendo maior em plantas que foram submetidas a aplicações sequenciais do que em plantas não tratadas e, em alguns casos, maior também do que em plantas que receberam aplicações isoladas de benziladenina. Apesar de o tratamento realizado quando os frutos tinham 04 mm de diâmetro ter apresentado frutificação efetiva menor que o controle não tratado, isso não se traduziu em aumento do peso médio dos frutos como esperado, já que o peso médio foi igual à testemunha (Tabela 1).

A eficiência produtiva expressa o efeito do raleio químico relativo ao vigor da planta, representado pela área da secção transversal do caule (ASTC). Assim, o uso desta variável permite reduzir possíveis variações resultantes da diferença de vigor das plantas da área experimental. No caso deste estudo, a eficiência produtiva foi reduzida com os tratamentos, sendo estatisticamente

diferente da testemunha quando as plantas receberam quatro aplicações sequenciais de raleio químico. Nos demais tratamentos, a eficiência produtiva foi estatisticamente igual ao controle não tratado (Tabela 1).

Tabela 1. Frutificação efetiva, produção por planta, peso médio dos frutos e eficiência produtiva de macieiras da cultivar Fuji Suprema em função de diferentes esquemas de raleio químico*.

Tratamento	Diâmetro dos frutos na aplicação (mm)	Frutificação efetiva (%)	Produção por planta (kg)	Peso médio dos frutos (g)	Eficiência produtiva (kg/cm ² ASTC)
Testemunha	-	30,7 A	19,0 A	111 C	1,10 A
Benziladenina 03 L/ha	04	20,6 B	20,7 A	111 C	0,94 AB
Benziladenina 03 L/ha	08	25,3 AB	20,5 A	113 BC	0,98 AB
Benziladenina 05 L/ha	12	25,6 AB	18,4 A	120 ABC	0,92 AB
Benziladenina 07 L/ha	18	23,3 AB	26,0 A	115 BC	0,87 AB
2 aplicações	04 + 08	21,7 B	21,2 A	128 ABC	0,61 AB
3 aplicações	04 + 08 + 12	19,3 B	22,5 A	131 AB	0,66 AB
4 aplicações	04 + 08 + 12 + 18	12,2 C	19,5 A	137 A	0,53 B

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O coeficiente de correlação de Pearson entre o número de frutos colhidos por planta e o número de frutos por planta estimado pelo modelo matemático baseado na taxa de crescimento dos frutos foi altamente significativo. O coeficiente de 0,60 indica que há correlação moderada entre os dois fatores (Figura 2). Este coeficiente foi obtido considerando a média das 45 observações. Ao se fazer a estimativa do mesmo coeficiente de correlação para cada época de aplicação individualmente, os valores obtidos foram

0,63, 0,65 e 0,68 respectivamente para os tratamentos de 08, 12 e 18 mm de diâmetro dos frutos (dados não apresentados). Assim, o modelo da taxa de crescimento foi adequado para prever antecipadamente a eficiência do raleio químico. Rufato et al. (2017) também concluíram que o modelo foi útil para estimar a carga de frutos por planta após o raleio químico, porém, naquela condição, os autores observaram que o modelo superestimava o número final de frutos por planta. No caso do presente estudo não houve uma tendência de superestimativa ou subestimativa do número final de frutos por planta (dados não apresentados).

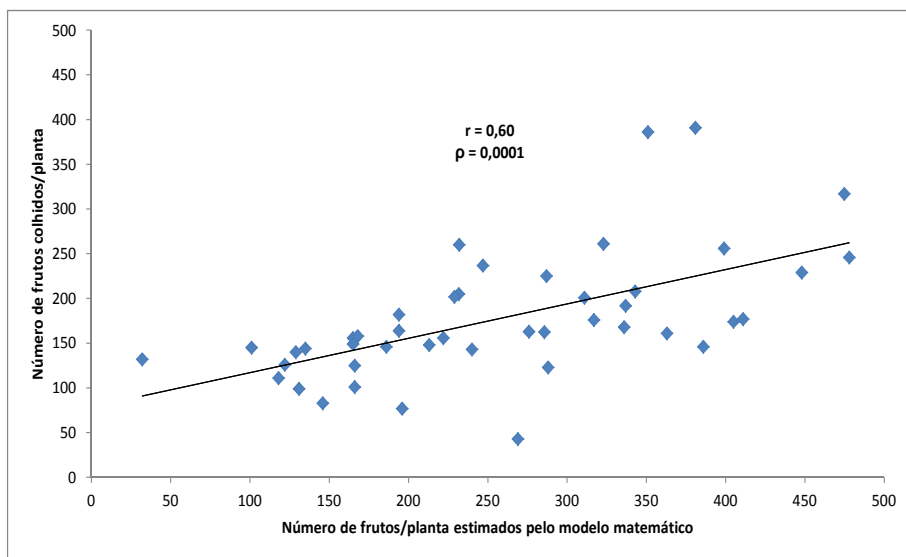


Figura 2. Diagrama de dispersão das variáveis número de frutos colhidos por planta e o número de frutos/planta estimado pelo modelo matemático baseado na taxa de crescimento dos frutos e respectivo coeficiente de correlação de Pearson. Os pontos distribuídos na figura representam os tratamentos testados, considerando as cinco repetições (plantas) avaliadas com o modelo matemático, totalizando, assim, 45 observações.

Considerações finais

O modelo de taxa de crescimento de frutos foi efetivo na previsão do número de frutos por planta e permitiu uma avaliação antecipada da eficiência dos tratamentos de raleio estabelecidos.

Os tratamentos de raleio químico propostos foram eficientes na redução da carga de frutos, com destaque para duas e três aplicações sequenciais de benziladenina. Portanto, ao se levar em consideração o custo e a rentabilidade, o tratamento com duas aplicações foi o mais indicado para o raleio de macieiras 'Fuji Suprema'.

Referências

- BYERS, R. E. Flower and fruit thinning and vegetative: fruit balance. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. (Eds.). **Apples, botany, production and uses**. Londres, UK: CABI Publishing, 2003. cap 16, p. 409–436.
- FRANCESCOTTO, P.; ROBINSON, T.; LORDAN, J.; HERZEELLE, P. The use of plant growth regulators for crop load management in apples – I. Fruit thinning and flower formation. **Fruit Quarterly**, v. 26, n. 1, p. 5 - 10, 2018. Disponível em: <<http://nyshs.org/wp-content/uploads/2018/07/Francescato-Pages-5-12-from-FQ-Spring-Book-2018.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2020.
- GREENE, D. **A growers guide to predicting the response to a chemical thinner application**. University of Massachusetts: Predicting thinning instructions, p. 1-2, 2008. Disponível em: <<http://fruitadvisor.info/tfruit/2008/predictthinprocedure.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2019.
- GREENE, D. W. ; LAKSO, A. N.; ROBINSON, T. L.; SCHWALLIER, P. Development of a fruitlet growth model to predict thinner response on apples. **HortScience**, v. 48, n. 5, p. 584–587, 2013. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.5.584>.
- LAKSO, A. N.; GOFFINET, M. C. Apple fruit growth. **New York Quarterly**, v. 21, n. 1, p. 11–14, 2013. Disponível em: <<http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2014/Tree%20Fruit/Apples%20Fruit%20Growth%20Lakso.pdf>>. Acesso em 9 jun. 2020.
- MCARTNEY, S. J.; OBERMILLER, J. D. Evaluation of a model to predict the response of “Gala” apples to chemical thinners. **Acta Horticulturae**, n. 884, p. 581–586, 2010. Doi: 10.17660/ActaHortic.2010.884.75.
- ROBINSON, T. L.; LAKSO, A. N. Predicting chemical thinner response with a carbohydrate model. **Acta Horticulturae**, n. 903, p. 743–750, 2011. Doi: [10.17660/ActaHortic.2011.903.103](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.903.103).
- ROBINSON, T. L.; LAKSO, A.; GREENE, D.; HOYING, S. Precision crop load management. **New York Fruit Quarterly**, v. 21, n. 2, p. 3-9, 2013. Disponível em: <<http://nyshs.org/wp->

content/uploads/2016/10/Pages-6-10-from-NYFQ-Summer-Book-6-22-2013.PRESS-2.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.

ROBINSON, T. L., LAKSO, A. N., GREENE, D., REGINATO, G. AND RUFATO, A. de R. Managing fruit abscission in apple. **Acta Horticulturae**. v. 1119, p. 1-14, 2016. Doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1119.1.

RUFATO, A. de R.; ROBINSON, T. L.; RUFATO, L. Precision thinning of 'Royal Gala' apple trees using the fruit growth model. **Acta Horticulturae**, v. 1177, p. 399-404, 2017. Doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1177.57.

WEIRTHEIM, S. J.; WEBSTER, A. D. Manipulation of growth and development by plant bioregulators. In: TROMP, j.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. (Ed.). **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden: Backhuys, 2005. p. 267-294.

WESTWOOD, M. N. **Temperate-zone pomology: physiology and culture**. 3. ed. Portland: Timber Press, 1993.

YODER, K. S.; PECK, G. M.; COMBS, L. D.; BYERS, R. E. Using a pollen tube growth model to improve apple bloom thinning for organic production. **Acta Horticulturae**, n. 1001, p. 207-214, 2013. Doi: 10.17660/ActaHortic.2013.1001.23.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS

Fone: (0xx) 54 3455-8000

Fax: (0xx) 54 3451-2792

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digitalizada (2020)

Comitê Local de Publicações da Embrapa Uva e Vinho

Presidente

Adeliano Cargnin

Secretário-Executivo

Edgardo Aquiles Prado Perez

Membros

João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto,

Klecius Ellera Gomes, Luciana Mendonça Prado,

Nubia Poliana Vargas Gerhardt, Rochelle Martins

Alvorcem, Viviane Maria Zanella Bello Fialho

Supervisão editorial

Klecius Ellera Gomes

Revisão de texto

Edgardo Aquiles Prado Perez

Normalização bibliográfica

Rochelle Martins Alvorcem CRB10/1810

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Edgardo Aquiles Prado Perez

Foto da capa

Andrea De Rossi

