

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

ÁCIDO 1-AMINOCICLOPROPANO 1-CARBOXÍLICO (ACC) NA REDUÇÃO DO  
RALEIO MANUAL DE FRUTAS DE CAROÇO NA SERRA GAÚCHA

Gabriel Molon Molinetti  
Engenheiro Agrônomo/UCS

Dissertação apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia  
Área de concentração Sistemas de produção vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Abril de 2024

## CIP - Catalogação na Publicação

Molinetti, Gabriel Molon

Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutas de caroço na Serra Gaúcha / Gabriel Molon Molinetti. -- 2024.

105 f.

Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin.

Coorientadora: Carine Cocco.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Prunus spp.. 2. Raleio químico. 3. Raleio manual. 4. ACC. 5. Etileno. I. Marodin, Gilmar Arduino Bettio, orient. II. Cocco, Carine, coorient. III. Título.

GABRIEL MOLON MOLINETTI  
Engenheiro(a) Agrônomo(a) - UCS

## **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: 30/04/2024  
Pela Banca Examinadora

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN  
Orientador(a)  
UFRGS

CARINE COCCO  
Coorientador(a)  
UTRGV

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE  
Coordenadora do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia

SÉRGIO FRANCISCO SCHWARZ  
UFRGS

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA  
UFRGS

CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia

MATEUS PEREIRA GONZATTO  
UFV

## AGRADECIMENTOS

Um trabalho científico nunca foi e nunca será realizado sem a colaboração de muitas mãos. Por isso, os devidos agradecimentos devem ser prestados.

Primeiramente, à minha família, Nilto, Rozeli e Camila, pela compreensão e apoio em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gilmar A. B. Marodin, pelos ensinamentos, compreensão e empenho durante o Mestrado e a condução dos experimentos.

À minha coorientadora, Dra. Carine Cocco, por todos os ensinamentos, colaboração e empenho, desde a graduação, e pelo constante incentivo pela continuidade na vida acadêmica.

Aos produtores parceiros, Rafael Gasparetto e André Lorandi, pela disponibilidade dos pomares e por estarem sempre abertos à troca de ideias.

A todos que de alguma maneira ou outra contribuíram para a condução do experimento, em especial ao Eng. Agr. Msc. Alexandre O. Frozza e ao Eng Agr. Lucas Martinotto, por toda colaboração e parceria.

À Sumitomo Chemical, nas pessoas de Ana Paula F. L. Turmina, Cesar Boff, Poliana Francescatto e Andreo Cesconetto, pelo apoio nos experimentos e por todas as valiosas trocas de informações.

À Universidade de Caxias do Sul e aos professores e colaboradores do curso de Agronomia da UCS, em especial ao Wendel Silvestre, por possibilitarem o uso do Laboratório de Fruticultura e pela colaboração nas análises.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e aos professores do PPG Fitotecnia da UFRGS com quem tive a oportunidade de conviver durante o Mestrado, por todos os ensinamentos e conhecimentos transmitidos. Um agradecimento especial ao prof. Dr. Renar J. Bender, por possibilitar o uso do laboratório de pós-colheita da UFRGS.

Aos colegas e amigos da Faculdade de Agronomia e do PPG Fitotecnia da UFRGS, pela amizade, parceria e bons momentos durante nosso tempo de convivência.

Por fim, à Capes pela concessão de bolsa de estudos e pelo apoio financeiro durante o Mestrado.

# ÁCIDO 1-AMINOCICLOPROPANO 1-CARBOXÍLICO (ACC) NA REDUÇÃO DO RALEIO MANUAL DE FRUTAS DE CAROÇO NA SERRA GAÚCHA<sup>1</sup>

Autor: Gabriel Molon Molinetti

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Arduino Bettio Marodin

Coorientadora: Prof. Dra. Carine Cocco

## RESUMO

Fruteiras de caroço, sob condições favoráveis, florescem e frutificam de forma abundante, o que gera uma grande demanda para o raleio manual de frutos. O raleio químico é uma alternativa que permite reduzir a necessidade de mão de obra, mas sua confiabilidade ainda é baixa em drupáceas. O objetivo do trabalho foi avaliar concentrações de ACC na redução do raleio manual, na produção e na qualidade de frutos de pessegueiros e ameixeiras na Serra Gaúcha. Os experimentos foram conduzidos nas safras 2022/2023 e 2023/2024 em pessegueiro e na safra 2023/2024 em ameixeira. Em pessegueiro, os tratamentos foram: controle sem raleio; controle (raleio manual); ACC 150, 300, 450, 600 e 750 mg L<sup>-1</sup>; e etefom 300 mg L<sup>-1</sup>. Em ameixeira, foram: controle (raleio manual); ACC 150, 300 e 600 mg L<sup>-1</sup>; ACC 300 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (ACC 300 + GA<sub>3</sub>); etefom 430 mg L<sup>-1</sup>; e etefom 430 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (etefom + GA<sub>3</sub>). Em pessegueiro e ameixeira, respectivamente, os raleantes químicos foram aplicados em plena floração e em frutos com cerca de 15 mm de diâmetro. Foram avaliadas variáveis relacionadas à frutificação efetiva ou abscisão de frutos, necessidade de raleio manual, produção e qualidade de frutos e retorno de floração. Em pessegueiro, etefom resultou em menor necessidade de raleio manual que o controle, mas, na primeira safra, maior que ACC 600 mg L<sup>-1</sup>. Com o aumento da concentração de ACC, a frutificação efetiva e a necessidade de raleio manual diminuíram. O incremento da concentração de ACC, associado ao raleio manual, reduziu a produção no primeiro ciclo. Ainda no primeiro ciclo, aumentou o teor de sólidos solúveis (SS), reduziu a acidez titulável (AT) e aumentou a relação SS/AT. O retorno de floração não foi influenciado. Em ameixeira, ACC 300, ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom apresentaram abscisão de frutos superior ao controle. ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom + GA<sub>3</sub> tiveram necessidade de raleio manual e produção inferiores ao controle. Com o incremento da concentração de ACC, houve aumento da abscisão de frutos até 482 mg L<sup>-1</sup> e diminuição da necessidade de raleio manual. Associada ao raleio manual, a aplicação de ACC aumentou a produção até 356 mg L<sup>-1</sup>, com posterior queda. A qualidade dos frutos não foi influenciada. Apesar de promissor, mais estudos são necessários para viabilizar a aplicação de ACC em fruteiras de caroço nas condições da Serra Gaúcha.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (105f.) Abril, 2024.

# 1-AMINOCYCLOPROPANE 1-CARBOXYLIC ACID (ACC) IN REDUCTION OF MANUAL THINNING OF STONE FRUITS IN SERRA GAÚCHA<sup>2</sup>

Author: Gabriel Molon Molinetti

Adviser: Prof. Dr. Gilmar Arduino Bettio Marodin

Co-adviser: Prof. Dr. Carine Cocco

## ABSTRACT

Stone fruits, under favorable conditions, flower and bear fruit abundantly, which generates a great demand for manual thinning. Chemical thinning is an alternative that reduces the need for labor, but its reliability is still low in drupaceae. The objective of the work was to evaluate ACC concentrations in reducing manual thinning, fruit yield and fruit quality of peaches and Japanese plums in Serra Gaúcha. The experiments were carried out in 2022/2023 and 2023/2024 crop years in peach and in 2023/2024 crop year in plum. In peach trees, the treatments were: control without thinning; control (manual thinning); ACC 150, 300, 450, 600 and 750 mg L<sup>-1</sup>; and ethephon 300 mg L<sup>-1</sup>. In plum trees, they were: control (manual thinning); ACC 150, 300 and 600 mg L<sup>-1</sup>; ACC 300 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (ACC 300 + GA<sub>3</sub>); ethephon 430 mg L<sup>-1</sup>; and ethephon 430 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (ethephon + GA<sub>3</sub>). On peach and plum trees, respectively, chemical thinners were applied in full bloom and on fruits measuring around 15 mm in diameter. Variables related to fruit set or fruit abscission, need for manual thinning, fruit yield and quality and return of flowering were evaluated. In peach trees, ethephon resulted in less need for manual thinning than the control, but, in the first harvest, greater than ACC 600 mg L<sup>-1</sup>. With increasing ACC concentration, fruit set and need for manual thinning decreased. The increase in ACC concentration, associated with manual thinning, reduced fruit yield in the first cycle. Still in the first cycle, the soluble solids (SS) content increased, the titratable acidity (TA) reduced, and the SS/TA ratio increased. Return to bloom was not influenced. In Japanese plum trees, ACC 300, ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> and ethephon showed higher fruit abscission than the control. ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> and ethephon + GA<sub>3</sub> had need for manual thinning and production lower than the control. With the increase in ACC concentration, there was an increase in fruit abscission up to 482 mg L<sup>-1</sup> and a decrease in the need for manual thinning. Associated with manual thinning, the application of ACC increased fruit yield up to 356 mg L<sup>-1</sup>, with a subsequent drop. Fruit quality was not influenced. Although promising, more studies are necessary to make ACC application viable in stone fruits under Serra Gaúcha conditions.

---

<sup>2</sup>Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (105p.) April, 2024.

## SUMÁRIO

|   | Página |
|---|--------|
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 1      |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....   | 3      |
| 2.1 Origem e importância econômica .....  | 3      |
| 2.2 Botânica e ecofisiologia .....  | 5      |
| 2.2.1 Cultivares .....  | 6      |
| 2.2.2 Florescimento, frutificação e crescimento do fruto .....  | 7      |
| 2.3 Raleio .....  | 10     |
| 2.3.1 Raleio manual .....   | 12     |
| 2.3.2 Raleio mecânico .....   | 13     |
| 2.3.3 Raleio químico .....  | 14     |
| 2.4 Referências .....   | 19     |
| 3 CAPÍTULO 1 - Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’ na Serra Gaúcha ..... | 25     |
| RESUMO .....  | 26     |
| ABSTRACT .....  | 26     |
| 3.1 Introdução .....  | 26     |
| 3.2 Material e métodos .....  | 28     |
| 3.2.1 Local do experimento .....  | 28     |
| 3.2.2 Delineamento experimental e procedimentos .....   | 29     |
| 3.2.3 Avaliações .....  | 31     |
| 3.2.4 Análise dos dados .....   | 33     |
| 3.3 Resultados e discussão .....  | 34     |
| 3.4 Conclusões .....  | 53     |
| 3.5 Referências .....   | 53     |
| 4 CAPÍTULO 2 - Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de ameixeiras ‘Reubennel’ na Serra Gaúcha .....    | 57     |
| RESUMO .....  | 58     |
| ABSTRACT .....  | 58     |
| 4.1 Introdução .....  | 59     |

|  | Página |
|--|--------|
| 4.2 Material e métodos .....                         | 60     |
| 4.2.1 Local do experimento .....                     | 60     |
| 4.2.2 Delineamento experimental e procedimentos..... | 61     |
| 4.2.3 Avaliações .....                               | 63     |
| 4.2.4 Análise dos dados .....                        | 64     |
| 4.3 Resultados e discussão.....                      | 65     |
| 4.4 Conclusões.....                                  | 75     |
| 4.5 Referências .....                                | 75     |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                         | 79     |
| 6 APÊNDICES.....                                     | 80     |
| 7 ANEXOS .....                                       | 93     |

## RELAÇÃO DE TABELAS

|   | Página |
|---|--------|
| CAPÍTULO 1  |        |
| 1. Tratamentos aplicados no experimento. ....   | 30     |
| 2. Frutificação efetiva (%) 20 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. ....  | 34     |
| 3. Frutificação efetiva (%) aos 10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. ....  | 35     |
| 4. Número, massa (kg) e massa média (g) de frutos e frutos pigmeus removidos (%) por planta no raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. ....  | 38     |
| 5. Número, massa (kg) e massa média (g) de frutos e frutos pigmeus removidos (%) por planta e tempo para raleio manual por planta (min) e por hectare (h) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. .... | 40     |
| 6. Número, massa média (g), diâmetro sutural (mm), altura (mm) e relação altura/diâmetro de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. ....  | 43     |
| 7. Número, massa média (g), diâmetro sutural (mm), altura (mm) e relação altura/diâmetro de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. ....  | 45     |
| 8. Produção por planta (kg), produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) e eficiência produtiva (kg cm <sup>-2</sup> tronco) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. ....                                      | 45     |
| 9. Produção por planta (kg) e produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. ....   | 46     |
| 10. Estimativas de custo de aplicação, economia de mão de obra para raleio manual, diferença no faturamento e saldo resultante da aplicação de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. ....  | 47     |

|   |    |
|---|----|
| 11. Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e firmeza de polpa (N) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023..... | 49 |
| 12. Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e firmeza de polpa (N) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024..... | 50 |
| 13. Luminosidade (L*), coordenadas a* e b*, cromaticidade e ângulo de cor (°h) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.....   | 51 |
| 14. Retorno de floração (flores cm <sup>-1</sup> ramo) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.....   | 52 |

## CAPÍTULO 2

|  |    |
|--|----|
| 1. Tratamentos aplicados no experimento.....   | 62 |
| 2. Abscisão acumulada (%) de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ aos 11, 20 e 32 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.....  | 65 |
| 3. Número, massa (kg) e massa média (g) de frutos removidos por planta e tempo para raleio manual por planta (min) e por hectare (h) de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.....                  | 67 |
| 4. Número, massa média (g), altura (mm), diâmetro sutural (mm) e relação altura/diâmetro de frutos colhidos de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.....   | 70 |
| 5. Produção por planta (kg) e produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.....   | 71 |
| 6. Estimativas de custo de aplicação, economia de mão de obra para raleio manual, diferença no faturamento e saldo resultante da aplicação de ACC como raleante químico em ameixeiras ‘Reubennel’. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.....  | 73 |
| 7. Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), relação teor de sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e firmeza de polpa (N) de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024..... | 74 |

## RELAÇÃO DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| CAPÍTULO 1   |        |
| 1. Frutificação efetiva (%) aos 20 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.....   | 35     |
| 2. Frutificação efetiva (%) aos 10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão. .   | 36     |
| 3. Progressão da frutificação efetiva (%), ao longo das datas de avaliação, 10, 20 30 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom, em pessegueiros ‘Chimarrita’. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. ....   | 37     |
| 4. Número e massa (kg) de frutos removidos no raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.....  | 39     |
| 5. Número de frutos removidos e tempo para raleio manual por planta (min) e por hectare (h) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão. ....   | 41     |
| 6. Número, massa média (g), diâmetro sutural (mm) e relação altura/diâmetro de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.....  | 44     |
| 7. Produção por planta (kg) e produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.....   | 46     |
| 8. Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e firmeza de polpa (N) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão. .... | 49     |
| 9. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão.....  | 50     |

## CAPÍTULO 2

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Abscisão acumulada (%) de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ aos 11, 20 e 32 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão. ....                               | 66 |
| 2  | Número, massa (kg) e massa média (g) de frutos removidos por planta no raleio manual de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão..... | 68 |
| 3. | Número de frutos e produção (kg) por planta e produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão. ....        | 72 |

## 1 INTRODUÇÃO

O pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) e a ameixeira japonesa (*Prunus salicina* L. Lindl.) são plantas caducifólias de clima temperado de origem asiática. Atualmente, são cultivadas em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil e no estado do Rio Grande do Sul. Nesse Estado, a região da Serra Gaúcha é um dos polos produtivos e os pomares cultivados são em sua maioria geridos por agricultores familiares. A produção de pêssego é voltada para o consumo *in natura* e para a indústria, sendo predominante a primeira modalidade nessa região, e a produção de ameixa abastece o mercado *in natura* (Anzanello *et al.*, 2020; Madail; Raseira, 2008).

Dentre as diversas atividades de manejo das culturas está o raleio manual de frutos, que consiste na remoção de frutos quando ainda estão pouco desenvolvidos. A prática reduz a competição pela energia produzida pela planta e, desse modo, os frutos remanescentes têm potencial para atingir maior calibre e melhor qualidade, possibilitando, assim, maiores ganhos financeiros. Além disso, evita quebra de ramos por excesso de carga e diminui a alternância de produção entre as safras (Reighard; Byers, 2005). Sua realização é fortemente recomendada, principalmente na produção para consumo *in natura*.

Na maioria das safras, ocorre uma frutificação efetiva excessiva nos pessegueiros, o que requer uma remoção elevada de frutos (Nava *et al.*, 2009). Apesar da maioria das cultivares de ameixeira exigir polinização cruzada, o que pode prejudicar a frutificação efetiva, em muitas safras há excesso de frutos, necessitando também remoção (Souza *et al.*, 2021). Usualmente, o raleio é realizado de forma manual e, por conta disso, a atividade é uma das que mais requer mão de obra no manejo das culturas. Quanto mais cedo a prática for realizada, melhores são os resultados na colheita, mas nem sempre isso é possível, pois muitas vezes a mão-de obra é escassa e de alto custo, além de pouco qualificada (Costa; Botton, 2022).

Alternativamente, há o raleio mecânico, baseado na remoção mecânica de flores e frutos dos ramos, além do raleio químico, que consiste na aplicação de produtos químicos visando a abscisão de flores ou frutos jovens. O raleio químico é, atualmente, amplamente

estudado e empregado na cultura da macieira. Para as culturas do pessegueiro e da ameixeira, em especial para a primeira, vários estudos foram e vêm sendo realizados, mas os resultados são inconsistentes e a adoção pelos produtores ainda é limitada (Greene; Costa, 2013).

Os raleantes químicos podem ser aplicados em floração ou em pós-floração. Quando utilizados em floração, a abscisão ocorre mais cedo e os frutos que permanecem podem ter maior potencial de calibre (Reighard; Byers, 2005). Porém, em locais onde há chances de ocorrência de geadas tardias e em cultivares nas quais a frutificação efetiva varia a cada safra, há um risco maior, pois pode ocorrer abscisão além do desejado, bem como comprometer a produção (Costa; Botton, 2022). Nesses casos, é recomendado o raleio químico em pós-floração.

Dois tipos de produtos químicos podem ser utilizados, os de ação cáustica e os de ação fisiológica, mas os primeiros estão sendo preteridos devido ao seu potencial de causar danos aos frutos remanescentes. Produtos de ação fisiológica estão sendo testados, mas apresentam problemas quanto à resposta, que pode variar em função das condições meteorológicas na aplicação, ou quanto à falta de registro para uso nas culturas, o que dificulta sua adoção. Além disso, diferentes cultivares podem responder de maneira distinta a cada princípio ativo (Petri *et al.*, 2016).

Por isso, a experimentação com novos produtos em cultivares diferentes é essencial. Estudos permitem verificar sua efetividade e definir as melhores condições para uso, dando segurança para a aplicação pelo produtor. Com resultados positivos, a mão de obra necessária para realizar a prática pode diminuir drasticamente, reduzindo custos de produção e mantendo ou até mesmo incrementando o calibre e a qualidade dos frutos.

O ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) é um composto precursor de etileno (Colli; Purgatto, 2019). Fisiologicamente, o etileno é o principal hormônio vegetal promotor da abscisão de flores e frutos (Taiz *et al.*, 2017). Por isso, o composto pode ter potencial como raleante químico, podendo reduzir a mão de obra necessária para o raleio manual.

Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar concentrações de ACC na redução do raleio manual, na produção e na qualidade de frutos de pessegueiros e ameixeiras na região da Serra Gaúcha.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Origem e importância econômica

O centro de origem e diversidade do pessegueiro mais aceito é a China, de onde foi se disseminando para o resto do mundo (Franzon; Raseira, 2014). Zheng *et al.* (2014) reportam que a domesticação da espécie provavelmente ocorreu na região do Vale do Rio Yangzi, China, há pelo menos 7.500 anos. A ameixeira japonesa tem seu centro de origem e domesticação no mesmo país (Topp *et al.*, 2011).

Atualmente, o pessegueiro e a ameixeira são cultivados em todos os continentes e em diversos países. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), no ano de 2022 a área colhida de pêssegos e nectarinas no mundo foi de 1.542.648 hectares, com uma produção de 26.354.497 toneladas. A produção de pêssegos e nectarinas está principalmente na Ásia, com 75,2% da produção mundial, e os maiores produtores foram China, Itália e Turquia. No mesmo ano, a área colhida de ameixas no mundo foi de 2.599.624 hectares e a produção foi de 12.391.467 toneladas. A produção de ameixas concentra-se na Ásia, com 65,2% da produção, e os países que mais produziram foram China, Romênia e Sérvia (FAO, 2024).

No Brasil, o pessegueiro foi introduzido pelos portugueses na época das Capitânicas Hereditárias no estado de São Paulo. A cultura foi incorporada ao estado e expandiu-se para a região Sul, onde prosperou devido à boa adaptação às condições climáticas. No Rio Grande do Sul, a produção se consolidou na década de 1960 e é destinada tanto para a indústria quanto para o consumo *in natura*. A maioria dos pomares é de produção familiar e a maior parte das atividades necessita mão de obra braçal, principalmente nas atividades de poda, raleio e colheita (Madail; Raseira, 2008).

Não se sabe ao certo quando a ameixeira foi introduzida no Brasil, mas seu cultivo é antigo e difundiu-se principalmente nos estados da região Sul, São Paulo e Minas Gerais. A ameixeira japonesa é a mais cultivada, devido à sua melhor adaptação a climas amenos, enquanto a ameixeira europeia é muito pouco pesquisada e cultivada (Castro *et al.*, 2008).

Segundo Souza (2021), o número de produtores é pequeno devido às dificuldades do sistema produtivo, como a ocorrência da doença escaldadura das folhas (*Xylella fastidiosa*), problemas de polinização, adversidades climáticas, poucos produtos com registro para a cultura e necessidade de mão de obra especializada.

No país, em 2022, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram colhidas 208.823 toneladas de pêssegos, em uma área de 15.615 hectares, e o valor da produção foi de 480,80 milhões de reais. A produção está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, sendo o Rio Grande do Sul o estado que mais produziu, seguido de São Paulo e Santa Catarina. No Rio Grande do Sul, no mesmo ano, a área colhida foi de 11.495 hectares e a produção foi de 137.553 toneladas, com um valor de produção de 245,69 milhões de reais. No estado, as regiões que mais produzem são o Nordeste e o Sudeste, com destaque para as microrregiões de Caxias do Sul e Pelotas e para os municípios de Pelotas e Pinto Bandeira (Brasil, 2023).

Conforme o Censo Agropecuário de 2017 do IBGE, o Brasil produziu 45.614 toneladas de ameixas em uma área colhida de 3.837 hectares e valor de produção de 70,23 milhões de reais. O estado que mais produziu foi o Rio Grande do Sul, com 21.094 toneladas em 1.623 hectares colhidos e 31,50 milhões de reais de valor de produção. Na sequência, os estados que mais produziram foram Santa Catarina e Paraná (Brasil, 2017).

A região da Serra Gaúcha é responsável por aproximadamente metade da quantidade de frutas produzidas no estado, tendo, além de outras, o cultivo de pêssego e ameixa como destaque (Anzanello *et al.*, 2020). A região Nordeste do Rio Grande do Sul colheu, em 2022, 69.785 toneladas de pêssegos em 4.271 hectares. O município de Flores da Cunha, no mesmo ano, produziu 2.375 toneladas de pêssegos em 145 hectares (Brasil, 2023). De acordo com o Censo Anual de Frutícolas de 2023 da Emater/RS-ASCAR (dados não publicados), a região de Caxias do Sul produziu 29.916 toneladas de ameixas em uma área de 1.729 hectares, contando com 947 produtores. O município que mais produziu foi Caxias do Sul, seguido de Antônio Prado e Campestre da Serra. O município de Caxias do Sul produziu 12.627 toneladas de ameixas em 701 hectares sob posse de 326 produtores.

Em 2022, o Brasil importou 11.348 toneladas de pêssegos e nectarinas com um valor de 17,10 milhões de dólares, quantidade menor que 2019 (21.357 toneladas), ano cuja importação foi similar a dos anos anteriores. Ainda em 2022, a importação de ameixa foi de 34.464 toneladas, com valor de 43,20 milhões de dólares, similar a 2019 (31.351 toneladas), que manteve uma importação estável em relação aos anos anteriores. Comparativamente, as

exportações brasileiras foram muito pequenas, somando 47 toneladas de pêssegos e nectarinas e 32 toneladas de ameixas (FAO, 2024).

## 2.2 Botânica e ecofisiologia

As frutas de caroço estão inclusas na família botânica Rosaceae. O pessegueiro pertence à espécie *Prunus persica* (L.) Batsch e é uma planta diploide, com  $2n = 16$ . A espécie possui três variedades botânicas: *vulgaris*, o pêssego comum; *nucipersica*, a nectarina; e *platycarpa*, o pêssego achatado (Franzon; Raseira, 2014). A espécie de ameixeira cultivada no Brasil é *Prunus salicina* Lindl., conhecida como ameixeira japonesa. A ameixeira japonesa é diploide, com  $2n = 16$  (Castro *et al.*, 2008).

Conforme descrição de Casto e Barbieri (2014), o hábito, o porte e o vigor das plantas de pessegueiro variam de acordo com o genótipo. O tronco é acinzentado e apresenta diversas lenticelas e as raízes são pivotantes inicialmente e ramificam-se posteriormente. As brotações vegetativas são verdes e tornam-se marrons quando envelhecidas. Os ramos, conforme a distribuição floral, podem ser brindilas, dardos, ladrões ou mistos. As folhas são lanceoladas, com filotaxia alterna e usualmente verdes, amarelando no outono. As gemas comumente encontram-se nos ramos em trios, com uma central vegetativa e duas floríferas nas laterais, mas estas podem variar de uma a quatro em cada nó. As flores são perfeitas, completas, períginas e normalmente unipistiladas e o cálice não é persistente. O fruto do pessegueiro é do tipo drupa. A epiderme é recoberta por tricomas, exceto na variedade botânica *nucipersica*, e, assim como a polpa, pode ser branca ou amarela, com recobrimento variável de vermelho. Apresenta também uma sutura que o divide ao meio e o endocarpo pode ser aderente à polpa ou não. Dentro do endocarpo, em geral uma semente é formada.

O genótipo também interfere no hábito, no porte e no vigor das plantas de ameixeira. O formato do fruto pode ser redondo, ovalado ou cordiforme. A epiderme não possui tricomas e pode ter coloração amarelada, vermelha, arroxeadada ou preta. A cor da polpa varia de amarela a vermelha. A exigência em frio hibernar também varia com o genótipo, podendo ser menor que 400 até mais que 600 horas de frio com temperatura igual ou menor que 7,2 °C. A maioria das cultivares requer polinização cruzada para que ocorra frutificação efetiva comercialmente viável (Dalbó; Dela Bruna, 2021).

A fenologia das frutas de caroço pode ser dividida em vários estádios durante o seu ciclo de crescimento. De acordo com a escala Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry (BBCH) para frutas de caroço (apresentada no Anexo 1), os estádios

são: brotação, desenvolvimento foliar, desenvolvimento das brotações, emergência das inflorescências, floração, desenvolvimento do fruto, maturação do fruto e da semente e senescência e início da dormência (Meier *et al.*, 1994).

Ambas as espécies são caducifólias, entrando em repouso vegetativo durante o inverno. O acúmulo de temperaturas baixas durante esse período induz a quebra da dormência e um novo ciclo se inicia com a floração em plantas adultas. A necessidade de frio varia em função do genótipo de cada cultivar. Normalmente, o florescimento ocorre antes da brotação e, de acordo com a época em que inicia, as cultivares podem ser classificadas como precoces, médias e tardias (Castro; Barbieri, 2014).

### 2.2.1 Cultivares

No Brasil, as cultivares de pessegueiro plantadas são oriundas principalmente de programas de melhoramento genético de entidades de pesquisa, como o Centro Nacional de Pesquisa em Clima Temperado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina (Epagri) e o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), além de materiais introduzidos de outros países. As cultivares podem ser divididas em três grupos, de acordo com o destino: consumo *in natura*, industrialização e dupla finalidade. Para consumo *in natura*, os frutos são de polpa branca ou amarela, epiderme avermelhada, bom calibre e equilíbrio entre açúcares e acidez. As de dupla finalidade servem tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização e seus frutos possuem polpa amarela, firme e não fundente, com alto teor de sólidos solúveis e epiderme com um mínimo de coloração vermelha (Raseira *et al.*, 2014). As destinadas à industrialização possuem polpa amarela com maior firmeza, caroço aderido e acidez elevada (Krolow, 2014).

A cultivar de pêssego ‘Chimarrita’ foi criada na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, em 1987. A planta é aberta, de vigor médio e altamente produtiva. O requerimento mínimo em frio é de 200 horas. A plena floração normalmente ocorre em meados de agosto e a colheita inicia no final de novembro ou início de dezembro. O fruto, voltado para o consumo *in natura*, possui boa aparência e sabor, é arredondado e sem ponta com película creme-esverdeado e 40% a 60% de vermelho. A polpa é branca e com caroço aderente (Raseira *et al.*, 2014). Na região da Serra Gaúcha, a cultivar é de ciclo intermediário. Os frutos possuem massa média de 101 g com teor de sólidos solúveis de 11,7 °Brix e acidez

titulável de 16,8 cmol L<sup>-1</sup> (0,75%). A produtividade é alta, podendo chegar a 37,8 kg por planta (Anzanello *et al.*, 2020).

As cultivares de ameixeira japonesa plantadas no Brasil têm origem tanto de programas de melhoramento genético nacional, como os desenvolvidos pela Epagri, Embrapa Clima Temperado, IAC e Iapar, quanto de programas de outros países, como Estados Unidos da América (EUA) e África do Sul (Dalbó; Dela Bruna, 2021; Barbosa; Pio, 2013). Os frutos são destinados ao consumo *in natura* e, por isso, devem apresentar características atrativas relacionadas a tamanho, coloração, sabor e firmeza. Outra característica importante é a resistência à bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora de doença de difícil controle (Dalbó; Dela Bruna, 2021).

A cultivar ‘Reubennel’ foi introduzida da África do Sul (Barbosa; Pio, 2013). É autofértil, não necessitando polinização cruzada, e por isso apresenta alta produtividade e necessidade de raleio intenso. Por possuir baixa exigência em frio (< 400 horas), é adaptada a regiões quentes, podendo ser cultivada de forma solitária, mas é também utilizada como polinizadora da cultivar ‘Fortune’ em regiões mais frias. A plena floração normalmente ocorre no final de agosto e a colheita no final de dezembro. A planta é vigorosa, semiaberta e suscetível à escaldadura das folhas (*Xylella fastidiosa*) e à bacteriose (*Xanthomonas pruni*). Os frutos são tolerantes à bacteriose, não apresentando sintomas, de tamanho médio e formato ovalado. A polpa é firme, amarela, doce a levemente ácida e com bom sabor. A película é amarelada no início da maturação e avermelhada quando totalmente madura (Dalbó; Dela Bruna, 2021). Na Serra Gaúcha, a cultivar apresentou-se de ciclo intermediário, com alto potencial produtivo, de 42,3 kg por planta. Os frutos apresentaram massa média de 85,3 g, teor de sólidos solúveis de 13,4 °Brix e acidez titulável de 17,0 cmol L<sup>-1</sup> (0,76%) (Anzanello *et al.*, 2020).

### **2.2.2 Florescimento, frutificação e crescimento do fruto**

Segundo Erez (2000), em diversos anos em regiões tropicais e subtropicais, como o Brasil, a superação da dormência é incompleta. Por causa disso, pode ocorrer brotação atrasada e deficitária, além de brotação e floração desuniforme, que podem comprometer a cobertura foliar e a produção das plantas. Ainda segundo o autor, frutos oriundos de flores abertas em atraso geralmente possuem menor força-dreno em relação a frutos já estabelecidos e, com isso, podem ter menor qualidade. Além disso, uma brotação uniforme é importante para a aplicação de diversos tratamentos, como o raleio químico. Leite (2020)

verificou em pessegueiros 'Redhaven' cultivados na França sob privação parcial de frio que o gradiente de brotação ao longo do ramo é oriundo da evolução diferencial da endodormência de cada gema, sendo que a porção apical tende a brotar antes e a porção mediana tende a brotar menos.

O processo de floração pode ser dividido em quatro fases: indução, quando um meristema, que inicialmente é vegetativo, é programado a tornar-se floral; iniciação, ou diferenciação, quando as estruturas florais se tornam microscopicamente evidentes; maturação, quando ocorre o desenvolvimento completo da flor; e antese, que é a abertura da flor (Dennis Jr, 2000). Nas condições do Sul do Brasil, a diferenciação floral ocorre de meados de janeiro a meados de fevereiro e o desenvolvimento final ocorre durante a dormência (Castro; Barbieri, 2014). Os frutos e sementes em desenvolvimento, quando abundantes, podem inibir a indução floral e reduzir o número de flores para a próxima safra, ao passo que, em poucas quantidades, o efeito inibitório é menor (Costa *et al.*, 2018).

Em pessegueiro, fatores que podem influenciar a indução e a diferenciação floral incluem genética e ação de fitormônios; condições ambientais, como fotoperíodo, temperatura e disponibilidade de água; e práticas de manejo, como nutrição, regulação da carga de frutos, podas e aplicações exógenas de fitorreguladores, que podem afetar o crescimento vegetativo, a relação entre carbono e nitrogênio (C/N) e o balanço hormonal na planta (Penso *et al.*, 2020). A indução floral em frutas de caroço pode ocorrer por várias semanas, dependendo de condições ambientais e de manejo, mas geralmente ocorre entre o final da primavera e o início do verão. A evolução da indução floral pode, inclusive, ser diferencial ao longo do ramo em formação (Southwick; Glozer, 2000). Barbosa *et al.* (1990), verificaram, em pessegueiros no estado de São Paulo, Brasil, que a diferenciação floral ocorreu de janeiro a março, indicando que a indução floral teria ocorrido entre o final de dezembro e o início de janeiro, no pico de crescimento vegetativo das plantas ou logo após.

A frutificação e a produção do pessegueiro, espécie autofértil, são influenciadas principalmente pelo manejo da planta, que possibilita um desenvolvimento adequado das gemas florais, e pelas condições ambientais, como temperatura e precipitação, que influenciam na abertura das gemas, polinização e fecundação das flores (Nava *et al.*, 2009). Entre as frutas de caroço, o pessegueiro é o que apresenta as maiores taxas de frutificação efetiva sob polinização livre, podendo alcançar 70% a 90% (Szabó; Nyéki, 2000). Em uma coleção de cultivares em uma região subtropical no Brasil, a frutificação efetiva variou de 17,6% a 70% em três anos de avaliação (Citadin *et al.*, 2014). A manutenção foliar após a colheita é importante para que a planta consiga acumular reservas, pois são estas que a

sustentação durante a dormência, a brotação e a retomada inicial do crescimento, afetando, assim, a frutificação efetiva (Pereira; Raseira, 2014).

A ameixeira japonesa é autoincompatível na maioria de suas cultivares, necessitando polinização cruzada (Souza, 2021). A espécie frutifica em ramos mistos, com gemas vegetativas e florais lado a lado, e em esporões, estruturas com várias gemas agrupadas com dois ou mais anos de idade (Souza; Brighenti, 2021). Em um estudo com um conjunto de cultivares de ameixeiras no Sul do Brasil, foram realizados cruzamentos controlados a campo e obtidas frutificações variando de 0% a 26,7%, dependendo do cruzamento (De Conti *et al.*, 2013).

O crescimento do fruto do pessegueiro e das demais frutas de caroço segue o padrão de uma curva dupla sigmoide e pode ser dividido em três fases: duas, no início e no final, quando ocorre crescimento exponencial (fases I, com divisão celular, e III, com expansão celular) e uma intermediária quando há crescimento lento (fase II, endurecimento do caroço) (Connors, 1919). A duração da fase II determina o ciclo da cultivar, enquanto as outras duas possuem duração similar. A fase III é quando ocorre o acúmulo de açúcar no fruto (Pereira; Raseira, 2014).

Chalmers e Ende (1975) verificaram que a transição da fase I para a fase II é uma mudança do crescimento da polpa (mesocarpo) para o crescimento do caroço (endocarpo) e que na fase II ocorre um crescimento rápido na massa seca do caroço, em contrapartida a um menor crescimento da massa seca da polpa. Ainda nessa transição, a semente já alcançou seu tamanho final, mas ainda há incremento rápido na sua massa a partir da diminuição do acúmulo no caroço. Com o início da maturação, retorna o crescimento rápido na massa seca da polpa (fase III). Além disso, hormônios vegetais participam da regulação desses processos. Os autores também concluíram que o acúmulo de massa fresca nem sempre coincide com o acúmulo de massa seca.

Dela Bruna (2007), avaliando a curva de crescimento de pêssegos em uma região subtropical, verificou que as cultivares tardias apresentaram o comportamento característico da curva dupla sigmoide, com as três fases definidas. As cultivares de ciclo curto e médio, porém, apresentaram um crescimento mais constante dos frutos, praticamente não havendo a presença da fase II, principalmente nas precoces. Essas variedades tendem a ter um crescimento relativo inicial maior que as de ciclo longo que, por sua vez, possuem um crescimento relativo maior também na fase III. Por conta disso, as cultivares de ciclo curto têm maior competição por carboidratos entre os frutos e outras partes da planta, pois os períodos de crescimento acabam coincidindo.

Em pessegueiros, a resposta a diferentes tratamentos varia com o estágio de desenvolvimento do fruto. Condições genéticas, ambientais e de manejo afetam o momento de ocorrência dessas fases, mas a sequência anatômica normalmente é constante e os eventos podem ser verificados tendo como referência a data de plena floração e o acúmulo de unidades de calor baseadas na temperatura ao longo do tempo (Gage; Stutte, 1991).

### 2.3 Raleio

Apesar dos mecanismos regulatórios desenvolvidos pelas plantas, a abscisão natural de frutos normalmente não é suficiente para garantir uma produção comercial adequada e para evitar a alternância de produção (Costa *et al.*, 2018). Em condições favoráveis, a frutificação efetiva das frutíferas tende a ser elevada. Comercialmente em frutíferas de clima temperado, uma produção regular requer apenas 5% a 10% de frutificação para ser satisfatória. Dessa forma, os frutos em excesso devem ser removidos para que os remanescentes atinjam a qualidade desejada (Petri *et al.*, 2016).

O pessegueiro, por ser autocompatível, geralmente apresenta alta frutificação, o que demanda uma elevada remoção dos frutos em excesso (Nava *et al.*, 2009). A ameixeira possui potencial de produção de muitas flores e, em condições favoráveis, muitas frutificam, resultando em uma quantidade enorme de frutos (Souza *et al.*, 2021). Portanto, ainda segundo Souza *et al.* (2021), o raleio torna-se necessário tanto para garantir a produção e a qualidade da colheita quanto para assegurar a formação de gemas floríferas para a próxima safra.

Em plantas não raleadas, os frutos possuem tamanho, coloração e qualidade inferiores. As plantas apresentam excesso de carga, o que pode levar à quebra de galhos, e seu crescimento vegetativo é limitado, pois os frutos são o dreno principal. Além disso, a formação das gemas florais é prejudicada (Pereira; Raseira, 2014). Ainda conforme Pereira e Raseira (2014), o raleio tem por objetivos evitar que essas situações ocorram, eliminar frutos com defeitos, aumentar a eficiência das aplicações fitossanitárias e reduzir custos de colheita. Independente dos outros manejos, o raleio realizado no momento adequado incrementa o valor da colheita, superando os custos com a operação, pois o valor normalmente está associado ao tamanho do fruto (Reighard; Byers, 2005).

Ainda segundo Reighard e Byers (2005), os frutos caídos ou removidos utilizaram carboidratos de reserva da planta e, devido à competição entre todos os frutos, a multiplicação celular que ocorre na fase I de crescimento é menor, pois há menos recursos

disponíveis para cada fruto, limitando o tamanho final. Por isso, o raleio ainda na fase I pode aumentar o calibre e deve ser realizado o mais cedo possível, considerando as condições genéticas, ambientais e econômicas em cada situação.

De acordo com Bernardi e Hoffmann (2003), a maior resposta ao raleio ocorre desde a floração até 30 dias após a queda das pétalas. Porém, há queda natural de frutos nesse período e, por isso, a prática pode ser realizada posteriormente, 35 a 40 dias após a floração, quando os frutos atingem 1,5 cm a 2 cm de diâmetro. Dela Bruna (2007) sugere que o raleio em pessegueiros seja realizado até a quinta semana após o florescimento nas cultivares precoces, até a sexta semana nas cultivares de ciclo médio e até a oitava semana nas cultivares tardias.

Em ameixeira, o recomendado é realizar o raleio após a frutificação ter sido definida, pois antes disso podem ocorrer problemas de polinização e geadas tardias. O raleio manual deve ser realizado antes do endurecimento do caroço, quando os frutos apresentam cerca de 20 mm de diâmetro. Já o raleio químico pode ser realizado no período de floração ou em pós-floração (Souza *et al.*, 2021).

O raleio em floração e pré-floração resulta em melhores resultados econômicos em cultivares que são precoces, florescem abundantemente ou produzem frutos pequenos (Reighard; Byers, 2005). Porém, nos últimos anos, devido às mudanças climáticas, eventos meteorológicos extremos vêm ocorrendo mais frequentemente em diversos momentos da safra, como geadas tardias na primavera, que comprometem a produção em si e a eficácia e o momento de realização do raleio (Costa; Botton, 2022).

Conforme Costa *et al.* (2018), a eficiência do raleio está relacionada ao genótipo, às condições edafoclimáticas do local, ao manejo da planta, especialmente a poda, e ao momento e à intensidade do raleio. A idade das plantas e o histórico do pomar também devem ser considerados. Ainda segundo os autores, devido à melhor eficiência fotossintética em comparação à macieira, o pessegueiro possui maior disponibilidade de energia para seu crescimento, podendo ser mais difícil de ralar. Segundo Pereira e Raseira (2014), com o aumento da intensidade, há um aumento no tamanho e na qualidade dos frutos e uma diminuição na produção total. Dessa forma, é necessário encontrar um equilíbrio entre esses dois aspectos.

Segundo estudo de Marini e Sowers (1994), a massa dos frutos de pessegueiro parece não estar relacionada à posição no ramo, cuja influência varia dependendo da presença ou não de ramos vegetativos axilares, mas é influenciada pelo comprimento dos ramos produtivos, ou seja, frutos em ramos mais longos tendem a ser maiores. Além disso, os

carboidratos alocados a um fruto podem vir tanto de folhas próximas quanto de partes mais distantes da copa, dependendo primariamente da disponibilidade de energia da planta como um todo. Ainda conforme os autores, em plantas raleadas, há mais ramos axilares, que são importantes para o crescimento dos frutos e, dessa forma, a falta de fotoassimilados em uma parte da planta pode ser compensada pela sobra de outra parte. De modo geral, 30 a 40 folhas são necessárias para que cada fruto tenha um crescimento adequado (Bernardi; Hoffmann, 2003).

### **2.3.1 Raleio manual**

Atualmente, o raleio pode ser feito de maneira manual, mecânica ou química, consistindo na remoção de gemas, botões florais, flores ou frutos jovens. O raleio manual é o mais comum e tem como vantagens ser muito preciso e específico, selecionando frutos e removendo os pequenos e defeituosos, mas requer mão de obra treinada, apresenta alto custo e necessita bastante tempo. Porém, para que se atinjam os melhores resultados em qualidade de frutos e no retorno da floração na safra seguinte, deve ser realizado em um curto período (Costa; Botton, 2022).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), em 2019, no município de Pelotas (RS), o custo com mão de obra na cultura do pessegueiro representou quase 35% do custo total de produção, sendo a maior participação entre todos os itens (Brasil, 2021). O raleio manual é a atividade pré-colheita de maior custo na produção de pêssgo (Pereira; Raseira, 2014). Em plantas de cinco anos, são necessários cerca de 40 dias-homem para realizar o raleio em um hectare de pêssgo de mesa (Freire; Protas, 2003). Em um hectare de ameixeiras, são necessários de 50 a 100 dias-homem para a prática, dependendo da cultivar e da frutificação do ano (Souza *et al.*, 2021).

Na prática, conforme Pereira e Raseira (2014), há várias táticas utilizadas para o raleio do pessegueiro. A mais comum é baseada em um espaçamento entre frutos: 8 cm a 10 cm de distância em ramos mais vigorosos e 12 cm a 15 cm nos menos vigorosos, eliminando-se frutos de ramos muito fracos. Outro método é baseado na área da seção do tronco a 20 cm do solo, que reflete o vigor e o tamanho da planta e, por fim, sua capacidade produtiva. É possível ainda calcular o número de frutos que devem ser deixados por planta com base na produção e no peso médio de frutos desejados. Ainda segundo os autores, o raleio deve ser mais intenso em cultivares de ciclo curto e nas que produzem frutos menores. Além disso, mais frutos podem ser deixados na parte superior da copa.

No raleio da ameixeira, deixa-se uma distância entre frutos de 8 cm a 10 cm em ramos vigorosos e de 12 cm a 14 cm nos pouco vigorosos. Também é possível calcular o número de frutos que devem permanecer na planta a partir da capacidade de produção, produtividade e densidade de plantio. De forma geral, é priorizada a retirada de frutos defeituosos e pequenos (Souza *et al.*, 2021).

Hiurko e Biasi (2021), estudando o raleio manual de frutos na produção de pessegueiros 'PS 10711' conduzidos em taça, verificaram que se deixando entre 5,1 e 7 frutos  $\text{cm}^{-2}$  de tronco houve maior produção de frutos classificados em categorias de maior valor comercial, sem comprometer a produtividade. O número de frutos e a produção por planta aumentaram linearmente com um maior número de frutos por  $\text{cm}^2$  de tronco, mas a massa média dos frutos diminuiu, também linearmente.

Em pessegueiros 'BRS Kampai', Oliveira *et al.* (2017) concluíram que o raleio manual na floração e no início do crescimento dos frutos (5 mm de diâmetro) aumentou o tamanho final dos frutos, em relação aos raleados com 20 mm de diâmetro. Plantas não raleadas foram mais produtivas, mas com frutos menores. Além disso, apenas o desponte de ramos reduziu a produção, mas não incrementou o calibre dos frutos, possivelmente pela redução no número de folhas, que não foram suficientes para um suprimento adequado de carboidratos.

Em estudo com sete acessos de ameixeira japonesa, o raleio manual foi realizado em frutos com 1 cm de diâmetro. Em todas as cultivares, houve um incremento no diâmetro e na massa dos frutos, mas sem afetar as características químicas (Bauchrowitz *et al.*, 2018b). Avaliando diferentes intensidades de raleio manual (80%, 60%, 40% e 20% de manutenção de frutos nas plantas) em um acesso de ameixeira japonesa, realizado em frutos com diâmetro entre 1 cm e 1,5 cm, Bauchrowitz *et al.* (2018a) verificaram que a manutenção de 40% e 20% de frutos nas plantas induziram maior massa de frutos. Não houve diferença nas características químicas dos frutos em nenhum dos tratamentos.

### **2.3.2 Raleio mecânico**

O raleio mecânico é uma alternativa ao elevado custo e à carência de mão de obra para o raleio manual e aos resultados limitados proporcionados pelo raleio químico (Greene; Costa, 2013). A prática é realizada por meio de implementos que provocam vibrações nos ramos mais grossos e por bastões que golpeiam galhos e ramos e promovem a queda dos frutos. Após a derrubada, ainda é necessário um repasse manual, mas o processo é mais

rápido (Pereira; Raseira, 2014). Para a utilização de implementos acoplados a tratores, é necessário que as plantas sejam conduzidas em sistemas bidimensionais (Souza *et al.*, 2021).

Como vantagens, destacam-se a independência do genótipo e das condições climáticas para a realização, a possibilidade de uso em cultivos orgânicos, o menor custo e o menor tempo de operação. Como desvantagens, estão o alto custo dos implementos, a necessidade de um sistema de condução adequado e os possíveis ferimentos causados pela operação (Costa; Botton, 2022).

O raleio mecânico em flores também é possível. Barreto *et al.* (2019) avaliaram o raleio mecânico de flores em três seleções avançadas de pessegueiro com o uso de um equipamento vibratório manual e de um aparador de plantas motorizado (derriçadeira), ambos utilizados na plena floração. Concluiu-se que os equipamentos foram eficientes na remoção de flores e reduziram em cerca de 70% o tempo de raleio em relação ao manual. A massa média, o número de frutos por planta e a produtividade não foram afetados. Plantas raleadas com o equipamento vibratório apresentaram mais frutos de menor calibre, enquanto as raleadas com a derriçadeira produziram mais frutos de maior calibre.

### **2.3.3 Raleio químico**

O raleio químico consiste na aplicação de produtos químicos visando a redução da diferenciação floral para a safra seguinte ou a abscisão de flores ou frutos na safra atual. Como vantagens, apresenta baixo custo de aplicação, possibilita a aplicação no tempo adequado e é adaptável a diferentes genótipos e sistemas de condução. Como desvantagens, estão a baixa previsibilidade dos efeitos, a eficácia ainda não confiável e a pouca disponibilidade de raleantes (Costa; Botton, 2022).

O raleio manual requer bastante mão de obra e geralmente é realizado quando muita energia já foi empregada no crescimento dos frutos. Assim, o raleio químico é uma alternativa para reduzir a mão de obra e o tempo envolvido na operação (Petri *et al.*, 2016). Além disso, é o método que apresenta o melhor custo-benefício e é realizado rapidamente, podendo ser usado no momento ideal, mostrando os melhores efeitos no retorno da floração (Greene; Costa, 2013).

A eficiência do raleio químico é influenciada por vários aspectos. Fatores meteorológicos (temperatura, umidade, insolação, ocorrência de geadas), características da planta (genótipo, idade, disponibilidade de carboidratos), condições para polinização, características do produto (modo de ação, concentração), tecnologia de aplicação e a

interação de todos esses aspectos determina a resposta (Petri *et al.*, 2016), o que evidencia a complexidade da operação. Para haver uma boa eficiência, o ideal é que haja uma floração uniforme, o que pode ser alcançado com indutores artificiais de brotação (Souza *et al.*, 2021).

Segundo Petri *et al.* (2016), substâncias cáusticas e de ação hormonal podem ser utilizadas. Porém, a segunda classe é mais seletiva, causando a abscisão de flores e frutos com menor capacidade de crescimento, além de não causar injúrias aos frutos remanescentes. Ainda conforme os autores, compostos que aumentam a produção de etileno na planta podem ser aplicados. O etefom é uma substância que, quando absorvida pela planta, libera etileno. Entretanto, seu efeito varia conforme a temperatura ambiental, podendo causar raleio excessivo em temperaturas acima de 25 °C, devido à maior síntese do hormônio. O etileno pode ainda estimular a secreção de goma em fruteiras de caroço (Colli; Purgatto, 2019).

Como alternativa, uma nova formulação está sendo testada recentemente, composta por ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). O produto tem apresentado boa eficácia em frutas de caroço, mas não elimina completamente a necessidade de repasse manual. Além disso, não deixa resíduos na colheita (Costa; Botton, 2022). No solo, ACC é inativado pela enzima bacteriana ACC deaminase, reduzindo os níveis de etileno e colaborando com a redução de estresses abióticos (Vocciante *et al.*, 2022).

ACC foi identificado como intermediário na conversão de metionina a etileno, aumentando a produção do hormônio (Adams; Yang, 1979). É o precursor direto do etileno na sua via de biossíntese, sendo formado a partir de S-adenosil-metionina (SAM) pela enzima ACC sintase e convertido a etileno pela enzima ACC oxidase. No amadurecimento de frutos e na senescência, há um aumento na síntese ou na ativação da ACC sintase (Colli; Purgatto, 2019).

A abscisão de flores e frutos é um processo complexo e altamente programado, envolvendo mecanismos genéticos e moleculares. Vários hormônios e enzimas degradadoras e suas interações possuem papéis importantes no fenômeno (Shi *et al.*, 2023). O etileno é um hormônio vegetal gasoso que regula diversos processos na planta, como germinação da semente e crescimento da plântula, expansão e diferenciação celular, amadurecimento de frutos, senescência e abscisão e respostas a estresses bióticos e abióticos. O tratamento com etileno acelera a senescência de folhas e flores, enquanto os inibidores de sua síntese retardam o processo. Porém, o hormônio parece atuar nos estágios finais da senescência (Taiz *et al.*, 2017).

Ainda segundo Taiz *et al.* (2017), a abscisão ocorre em camadas de células denominadas zona de abscisão, formada quando há diminuição de auxina nos tecidos, associada à senescência. Isso possibilita o incremento nos níveis de etileno e sua ação, que estimula a síntese de enzimas que degradam e modificam a parede celular. Por fim, uma camada de separação é formada e a abscisão ocorre.

Segundo Colli e Purgatto (2019), diferentes células e órgãos da planta, em diferentes momentos de desenvolvimento, apresentam sensibilidade distinta ao etileno, o que pode estar relacionado à expressão de variados receptores do hormônio. Flores plenamente desenvolvidas são mais sensíveis ao etileno, sintetizado a partir do ACC transportado aos órgãos florais. Ainda conforme os autores, a síntese do hormônio cresce com o aumento da temperatura, diminuindo quando superior a 30 °C. A enzima ACC oxidase é inativada em temperaturas muito altas, maiores que 40 °C, enquanto a ACC sintase não é prejudicada por esse fator.

Em pêssegos, há produção de etileno no início do desenvolvimento do fruto (pericarpo). A biossíntese diminui durante a fase I de crescimento, cresce, com um pico durante a fase II, diminui novamente e volta a crescer com o início do amadurecimento, na fase III. A concentração de ACC e a atividade da ACC oxidase têm comportamento semelhante (Tonutti *et al.*, 1991). Zanchin *et al.* (1995) observaram que as três zonas de abscisão presentes no pêssogo (base da gema floral, entre o pedúnculo e o receptáculo floral e na base do fruto) foram responsivas a tratamento com etileno, induzindo os processos de queda, apenas a partir da primeira semana após a antese, quando sua dormência já havia sido superada e suas escamas já haviam caído. Além disso, as duas primeiras zonas de abscisão perderam sua responsividade entre a sexta e a sétima semanas após a antese, enquanto a terceira zona de abscisão permanece funcional até a maturidade dos frutos.

Torres e Asín (2023) submeteram pessegueiros ‘Sweet Lady’, cultivados em vasos em câmaras de crescimento com diferentes temperaturas (10 °C, 15 °C e 20 °C), a aplicações de etefom (150 mg L<sup>-1</sup>) e ACC (500 mg L<sup>-1</sup>), quando os frutos estavam em média com 15,3 mm de diâmetro. O ACC, ao contrário do etefom, não mostrou incremento da abscisão de frutos com o aumento da temperatura, sugerindo que o ACC possa ser mais eficiente no raleio de frutos em temperaturas menores que 15 °C. Por outro lado, a queda de folhas foi mais pronunciada em plantas tratadas com ACC e incrementada com o aumento da temperatura, da mesma forma que as tratadas com etefom. Os autores salientam que a queda de folhas pode ter sido influenciada por fatores genéticos e pelo estresse submetido pelas plantas nas condições controladas de cultivo.

Ainda no mesmo estudo, ambos os tratamentos induziram aumento na produção endógena de etileno, com pico dois dias após a aplicação. ACC induziu um pico maior de etileno e uma queda mais brusca na sequência, apresentando níveis inferiores aos do etefom a partir do quinto dia após a aplicação. Além disso, plantas tratadas tanto com ACC quanto com etefom apresentaram valores menores de condutância estomática que as plantas testemunha. Dessa forma, Torres e Asín (2023) propuseram duas rotas de indução de abscisão de frutos causada por etefom e ACC: por meio do aumento direto da produção de etileno nos frutos; e por meio do incremento dos níveis de etileno nas folhas, causando fechamento estomático, senescência e abscisão, o que leva à diminuição da fotossíntese e déficit de carboidratos, induzindo a abscisão dos frutos.

Na Itália, Ceccarelli *et al.* (2016) testaram ACC como raleante químico em pessegueiros de ciclo médio-tardio 'Flaminia' nas concentrações de 350, 500 e 750 mg L<sup>-1</sup>, aplicadas na queda de pétalas. Até 30 dias após a plena floração (DAPF), todas as concentrações induziram menor quantidade de frutos remanescentes nas plantas em relação ao raleio manual. Deste período até a colheita, apenas a concentração mais alta diferiu do raleio manual. Porém, essa concentração induziu fitotoxicidade às plantas. Não houve diferença nas variáveis produtivas e de qualidade, mas a maturação dos frutos foi mais concentrada, especialmente nas duas concentrações mais altas de ACC. No mesmo estudo, o composto foi também testado em nectarinas de ciclo médio-tardio 'Stark Red Gold', na concentração de 750 mg L<sup>-1</sup> na queda de pétalas e quando os frutos estavam com 20 mm de diâmetro. Em ambas as épocas, o ACC resultou em menor abscisão de frutos que o raleio manual. Os autores sugerem que o ACC seja utilizado dentro de uma estratégia de raleio, juntamente com outros ingredientes ativos para haver uma maior eficácia.

Theron *et al.* (2017), na África do Sul, avaliaram a aplicação de ACC como raleante químico, nas concentrações de 200, 400 e 600 mg L<sup>-1</sup>, em frutos com 8-10 mm de diâmetro de ameixeiras 'Fortune'. Verificaram que as duas concentrações mais altas reduziram a quantidade de frutos removidos durante o raleio em relação ao controle, com um decréscimo linear com o aumento da concentração do composto. A produção por planta foi menor nas duas maiores concentrações. A distribuição da colheita não foi afetada, mas houve uma tendência de antecipação com o incremento na concentração do raleante. Na concentração mais alta, a massa média de frutos aumentou. Segundo os autores, a concentração de 200 mg L<sup>-1</sup> raleou pouco, enquanto a concentração de 400 mg L<sup>-1</sup> raleou demais e, por isso, o recomendado pode estar nesse intervalo.

Avaliando também a aplicação de ACC na cultivar de ameixeira japonesa ‘Laetitia’, nas concentrações de 200, 400 e 600 mg L<sup>-1</sup> em frutos com 8-10 mm de diâmetro, Theron *et al.* (2017) concluíram que 400 mg L<sup>-1</sup> é suficiente, tendo reduzido a necessidade de raleio manual e aumentado a massa média de fruto em relação ao controle. Já na cultivar autofértil ‘African Rose<sup>TM</sup>’, onde foram testadas as concentrações de 400, 600 e 800 mg L<sup>-1</sup> em frutos com 8-10 mm de diâmetro, os autores recomendaram a concentração de 600 mg L<sup>-1</sup>, que reduziu a necessidade de raleio manual sem prejudicar a produção, tendo inclusive aumentado a massa média de frutos. Não foi observada queda de folhas ou fitotoxicidade nas aplicações, que ocorreram em condições frias (entre 10 °C e 15 °C), mas altas temperaturas devem ser evitadas. Conforme os autores, a recomendação do uso de ACC deve ser específica para cada cultivar, necessitando, assim, mais estudos.

ACC foi também avaliado em pessegueiros ‘Redhaven’ cultivados no Canadá (Cline *et al.*, 2021). Foram testadas as concentrações de 300 e 600 mg L<sup>-1</sup> aplicadas entre 7 h e 9 h em plena floração, na abscisão do cálice floral e em frutos com cerca de 20 mm de diâmetro. No primeiro ano de estudo, que no geral apresentou baixa frutificação, a concentração mais alta em plena floração foi mais efetiva, reduzindo o número de frutos raleados manualmente, a produção e o número de frutos por planta. No segundo ano, quando a frutificação no geral foi alta, ACC a 600 mg L<sup>-1</sup> mostrou o mesmo comportamento, porém aplicado em frutos de 20 mm. As aplicações na abscisão do cálice floral foram pouco efetivas. De forma geral, os tratamentos tiveram efeito semelhante ao raleio manual e plantas tratadas com a maior concentração tiveram uma carga de frutos menor. O amarelecimento de folhas variou de muito leve a alto, sendo mais intenso no primeiro ano. A queda de folhas foi, de forma geral, muito leve. Segundo os autores, aplicações mais precoces, nos estádios de balão rosado e plena floração, podem ser mais vantajosas para reduzir esses problemas, devido à emissão de folhas do pessegueiro ser posterior à floração.

Em pessegueiros ‘Keisie’ cultivados na África do Sul, ACC foi testado como raleante químico em concentrações variando de 150 mg L<sup>-1</sup> a 800 mg L<sup>-1</sup>, aplicado em frutos de 4 a 6 mm e 8 a 10 mm de diâmetro, em diferentes safras e locais (Theron *et al.*, 2020). De forma geral, o incremento da concentração de ACC resultou em diminuição na necessidade de raleio manual sem prejudicar a produção, exceto na concentração mais alta, que provocou raleio excessivo. A massa média de frutos não foi afetada e houve uma tendência de antecipação de colheita, com mais frutos colhidos nos primeiros repasses. Houve ainda uma pequena diminuição na firmeza de polpa nos frutos tratados com ACC, mas não tendo sido prejudicial. Queda de folhas ocorreu nas concentrações de 800 mg L<sup>-1</sup> e 400 mg L<sup>-1</sup>, mas de

forma leve na última. Segundo os autores, a concentração recomendada para a cultivar é 400 mg L<sup>-1</sup> e a aplicação em frutos de 8 a 10 mm foi eficiente em todos os testes conduzidos, mas a aplicação em frutos de 4 a 6 mm deve ser mais estudada.

Na Espanha, em estudo com pessegueiros ‘Flatbeauty’ (*P. persica* var. *platycarpa*), Torres e Asín (2022) testaram ACC (500 mg L<sup>-1</sup>) e etefom (150 mg L<sup>-1</sup>) como raleantes químicos, aplicando na plena floração e em frutos com 20 mm de diâmetro. No primeiro ano de estudo, as aplicações em plena floração foram mais eficientes, resultando em menor frutificação efetiva, ao contrário do segundo ano, quando as aplicações mais tardias foram mais efetivas. Tanto ACC quanto etefom foram considerados comercialmente aceitáveis, sem reduzir excessivamente a produtividade, exceto quando aplicados na plena floração no primeiro ano que, no geral, apresentou baixa frutificação devido às condições meteorológicas. Independentemente do tratamento, aplicações em frutos de 20 mm de diâmetro resultaram em frutos maiores e com coloração vermelha acentuada em relação à testemunha. O conteúdo de açúcares, a acidez titulável e a firmeza de polpa não diferiram.

Ainda conforme Torres e Asín (2022), a aplicação dos raleantes em plena floração incrementou rapidamente a produção de etileno, mantendo níveis significativamente superiores à testemunha até 25 dias após a plena floração no primeiro ano e até 40 dias após a plena floração no segundo ano. Quando aplicados em frutos com 20 mm, os tratamentos incrementaram os níveis de etileno até os 64 dias após a plena floração e no momento da colheita no primeiro ano e até a colheita no segundo ano. Os picos de produção de etileno foram atingidos poucos dias após as aplicações, sendo que os picos foram maiores nas aplicações em plena floração. Os autores comentam que a coloração acentuada dos frutos apresentada nos tratamentos mais tardios pode ser consequência da maior produção de etileno ao longo do desenvolvimento dos frutos.

## 2.4 Referências

- ADAMS, D. O.; YANG, S. F. Ethylene biosynthesis: Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 76, n. 1, p. 170–174, 1979.
- ANZANELLO, R.; MENIN, R. P.; FOGAÇA, C. M.; JUNGES, A. H.; SARTORI, G. B. D. **Cultivares potenciais de pessegueiro, ameixeira, pereira, kiwizeiro e amoreira-preta para a região da Encosta Superior da Serra do Nordeste**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2020. 36 p. (Circular: divulgação técnica, n. 2).

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; SAMPAIO, V. R. O pessegueiro no sistema de pomar compacto: III. Épocas de poda drástica na diferenciação floral. **Bragantia**, v. 49, n. 1, p. 147–155, 1990.

BARBOSA, W.; PIO, R. **História da fruticultura de clima temperado no Brasil, com ênfase no melhoramento genético**. 2013. Artigo em hipertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2013\\_1/brasil/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2013_1/brasil/index.htm)>. Acesso em: 19 maio 2022.

BARRETO, C. F.; ANTUNES, L. E. C.; FERREIRA, L. V.; NAVROSKI, R. BENATI, J. A.; PEREIRA, J. F. M. Mechanical flower thinning in peach trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 6, p. e-465, 2019.

BAUCHROWITZ, I. M.; SILVA, C. M.; FRANCISCO, A. L. O.; MAÇANEIRO, T. P. Efeito do raleio manual em frutos de ameixa japonesa (*Prunus salicina* Lind) sobre diferentes populações. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 20, n. 1 p. 72-79, 2018a.

BAUCHROWITZ, I., M.; SILVA, L. C. P.; SILVA, C. M.; FRANCISCO, A. L. O.; MAÇANEIRO, T. P. Efeito do raleio manual em frutos de ameixeira japonesa (*Prunus salicina* Lind) sobre algumas qualidades. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 1, p. 137–146, jan.-mar. 2018b.

BERNARDI, J.; HOFFMANN, A. **Sistema de Produção de Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha**: Condução, poda e raleio. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/conducao.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

BRASIL. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Pêssego**: Série histórica - Custos - Pêssego - 2009 a 2019. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/858-pessego>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PAM - Produção Agrícola Municipal**: Tabelas - 2022. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Ameixa**. 2017. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76221](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76221)>. Acesso em: 09 out. 2023.

CASTRO, L. A. S.; BARBIERI, R. L. Botânica e morfologia do pessegueiro. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 2. p. 25-43.

CASTRO, L. A. S.; NAKASU, B. H.; PEREIRA, J. F. M. **Ameixeira**: histórico e perspectivas de cultivo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 10 p. Circular Técnica, 70.

CECCARELLI, A.; VIDONI, S.; ROCCHI, L.; TAIOLI, M.; COSTA, G. Are ABA and ACC suitable thinning agents for peach and nectarine? **Acta Horticulturae**, n. 1138, p. 69–74, 2016.

CHALMERS, D. J.; ENDE, B. A Reappraisal of the Growth and Development of Peach Fruit. **Functional Plant Biology**, v. 2, n. 4, p. 623, 1975.

CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; SACHET, M. R.; ROSA, F. J.; RASEIRA, M. C. B.; WAGNER Jr, A. Adaptability and stability of fruit set and production of peach trees in a subtropical climate. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 2, p. 133–138, 2014.

CLINE, J. A.; BAKKER, C. J.; BENEFF, A. Thinning response of ‘Redhaven’ peaches to 1-aminocyclopropane carboxylic acid (ACC). **Canadian Journal of Plant Science**, v. 101, n. 1, p. 17–29, 2021.

COLLI, S.; PURGATTO, E. Etileno. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. Cap. 13. p. 253-274.

CONNORS, C. H. Growth of fruits of peach. **New Jersey Agric. Exp. Stn Annu. Rep.**, v. 40, n. 82-88, 1919.

COSTA, G.; BOTTON, A. Thinning in peach: Past, present and future of an indispensable practice. **Scientia Horticulturae**, v. 296, p. 110895, 2022.

COSTA, G.; BOTTON, A.; VIZZOTTO, G. Fruit Thinning: Advances and Trends. In: WARRINGTON, I. (ed.). **Horticultural Reviews: Volume 46**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. Cap. 4. p. 185-226.

DALBÓ, M. A.; DELA BRUNA, E. Cultivares de ameixeira. In: DALBÓ, M. A. (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. Cap. 3. p. 31-40.

DE CONTI, D.; RIBEIRO, M. F.; RASEIRA, M. C. B.; PETERS, J. A.; BIANCHI, V. J. Caracterização anatômico-fisiológica da compatibilidade reprodutiva de ameixeira-japonesa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 695–703, 2013.

DELA BRUNA, E. Curva de crescimento de frutos de pêsego em regiões subtropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 685–689, 2007.

DENNIS JR, F. G. Flowering, Fruit Set and Development under Warm Conditions. In: EREZ, A. (Org.). **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000, p. 101–122.

EREZ, A. Bud Dormancy; Phenomenon, Problems and Solutions in the Tropics and Subtropics. In: EREZ, A. (Org.). **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000, p. 17–48.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAOSTAT**: Crops and livestock products. 2024. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

- FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. C. B. Origem e história do pessegueiro. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 1. p. 19-24.
- FREIRE, J. M.; PROTAS, J. F. S. **Sistema de Produção de Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha: Custos e rentabilidade**. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/tabcust.htm#anexo4>>. Acesso em: 21 abr. 2022.
- GAGE, J.; STUTTE, G. Developmental Indices of Peach: An Anatomical Framework. **HortScience**, v. 26, n. 5, p. 459–463, maio 1991.
- GREENE, D.; COSTA, G. Fruit Thinning in Pome- and Stone-Fruit: State of the Art. **Acta Horticulturae**, n. 998, p. 93–102, 2013.
- HIURKO, V. L.; BIASI, L. A. Raleio manual de frutos na produção do pessegueiro ‘PS 10711’. **Científica**, v. 49, n. 2, p. 80-87, 2021.
- KROLOW, A. C. R. Industrialização de pêssego. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 21. p. 605-614.
- LEITE, G. B. A origem da heterogeneidade da brotação em regiões de inverno ameno. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 1, p. 20–23, 2020.
- MADAIL, J. C. M.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos da produção e mercado do pêssego no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 14 p. Circular Técnica, 80.
- MARINI, R. P.; SOWERS, D. L. Peach Fruit Weight is Influenced by Crop Density and Fruiting Shoot Length but not Position on the Shoot. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 2, p. 180–184, 1994.
- MEIER, U. (ed.). **Growth stages of mono-and dicotyledonous plants: BBCH** Monograph. 2. ed. Berlin: Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001. 158 p.
- MEIER, U.; GRAF, H.; HACK, H.; HESS, M.; KENNEL, W.; KLOSE, R.; MAPPES, D.; SEIPP, D.; STAUSS, R.; STREIF, J.; VAN DEN BOOM, T. Phänologische Entwicklungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.) des Steinobstes (Prunus-Arten), der Johannisbeere (Ribes-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd**, 46, 141-153, 1994.
- NAVA, G. A.; MARODIN, G. A. B.; SANTOS, R. P. Reprodução do pessegueiro: efeito genético, ambiental e de manejo das plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1218–1233, 2009.
- OLIVEIRA, P. D.; MARODIN, G. A. B.; ALMEIDA, G. K.; GONZATTO, M.P.; DARDE, D. C. Heading of shoots and hand thinning of flowers and fruits on “BRS Kampai” peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 11, p. 1006–1016, 2017.

PENSO, G. A.; CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; SANTOS, C. E. M.; WAGNER Jr, A; BRUCKNER, C. H.; RODRIGO, J. Development of Peach Flower Buds under Low Winter Chilling Conditions. **Agronomy**, v. 10, n. 3, p. 428, 2020.

PEREIRA, J. F. M.; RASEIRA, A. Raleio. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 13. p. 309-328.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 141 p.

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; BARBOSA, W. Cultivares: descrição e recomendação. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 5. p. 73-142.

REIGHARD, G. L.; BYERS, R. E. Peach thinning. In: HORTON, D. R.; JOHNSON, D. (eds.). **Southeastern peach growers' handbook**. Athens: The Univ. Georgia, 2005. p. 85-90.

SHI, Y.; SONG, B.; LIANG, Q.; SU, D.; LU, W.; LIU, Y.; LI, Z. Molecular regulatory events of flower and fruit abscission in horticultural plants. **Horticultural Plant Journal**, v. 9, n. 5, p. 867–883, 2023.

SOUTHWICK, S. M.; GLOZER, K. Reducing Flowering with Gibberellins to Increase Fruit Size in Stone Fruit Trees: Applications And Implications in Fruit Production. **HortTechnology**, v. 10, n. 4, p. 744–751, 2000.

SOUZA, A. L. K. Aspectos gerais da cultura da ameixeira em Santa Catarina. In: DALBÓ, M. A. (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. Cap. 1. p. 17-24.

SOUZA, A. L. K; BRIGHENTI, A. F. Poda. In: DALBÓ, M. A. (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. Cap. 6. p. 55-60.

SOUZA, A. L. K; BRIGHENTI, A. F.; PETRI, J. L. Raleio. In: DALBÓ, M. A. (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. Cap. 7. p. 61-65.

SZABÓ, Z.; NYÉKI, J. Floral biology and fertility in peaches. **International Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v. 6, n. 1, p. 10-15, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. (Orgs.). **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

THERON, K.I.; STEENKAMP, H.; SCHOLTZ, A.; REYNOLDS, J. S.; STEYN, W. J. The efficacy of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in thinning 'Keisie' peaches. **Acta Horticulturae**, n. 1295, p. 33–40, 2020.

THERON, K. I.; STEENKAMP, H.; STEYN, W. J. Efficacy of ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) as a Chemical Thinner Alone or Combined with Mechanical Thinning for Japanese Plums (*Prunus salicina*). **HortScience**, v. 52, n. 1, p. 110–115, 2017.

TONUTTI, P.; CASSON, P.; RAMINA, A. Ethylene Biosynthesis during Peach Fruit Development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 116, n. 2, p. 274–279, 1991.

TOPP, B. L.; RUSSELL, D. M.; NEUMÜLLER, M.; DALBÓ, M. A.; LIU, W. Plum. *In*: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Orgs.). **Fruit Breeding**. Boston, MA: Springer US, 2012, p. 571–621.

TORRES, E.; ASÍN, L. Endogenous ethylene production and fruit quality in peaches in response to ethephon and ACC as chemical thinners. **Acta Horticulturae**, n. 1344, p. 29–36, 2022.

TORRES, E.; ASÍN, L. Physiological Study of Ethephon- and ACC-Induced Fruitlet and Leaf Abscission in Peach Trees Under Different Conditions of Temperature. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 42, n. 7, p. 4253–4262, 2023.

VOCCIANTE, M.; GRIFONI, M.; FUSINI, D.; PETRUZZELLI, G.; FRANCHI, E. The Role of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Mitigating Plant's Environmental Stresses. **Applied Sciences**, v. 12, n. 3, p. 1231, 2022.

ZANCHIN, A.; MARCATO, C.; TRAINOTTI, L.; CASADORO, G.; RASCIO, N. Characterization of abscission zones in the flowers and fruits of peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. **New Phytologist**, v. 129, n. 2, p. 345–354, 1995.

ZHENG, Y.; CRAWFORD, G. W.; CHEN, X. Archaeological Evidence for Peach (*Prunus persica*) Cultivation and Domestication in China. **PLOS ONE**, v. 9, n. 9, p. 9, 2014.

### **3 CAPÍTULO 1**

**Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de  
pessegueiros ‘Chimarrita’ na Serra Gaúcha**

## RESUMO

O pessegueiro, em condições normais, floresce e frutifica abundantemente, o que demanda grande quantidade de mão de obra para o raleio manual dos frutos. Como alternativa, o raleio químico ainda não é confiável para o pessegueiro, mas nos últimos anos, novos raleantes surgiram e apresentaram resultados promissores em diversos países. O objetivo do trabalho foi avaliar o ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual, na produção e na qualidade de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ na Serra Gaúcha. O experimento foi conduzido nas safras 2022/2023 e 2023/2024. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em: controle sem raleio (apenas no primeiro ciclo); controle (raleio manual); ACC 150, 300, 450 e 600 mg L<sup>-1</sup>, além de 750 mg L<sup>-1</sup> no segundo ciclo; e etefom 300 mg L<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram aplicados em plena floração. Foram avaliadas variáveis relacionadas à frutificação efetiva, necessidade de raleio manual, produção e qualidade de frutos e retorno de floração. Etefom resultou em menor necessidade de raleio manual que o controle, mas, na primeira safra, maior que ACC 600 mg L<sup>-1</sup>. Com o aumento da concentração de ACC, a frutificação efetiva e a necessidade de raleio manual diminuíram. O incremento da concentração de ACC, associada ao raleio manual, reduziu a produção no primeiro ciclo. Ainda, aumentou o teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos e, na primeira safra, reduziu a acidez titulável (AT) e aumentou a relação SS/AT. O retorno de floração não foi influenciado. Apesar de promissor, mais estudos são necessários para viabilizar a aplicação de ACC nas condições da Serra Gaúcha.

## ABSTRACT

The peach tree, under normal conditions, flowers and fruits abundantly, which requires a large amount of labor for manual thinning. As an alternative, there is chemical thinning, which is not reliable for peach trees yet, but in recent years, new thinners have emerged and have shown promising results in several countries. The objective of the work was to evaluate 1-aminocyclopropane 1-carboxylic acid (ACC) in reducing manual thinning, yield and fruit quality of ‘Chimarrita’ peach trees in Serra Gaúcha. The experiment was conducted in the 2022/2023 and 2023/2024 crop years. The experimental design was in randomized blocks. The treatments consisted of: control without thinning (only in the first cycle); control (manual thinning); ACC 150, 300, 450 and 600 mg L<sup>-1</sup>, in addition to 750 mg L<sup>-1</sup> in the second cycle; and ethephon 300 mg L<sup>-1</sup>. Treatments were applied in full bloom. Variables related to fruit set, need of manual thinning, fruit yield and quality and return to bloom were evaluated. Etefom resulted in less need for manual thinning than the control, but, in the first crop year, greater than ACC 600 mg L<sup>-1</sup>. With increasing ACC concentration, fruit set and the need for manual thinning decreased. The increase in ACC concentration, associated with manual thinning, reduced fruit yield in the first cycle. Furthermore, the fruits soluble solids (SS) content increased, and, in the first crop year, the titratable acidity (TA) was reduced, and the SS/TA ratio increased. Return to bloom was not affected. Although promising, more studies are needed to enable the application of ACC in Serra Gaúcha conditions.

### 3.1 Introdução

O pessegueiro (*Prunus persica* [L.] Batsch.) é uma espécie caducifólia de clima temperado e o seu centro de origem e diversidade mais aceito é a China (Franzon; Raseira,

2014). O pessegueiro é a fruta de caroço mais produzida no Brasil. No ano de 2022, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional foi de 208.823 toneladas, em uma área colhida de 15.615 hectares, com valor da produção de 480,80 milhões de reais. O Rio Grande do Sul foi o estado que mais produziu, com área colhida de 11.495 hectares, produção de 137.553 toneladas e valor de produção de 245,69 milhões de reais. No Estado, as regiões que mais produziram foram o Nordeste e o Sudeste, com destaque para as microrregiões de Caxias do Sul, com produção voltada ao mercado *in natura*, e Pelotas, com produção voltada à indústria (Brasil, 2023).

Porém, segundo dados históricos da FAO, a área colhida de pêssego no Brasil vem diminuindo desde o início dos anos 2000 (FAO, 2024). Um dos principais entraves relacionados a isso é a demanda de mão de obra especializada para a cultura, que necessita grande quantidade para diversas atividades, como as podas, o raleio de frutos e a colheita. O raleio é considerado a atividade pré-colheita que mais demanda mão de obra na produção de pêssego (Pereira; Raseira, 2014). Em plantas de cinco anos, estima-se a necessidade de 40 dias-homem para o raleio manual de um hectare de pêssegos de mesa (Freire; Protas, 2003).

O pessegueiro é uma espécie autocompatível e, em condições favoráveis, normalmente apresenta elevada frutificação. Estima-se que uma produção comercial satisfatória requeira apenas 5% a 10% de frutificação. Em situações de alta frutificação, a demanda pela remoção de frutos em excesso pode ser bastante elevada (Nava *et al.*, 2009; Petri *et al.*, 2016). Frutos de plantas não raleadas apresentam tamanho e qualidade inferiores e o excesso de carga pode levar à quebra de galhos, menor crescimento vegetativo e limitação na formação de gemas para a safra seguinte (Pereira; Raseira, 2014). Apesar de custosa, a prática incrementa o tamanho e melhora a qualidade e a aparência dos frutos, resultando em um valor de produção maior (Costa *et al.*, 2018).

O crescimento dos frutos do pessegueiro é dividido em três fases: estágio I, quando ocorre intensa divisão celular e crescimento exponencial; estágio II, com crescimento lento, quando ocorre a lignificação do endocarpo; e estágio III, quando ocorre expansão celular e maturação do fruto, retomando o crescimento exponencial (Connors, 1919). Devido à competição entre todos os frutos durante seu desenvolvimento inicial, o ideal é realizar o raleio ainda no estágio I e o mais cedo possível, dependendo das condições genéticas, econômicas e ambientais (Reighard; Byers, 2005). Na prática, o raleio manual é recomendado após a queda natural dos frutos, de 35 a 40 dias após a plena floração ou quando os frutos atingirem 15 a 20 mm de diâmetro (Bernardi; Hoffmann, 2003).

Como alternativa ao raleio manual, há o raleio químico, método que pode ser aplicado rapidamente e no momento ideal, geralmente apresentando melhor custo-benefício (Greene; Costa, 2013). Consiste na aplicação de produtos químicos visando induzir a abscisão de flores ou frutos ou inibir a indução floral para a safra seguinte. Apesar disso, seus efeitos são pouco previsíveis, sua eficácia ainda não é confiável e a disponibilidade de raleantes é escassa (Costa; Botton, 2022).

Substâncias cáusticas e de ação hormonal podem ser utilizadas, entre elas as que aumentam a produção de etileno na planta (Petri *et al.*, 2016). Recentemente, uma nova formulação, composta por ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) vem se mostrando eficaz no raleio químico de pessegueiros, apesar de não eliminar completamente a necessidade de raleio manual, em estudos realizados fora do Brasil (Ceccarelli *et al.*, 2016; Theron *et al.*, 2020; Cline *et al.*, 2021; Torres; Asín, 2022).

ACC foi identificado como conversor de metionina a etileno, aumentando a produção do hormônio (Adams; Yang, 1979), sendo formado a partir de S-adenosil metionina pela enzima ACC sintase e convertido a etileno pela enzima ACC oxidase (Colli; Purgato, 2019). O etileno é um hormônio que atua nos processos de senescência e abscisão na planta. Quando seus níveis endógenos aumentam, há o estímulo da síntese de enzimas que degradam e modificam a parede celular, induzindo a formação da camada de abscisão e provocando a queda do órgão (Taiz *et al.*, 2017).

Torres e Asín (2023) propuseram duas vias de abscisão de frutos de pessegueiro induzidas por ACC: pelo aumento endógeno de etileno nos frutos, causando abscisão diretamente, e nas folhas, causando sua senescência e queda e reduzindo sua condutância estomática, diminuindo a fotossíntese e causando déficit de carboidratos, o que também levaria à queda de frutos. Além disso, flores plenamente desenvolvidas são mais sensíveis ao etileno (Colli; Purgato, 2019).

Dessa forma, o objetivo do estudo foi avaliar o ACC na redução do raleio manual, na produção e na qualidade de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ na região da Serra Gaúcha.

## **3.2 Material e métodos**

### **3.2.1 Local do experimento**

O experimento foi realizado em um pomar comercial localizado no distrito de Mato Perso, município de Flores da Cunha, RS (29° 06’ S, 51° 20’ O, 515 m de altitude). O pomar

possuía plantas de 6 anos de idade da cultivar-copa de ciclo intermediário ‘Chimarrita’. As plantas estavam espaçadas 4,5 m entre linhas e 2,2 m entre plantas, as linhas de plantio foram dispostas no sentido L-O e as plantas foram conduzidas no sistema Y duplo com formação de túnel. O terreno possuía relevo levemente ondulado. O solo do local é uma associação entre Cambissolo Háptico Distrófico típico e Neossolo Litólico Eutrófico típico (Flores *et al.*, 2007).

De acordo com o critério de Köppen, o clima da região é classificado como Cfb, ou seja, clima subtropical úmido, oceânico, sem estação seca e com verão temperado (Alvares *et al.*, 2013). Segundo dados da Normal Climatológica do Brasil 1991-2020, com informações da estação meteorológica de Caxias do Sul, RS, a temperatura média anual é de 17,1 °C, sendo julho o mês mais frio, com temperatura média de 12,3 °C, e janeiro o mais quente, com temperatura média de 21,5 °C. A precipitação anual acumulada é de cerca de 1.800 mm, com boa distribuição durante o ano, sendo outubro o mês mais chuvoso, com 192,3 mm, e março o menos chuvoso, com 121,4 mm de chuva (Brasil, 2022).

A média histórica do número de horas de frio com temperatura < 7,2 °C acumuladas entre maio e setembro na região varia de 300 a 500. Em Caxias do Sul, o acumulado é de 463 horas de frio (Wrege *et al.*, 2016). Conforme dados da estação meteorológica da Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves, RS, o acúmulo médio nos últimos cinco anos foi de 337 horas de frio (Brasil, 2024a). O acúmulo mensal de horas de frio nos anos 2022 e 2023 está no Apêndice 1.

### **3.2.2 Delineamento experimental e procedimentos**

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por quatro plantas, sendo avaliadas as duas centrais. Os testes foram conduzidos em duas safras, 2022/2023 e 2023/2024. Os tratamentos aplicados estão detalhados na Tabela 1. As plantas do controle sem raleio e do controle não receberam nenhuma pulverização. As plantas do controle receberam apenas raleio manual. O tratamento controle sem raleio foi adicionado, no primeiro ciclo de estudo, como referência, não tendo sido avaliado estatisticamente com os demais tratamentos. O etefom foi utilizado para comparação, como tratamento padrão.

Na segunda safra, o tratamento controle sem raleio foi retirado e substituído por mais uma concentração de ACC. Para o segundo ciclo de testes, novas plantas foram selecionadas a fim de evitar possíveis efeitos remanescentes dos tratamentos do ciclo anterior. Os demais

manejos da cultura foram realizados conforme o padrão do proprietário, com poda de inverno, podas verdes, adubação mineral e controle químico de pragas e doenças, além de controle mecânico e químico de plantas daninhas.

TABELA 1. Tratamentos aplicados no experimento.

| Safrá 2022/2023     |                        | Safrá 2023/2024 |                        |
|---------------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| Raleante            | Concentração           | Raleante        | Concentração           |
| Controle sem raleio | -                      | Controle        | 0 mg L <sup>-1</sup>   |
| Controle            | 0 mg L <sup>-1</sup>   | ACC             | 150 mg L <sup>-1</sup> |
| ACC <sup>(1)</sup>  | 150 mg L <sup>-1</sup> | ACC             | 300 mg L <sup>-1</sup> |
| ACC                 | 300 mg L <sup>-1</sup> | ACC             | 450 mg L <sup>-1</sup> |
| ACC                 | 450 mg L <sup>-1</sup> | ACC             | 600 mg L <sup>-1</sup> |
| ACC                 | 600 mg L <sup>-1</sup> | ACC             | 750 mg L <sup>-1</sup> |
| Etefom              | 300 mg L <sup>-1</sup> | Etefom          | 300 mg L <sup>-1</sup> |

<sup>1</sup>Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico.

Os tratamentos foram aplicados com as plantas em plena floração (entre os estádios 66 e 68 na escala Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry – BBCH). Na primeira safra, as aplicações foram realizadas em 21/07/2022 e as plantas estavam com 63% de flores abertas. Na segunda safra, as plantas estavam com 78% de flores abertas na data de aplicação (06/08/2023). O raleio manual foi realizado cerca de 40 dias após a aplicação (DAA), em 03/09/2022 e 15/09/2023, deixando uma distância de 12 cm a 15 cm entre os frutos, dependendo do vigor das plantas e dos ramos. A prática foi realizada em todas as plantas, exceto nas do tratamento controle sem raleio.

Em ambas as safras, as aplicações ocorreram da metade até o final da manhã, após a secagem do orvalho que cobria as plantas. Não houve incidência de ventos constantes e rajadas, quando incidentes, foram fracas. Também não houve registro de precipitação nos dias das aplicações. No dia da aplicação no ciclo 2022/2023, a temperatura média foi de 18,5 °C, com mínima de 14,2 °C e máxima de 21,4 °C. A umidade relativa do ar média foi de 79% e variou de 63% a 91%. No ciclo 2023/2024, o dia da aplicação apresentou temperatura média de 20,8 °C, com mínima de 16,1 °C e máxima de 26,6 °C. A umidade relativa do ar média foi de 64%, variando de 38% a 82%. Os dados foram obtidos da estação meteorológica oficial mais próxima ao pomar, localizada na Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves, RS (Brasil, 2024b). Os dados meteorológicos correspondentes ao período de três dias antes da aplicação até a data de raleio manual podem ser conferidos nos Apêndices 2 e 3.

A fonte de ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) foi o produto comercial Accede<sup>®</sup> (Sumitomo Chemical Latin America), que contém 40% do ingrediente ativo. A fonte de etefom foi o produto comercial Ethrel<sup>®</sup> (Bayer S.A.), que possui em sua composição

24% (240 g L<sup>-1</sup>) do ingrediente ativo. Juntamente com os raleantes, foi adicionado o espalhante adesivo Silwet AG<sup>®</sup> (Momentive Performance Materials), composto de copolímero de poliéter e silicone, na concentração de 0,05%. O volume de calda utilizado foi de 600 L ha<sup>-1</sup> (cerca de 0,6 L por planta) e as aplicações foram realizadas com pulverizador costal motorizado (Jacto<sup>®</sup>, modelo PJM-25) com capacidade para 25 L e dois bicos com pontas cônicas.

### 3.2.3 Avaliações

Em cada planta útil, foram marcados quatro ramos mistos de ano, um em cada quadrante da planta, em altura mediana, onde foram avaliados:

a. Frutificação efetiva (%): por meio da relação entre o número de frutos remanescentes aos 20 e aos 40 DAA, na primeira safra, e aos 10, 20, 30 e 40 DAA na segunda safra, e o número de flores antes da aplicação. As contagens aos 40 DAA foram realizadas antes do raleio manual. A progressão da frutificação efetiva também foi apresentada, de forma descritiva, ao longo das datas de avaliação da segunda safra, para cada tratamento.

Durante o raleio manual, cerca de 40 DAA, em cada planta útil foi avaliado:

- b. Necessidade de raleio manual: por meio da contagem do número de frutos removidos por planta e pela massa (kg) de frutos removidos por planta no raleio manual; na segunda safra, foi contabilizado o tempo (min) necessário para raleio manual em cada planta, também convertido em horas por hectare;
- c. Massa média de fruto removido no raleio manual (g): calculada pela divisão da massa pelo número de frutos removidos por planta;
- d. Proporção de frutos pigmeus removidos (%): durante a operação de raleio, foi observada a presença de frutos pequenos, que destoavam em tamanho dos considerados normais para a época. Assim, frutos com diâmetro aproximado menor que 10 mm, denominados pigmeus, foram contabilizados separadamente para verificar o efeito dos tratamentos.

Antes da colheita, foi avaliado, em cada planta útil:

e. Número de frutos por planta: por contagem direta do número total de frutos por planta.

Quando os frutos estavam no ponto de maturação para colheita (estádio 87 na escala BBCH), em um repasse intermediário de colheita, quando uma quantidade considerável de frutos foi colhida, foram selecionados aleatoriamente 20 frutos por planta útil, coletados de diferentes posições e alturas, dos quais foram mensurados:

f. Massa média de frutos (g): por meio da pesagem com o uso de balança eletrônica;

- g. Produção por planta (kg): estimada a partir da massa média de frutos e do número de frutos por planta;
- h. Produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ): obtida pela multiplicação da produção por planta pela densidade de plantas por hectare;
- i. Eficiência produtiva ( $kg\ cm^{-2}$ ): obtida, no ciclo 2022/2023, pela relação entre a produção por planta e a área da secção do tronco. A área da secção do tronco foi calculada pela medida da circunferência do tronco cerca de 10 cm acima do ponto de enxertia em cada planta útil, durante o repouso vegetativo, após a colheita, com o uso de fita métrica.

Dos 20 frutos colhidos, dez foram selecionados e encaminhados para o Laboratório de Fruticultura da Universidade de Caxias do Sul para avaliar:

- j. Altura de fruto (mm): medida entre a base e o ápice do fruto, na porção central, utilizando-se um paquímetro (mtx<sup>®</sup>);
- k. Diâmetro sutural de frutos (mm): medido na porção equatorial do fruto com o auxílio de um paquímetro (mtx<sup>®</sup>);
- l. Relação altura/diâmetro de fruto: calculada pela divisão entre os valores de altura e diâmetro sutural de fruto;
- m. Coloração de fruto: foi mensurada, no ciclo 2023/2024, no Laboratório de Pós-Colheita da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por medição com uso de colorímetro (Konica Minolta<sup>®</sup>), utilizando iluminante D65, obtendo-se os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e calculando-se os valores de cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo de cor ( $^{\circ}h$ );
- n. Firmeza de polpa (N): medida com o auxílio de um penetrômetro de bancada (Didática SP<sup>®</sup>) com ponteira de 8 mm em dois pontos opostos na região equatorial do fruto.

Dos frutos selecionados, foi extraída uma fatia de cada um, abrangendo o mesocarpo e o epicarpo, desde a base até o ápice. Das fatias, foi extraído o suco dos frutos, com o auxílio de uma centrífuga de alimentos. A partir do suco, foram medidos:

- o. Teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}Brix$ ): mensurado com o uso de refratômetro digital (Atago<sup>®</sup> PAL-1);
- p. Acidez titulável (%): determinada por titulação, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Zenebon *et al.*, 2008);
- q. Relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT): calculado pela diferença entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

No início da safra 2023/2024, ao final do repouso vegetativo, quatro novos ramos mistos de ano foram selecionados em cada planta útil marcada na safra 2022/2023 e, nestes, foi avaliado:

r. Retorno de floração (n° flores cm<sup>-1</sup>): por meio da contagem do número de gemas florais e pela mensuração do comprimento dos ramos.

A partir das médias dos resultados da safra 2023/2024, foi realizada uma análise econômica, na qual foi calculado:

- s. Custo de aplicação (R\$ ha<sup>-1</sup>): considerando os custos do raleante, do espalhante adesivo, da aplicação tratorizada e do tratorista, conforme o preço de cada item obtido no início de 2024;
- t. Economia de mão de obra (R\$ ha<sup>-1</sup>): considerando a diferença entre o tempo necessário para o raleio manual em cada tratamento e no controle (apenas raleio manual) e o custo médio da mão de obra na região;
- u. Diferença no faturamento (R\$ ha<sup>-1</sup>): diferença entre o faturamento no controle e em cada tratamento, conforme a produtividade e o preço médio de venda dos frutos pelo produtor;
- v. Saldo (R\$ ha<sup>-1</sup>): calculado pela fórmula [(economia de mão de obra + diferença no faturamento) – custo de aplicação], expressando se a economia de mão de obra e a diferença no faturamento compensaram o custo de aplicação.

O tratamento controle sem raleio, assim como o tratamento controle, não recebeu raleio químico, não influenciando sua frutificação efetiva. Além disso, naquele tratamento, nenhum fruto foi removido no raleio manual. Por isso, o tratamento controle sem raleio será apresentado apenas nas variáveis de produção, qualidade de frutos e retorno de floração.

### 3.2.4 Análise dos dados

Os dados obtidos passaram pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilks, pelo teste de homoscedasticidade de Bartlett e foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com 5% de probabilidade de erro. Os dados do tratamento etefom foram comparados ao controle e às concentrações de ACC por meio do teste de Dunnett, com nível de significância de 5%, utilizando o software estatístico R, versão 4.2.2 (R Core Team, 2022). Os dados de frutificação efetiva 10 e 20 DAA, massa e massa média de frutos removidos no raleio manual do ciclo 2023/2024 foram transformados por  $\sqrt{x + 1}$  para atender os requisitos de normalidade e homoscedasticidade.

Os dados referentes às concentrações de ACC também foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, à análise de regressão, com o uso do software SigmaPlot<sup>®</sup>, versão 14.5 (Inpixon, 2022). Como todos os tratamentos, exceto o controle sem raleio, passaram por raleio manual, o controle foi considerado como ACC 0 mg L<sup>-1</sup>. A análise

econômica foi descritiva. O tratamento controle sem raleio foi utilizado apenas como referência e, por isso, não foi submetido à análise estatística.

### 3.3 Resultados e discussão

As aplicações de ACC influenciaram na frutificação efetiva dos pessegueiros em todas as datas avaliadas e em ambos os ciclos. No primeiro ciclo (Tabela 2), o tratamento com etefom diferiu e apresentou frutificação superior às concentrações de 450 e 600 mg L<sup>-1</sup> de ACC aos 20 dias após a aplicação (DAA). Aos 40 DAA, porém, apenas a concentração de 450 mg L<sup>-1</sup> diferiu e apresentou frutificação inferior a etefom, com uma diferença de 17,99%.

TABELA 2. Frutificação efetiva (%) 20 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023.

| <b>Tratamento</b>          | <b>Frutificação efetiva<br/>20 DAA (%)</b> | <b>Frutificação efetiva<br/>40 DAA (%)</b> |
|----------------------------|--|--|
| Controle                   | 97,97                                      | 80,02                                      |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 95,69                                      | 78,06                                      |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 88,66                                      | 70,78                                      |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 65,71 <sup>(-)</sup>                       | 51,62 <sup>(-)</sup>                       |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 65,52 <sup>(-)</sup>                       | 57,13                                      |
| Etefom                     | 93,51                                      | 69,61                                      |
| Média                      | 84,51                                      | 67,87                                      |
| C.V. (%)                   | 12,42                                      | 12,40                                      |
| Valor de p                 | 0,0007                                     | 0,0012                                     |
| Valor de p ACC*            | 0,0006                                     | 0,0006                                     |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(-)</sup>As médias são inferiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

A partir de 80 mg L<sup>-1</sup>, a frutificação efetiva diminuiu com o aumento da concentração de ACC, tanto aos 20 quanto aos 40 DAA (Figura 1). A redução ocorreu até 557 mg L<sup>-1</sup> aos 20 DAA e até 514 mg L<sup>-1</sup> aos 40 DAA. Aos 40 DAA, a redução na frutificação, considerando a média de cada tratamento, chegou a 27,4% na concentração de 450 mg L<sup>-1</sup> de ACC, em relação ao controle.

No ciclo 2023/2024, a frutificação efetiva foi inferior nas concentrações de 600 e 750 mg L<sup>-1</sup> de ACC em relação ao etefom aos 10 DAA (Tabela 3). Aos 20 DAA, apenas ACC 750 mg L<sup>-1</sup> foi inferior. Aos 30 e aos 40 DAA, o tratamento controle e ACC 150 e 300 mg L<sup>-1</sup> tiveram frutificação superior e as demais semelhantes ao etefom. Nota-se que o etefom passou a diferir do tratamento sem raleio químico apenas aos 30 DAA.

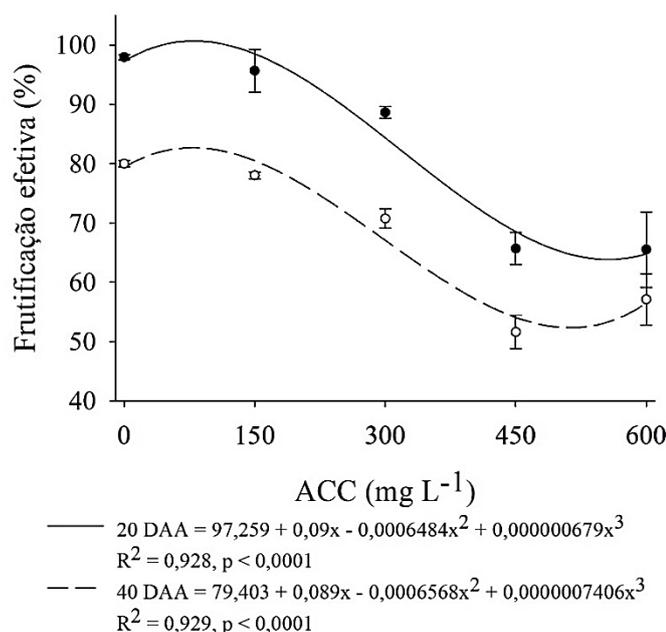


FIGURA 1. Frutificação efetiva (%) aos 20 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.

TABELA 3. Frutificação efetiva (%) aos 10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                 | Frutificação efetiva 10 DAA (%) | Frutificação efetiva 20 DAA (%) | Frutificação efetiva 30 DAA (%) | Frutificação efetiva 40 DAA (%) |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Controle                   | 99,54                           | 96,32                           | 94,43 <sup>(+)</sup>            | 81,13 <sup>(+)</sup>            |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 99,25                           | 95,12                           | 94,62 <sup>(+)</sup>            | 84,49 <sup>(+)</sup>            |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 97,68                           | 94,76                           | 94,59 <sup>(+)</sup>            | 80,35 <sup>(+)</sup>            |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 94,91                           | 86,95                           | 85,95                           | 71,91                           |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 92,74 <sup>(-)</sup>            | 87,10                           | 85,91                           | 69,29                           |
| ACC 750 mg L <sup>-1</sup> | 86,82 <sup>(-)</sup>            | 79,50 <sup>(-)</sup>            | 79,02                           | 66,24                           |
| Etefom                     | 99,09                           | 92,21                           | 82,16                           | 66,97                           |
| Média                      | 95,72                           | 90,28                           | 88,10                           | 74,34                           |
| C.V. (%)                   | 3,27                            | 4,97                            | 4,92                            | 7,71                            |
| Valor de p                 | 0,0001                          | 0,0005                          | 0,0001                          | 0,0007                          |
| Valor de p ACC*            | 0,0001                          | 0,0003                          | 0,0002                          | 0,0011                          |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(-)</sup>As médias são inferiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. <sup>(+)</sup>As médias são superiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

Considerando as concentrações de ACC (Figura 2), a frutificação efetiva reduziu com o incremento da concentração de ACC a partir de 150 mg L<sup>-1</sup> aos 10, 30 e 40 DAA e a partir de 0 mg L<sup>-1</sup> aos 20 DAA. Aos 40 DAA, passou a apresentar estabilidade após 680 mg L<sup>-1</sup>. Nessa data, a diferença na frutificação entre o tratamento controle e a concentração de 750

mg L<sup>-1</sup> foi de 14,89%, considerando a média de cada tratamento. Nota-se que a redução na frutificação ocorre desde os 10 DAA e se mantém até os 40 DAA.

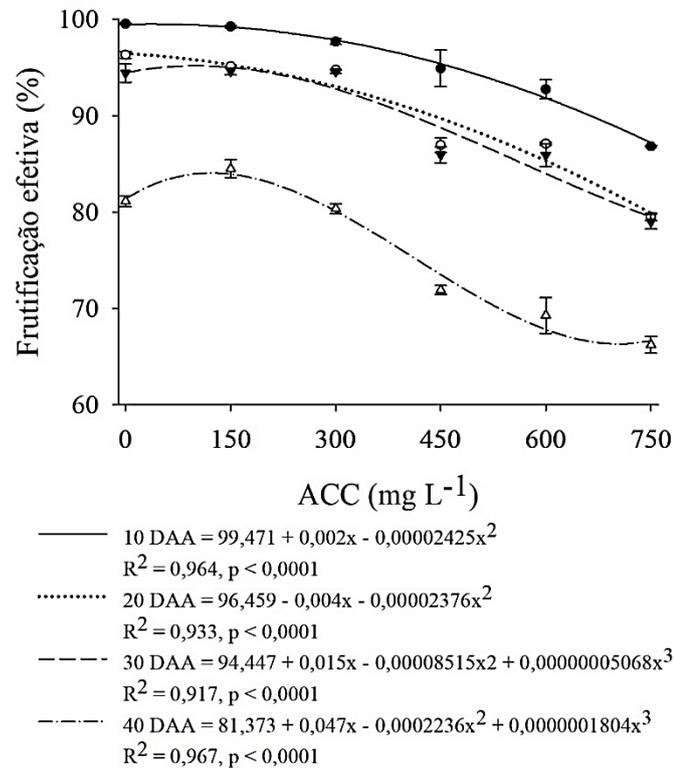


FIGURA 2. Frutificação efetiva (%) aos 10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão.

Anzanello e Tedesco (2020) avaliaram etefom, precursor de etileno, no raleio químico de pessegueiros ‘Chimarrita’ e observaram redução na frutificação efetiva com o incremento da concentração, assim como neste estudo. Trabalhos recentes em pessegueiro mostraram que a aplicação de ACC induziu aumento na produção endógena de etileno, com um pico significativo poucos dias após a aplicação e posterior queda (Torres; Asín, 2022; Torres; Asín, 2023), sendo a provável causa da abscisão de flores que ocorreu neste estudo.

Na Figura 3, encontra-se a progressão da frutificação efetiva ao longo das quatro datas avaliadas durante o segundo ciclo. Percebe-se uma redução na frutificação entre a data de aplicação (dia zero) e 20 DAA, posteriormente estabilizando e novamente reduzindo entre 30 e 40 DAA. Essa primeira redução foi mais intensa nas concentrações de 450, 600 e 750 mg L<sup>-1</sup> de ACC. O tratamento com etefom, por sua vez, apresentou uma redução na frutificação mais lenta inicialmente, tornando-se mais abrupta a partir dos 20 DAA. Isso também pode indicar que o etefom possui uma ação mais demorada, ainda que semelhante às concentrações mais altas de ACC.

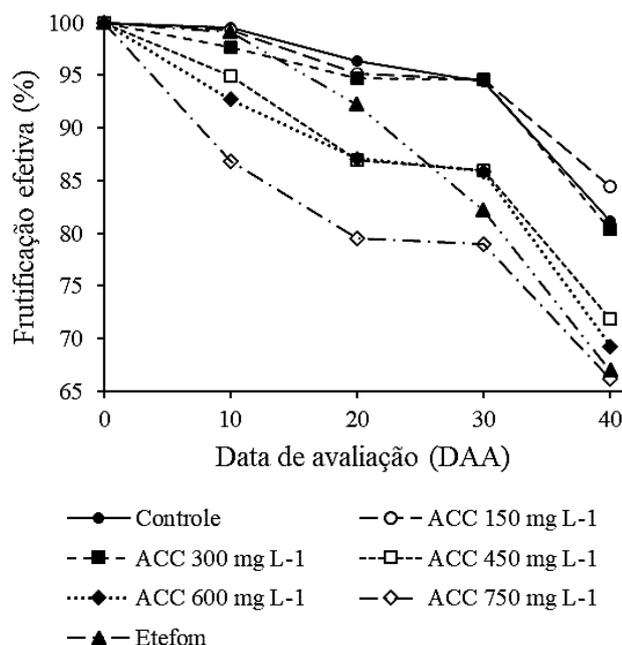


FIGURA 3. Progressão da frutificação efetiva (%) ao longo das datas de avaliação (10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação – DAA) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

Comparando a visualização do gráfico com as médias obtidas em cada data de avaliação (Tabela 3), observa-se que as concentrações mais altas de ACC provocam uma redução mais intensa na frutificação efetiva em relação ao tratamento controle até os 20 DAA. O etefom, por sua vez, não mostrou uma redução na frutificação mais intensa em relação ao controle até os 30 DAA. Entre 30 e 40 DAA, há uma nova redução considerável na frutificação, mas que ocorre com intensidade semelhante em todos os tratamentos.

Baseado nisso, é possível sugerir que a ação raleante do ACC ocorre até 20 DAA, podendo ser essa uma data adequada para monitoramento e avaliação de sua efetividade. Essa avaliação pode auxiliar no planejamento de novas ações para regular a carga de frutos, caso necessárias, como nova aplicação de raleio químico ou o próprio raleio manual.

Conforme estudo de Tonutti *et al.* (1991) em pêssegos, há produção de etileno no início do desenvolvimento do fruto, redução durante a fase I de crescimento, um pico de produção durante a fase II (endurecimento do caroço), nova redução e retomada do incremento com o início do amadurecimento, na fase III. Ainda segundo o mesmo estudo, a concentração de ACC e a atividade da ACC oxidase, enzima que converte ACC em etileno, têm comportamento semelhante. Assim sendo, uma época indicada para uma segunda aplicação de ACC poderia ser a fase de endurecimento do caroço, quando aplicações

exógenas de um precursor de etileno poderiam potencializar a ação do hormônio quando seus níveis endógenos já estão altos.

No raleio manual da safra 2022/2023, o tratamento com etefom mostrou número de frutos removidos por planta inferior ao tratamento apenas com raleio manual (controle), mas superior a ACC 600 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 4). A massa de frutos removidos, de forma similar, foi inferior apenas na concentração de 600 mg L<sup>-1</sup>. Os tratamentos de ACC 300 mg L<sup>-1</sup> e ACC 600 mg L<sup>-1</sup> apresentaram proporção de frutos pigmeus superior às plantas tratadas com etefom. A massa média de fruto removido foi inferior nas concentrações de 150 mg L<sup>-1</sup>, 300 mg L<sup>-1</sup> e 600 mg L<sup>-1</sup> de ACC.

TABELA 4. Número, massa (kg) e massa média (g) de frutos e frutos pigmeus (%) removidos por planta no raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023.

| <b>Tratamento</b>          | <b>Frutos removidos por planta</b> | <b>Frutos pigmeus removidos (%)</b> | <b>Massa de frutos removidos (kg)</b> | <b>Massa média de fruto removido (g)</b> |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Controle                   | 837,37 <sup>(+)</sup>              | 42,47                               | 2,64                                  | 3,18                                     |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 771,50                             | 48,72                               | 2,17                                  | 2,75 <sup>(-)</sup>                      |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 607,37                             | 53,43 <sup>(+)</sup>                | 1,60                                  | 2,48 <sup>(-)</sup>                      |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 499,00                             | 44,28                               | 1,53                                  | 2,99                                     |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 378,65 <sup>(-)</sup>              | 53,62 <sup>(+)</sup>                | 1,06 <sup>(-)</sup>                   | 2,69 <sup>(-)</sup>                      |
| Etefom                     | 606,12                             | 31,63                               | 2,30                                  | 3,77                                     |
| Média                      | 616,67                             | 45,69                               | 1,88                                  | 2,98                                     |
| C.V. (%)                   | 16,63                              | 21,58                               | 23,51                                 | 16,10                                    |
| Valor de p                 | 0,0001                             | 0,0548                              | 0,0015                                | 0,0227                                   |
| Valor de p ACC*            | < 0,0001                           | 0,4020                              | 0,0014                                | 0,3232                                   |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(-)</sup>As médias são inferiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. <sup>(+)</sup>As médias são superiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

Considerando as concentrações de ACC, tanto o número quanto a massa de frutos removidos por planta diminuíram com o aumento da concentração do raleante (Figura 4). Enquanto no raleio manual (controle) foram removidos, em média, 837 frutos por planta, na concentração mais alta de ACC (600 mg L<sup>-1</sup>) foram removidos 379 frutos, ou seja, uma redução de 54,72%. Comparando as mesmas concentrações, a massa de frutos removidos por planta diminuiu 59,85%. A proporção de frutos pigmeus não foi influenciada pelas concentrações de ACC, tendo sido, em média, 48,50%. Da mesma forma, a massa média de fruto removido não variou e foi, em média, 2,82 g.

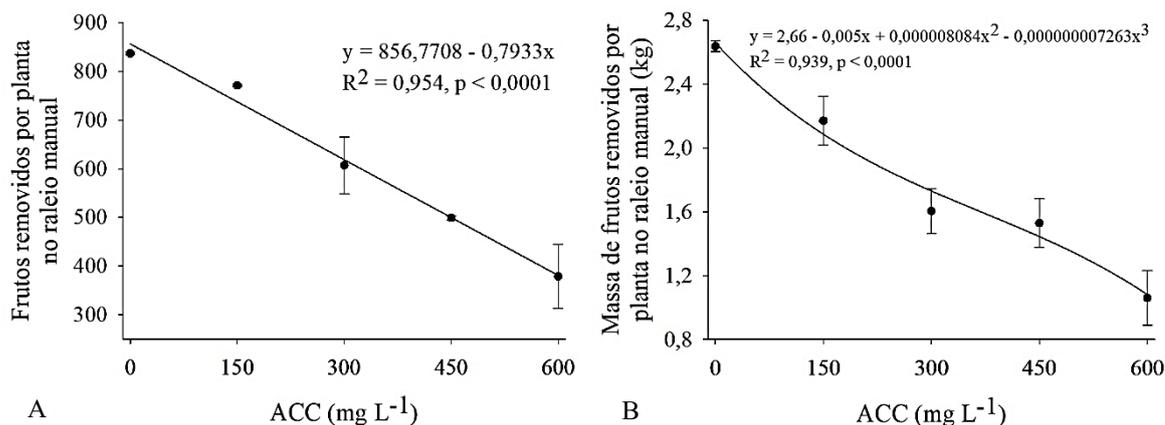


FIGURA 4. Número (A) e massa (B) de frutos removidos no raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.

Na segunda safra avaliada, nenhuma das concentrações de ACC diferiu do tratamento adicional em número, massa e massa média de frutos removidos no raleio manual (Tabela 5). A proporção de frutos pigmeus removidos também foi semelhante a todas as concentrações. Por outro lado, o tempo necessário para o raleio manual por planta foi superior no tratamento controle e na concentração de 150 mg L<sup>-1</sup> de ACC. Comparado ao tratamento apenas com raleio manual, a redução no tratamento etefom foi de nove minutos e três segundos por planta e 152 horas e 24 minutos por hectare.

No segundo ciclo, houve redução no número de frutos removidos por planta e no tempo para raleio manual a partir de 61 mg L<sup>-1</sup> e 74 mg L<sup>-1</sup> de ACC, respectivamente (Figura 5). A redução persistiu até 714 mg L<sup>-1</sup> no número de frutos removidos e até 672 mg L<sup>-1</sup> no tempo para raleio manual. Em média, na concentração de 750 mg L<sup>-1</sup>, houve uma redução de 32,97% no número de frutos removidos em relação ao raleio manual. Na concentração de 600 mg L<sup>-1</sup>, a redução foi de 23,17%.

Quanto ao tempo para raleio manual, plantas que receberam 600 mg L<sup>-1</sup> de ACC necessitaram 12 minutos e 34 segundos a menos para serem raleadas em relação a plantas que receberam apenas o raleio manual. Na concentração de 750 mg L<sup>-1</sup>, a redução foi de 12 minutos e 19 segundos. A proporção de frutos pigmeus, a massa e a massa média de frutos removidos não foram influenciadas pelas aplicações de ACC. Em média, a massa de frutos removidos foi de 2,23 kg, a proporção de frutos pigmeus removidos foi de 45,62% e a massa média de fruto removido foi de 2,40 g.

Mesmo não tendo eliminado a necessidade de raleio manual, os resultados apresentados neste experimento indicam uma redução considerável no raleio nas plantas que receberam ACC, especialmente na concentração de 600 mg L<sup>-1</sup> na safra 2022/2023. Esses

resultados podem ser justificados pelo aumento na abscisão de flores causada pelo raleante, reduzindo a frutificação efetiva. O tratamento com etefom também se mostrou eficaz na redução da necessidade de raleio manual, mas sua eficiência foi inferior a ACC 600 mg L<sup>-1</sup> na primeira safra.

TABELA 5. Número, massa (kg) e massa média (g) de frutos e frutos pigmeus (%) removidos por planta e tempo para raleio manual por planta (min) e por hectare (h) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                 | Frutos removidos por planta | Frutos pigmeus removidos (%) | Massa de frutos removidos (kg) | Massa média de fruto removido (g) | Raleio manual por planta (min) | Raleio manual por hectare (h) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Controle                   | 1065,87                     | 43,43                        | 2,75                           | 2,53                              | 36,06 <sup>(+)</sup>           | 607,08 <sup>(+)</sup>         |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 1115,13                     | 38,92                        | 2,85                           | 2,54                              | 35,36 <sup>(+)</sup>           | 595,20 <sup>(+)</sup>         |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 963,75                      | 45,90                        | 2,42                           | 2,47                              | 32,97                          | 555,08                        |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 807,00                      | 51,33                        | 1,87                           | 2,35                              | 26,67                          | 448,99                        |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 818,87                      | 49,28                        | 1,58                           | 1,86                              | 23,49                          | 395,44                        |
| ACC 750 mg L <sup>-1</sup> | 714,50                      | 44,86                        | 1,91                           | 2,66                              | 23,74                          | 399,62                        |
| Etefom                     | 856,37                      | 44,94                        | 1,62                           | 1,87                              | 27,01                          | 454,68                        |
| Média                      | 905,93                      | 45,52                        | 2,14                           | 2,33                              | 29,33                          | 493,73                        |
| C.V. (%)                   | 14,32                       | 21,81                        | 14,64                          | 11,91                             | 13,93                          | 13,93                         |
| Valor de p                 | 0,0032                      | 0,6870                       | 0,2944                         | 0,6531                            | 0,0006                         | 0,0006                        |
| Valor de p ACC*            | 0,0019                      | 0,5253                       | 0,2983                         | 0,7910                            | 0,0004                         | 0,0004                        |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(+)</sup>As médias são superiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

De forma semelhante, Theron *et al.* (2020), na África do Sul, verificaram diminuição na demanda por raleio manual de pessegueiros ‘Keisie’ com o aumento da concentração de ACC, aplicado em frutos de 4 a 6 mm e 8 a 10 mm de diâmetro. A redução na necessidade de raleio manual também foi observada em pessegueiros ‘Redhaven’ cultivados no Canadá com a aplicação de ACC 600 mg L<sup>-1</sup> em plena floração e em frutos com 20 mm de diâmetro (Cline *et al.*, 2021).

Na safra 2023/2024, as reduções nas variáveis que representam a necessidade de raleio manual mantiveram-se, mas a redução não foi tão acentuada quanto na safra anterior. Em todas as concentrações de ACC, o número de frutos removidos foi superior em relação

à primeira safra, o que pode indicar que as plantas estavam com maior carga de frutos. Mesmo tendo sido selecionadas plantas diferentes para o segundo ano de testes, as plantas do pomar apresentavam porte e condução semelhantes e, na medida do possível, foram selecionadas plantas parecidas entre si.

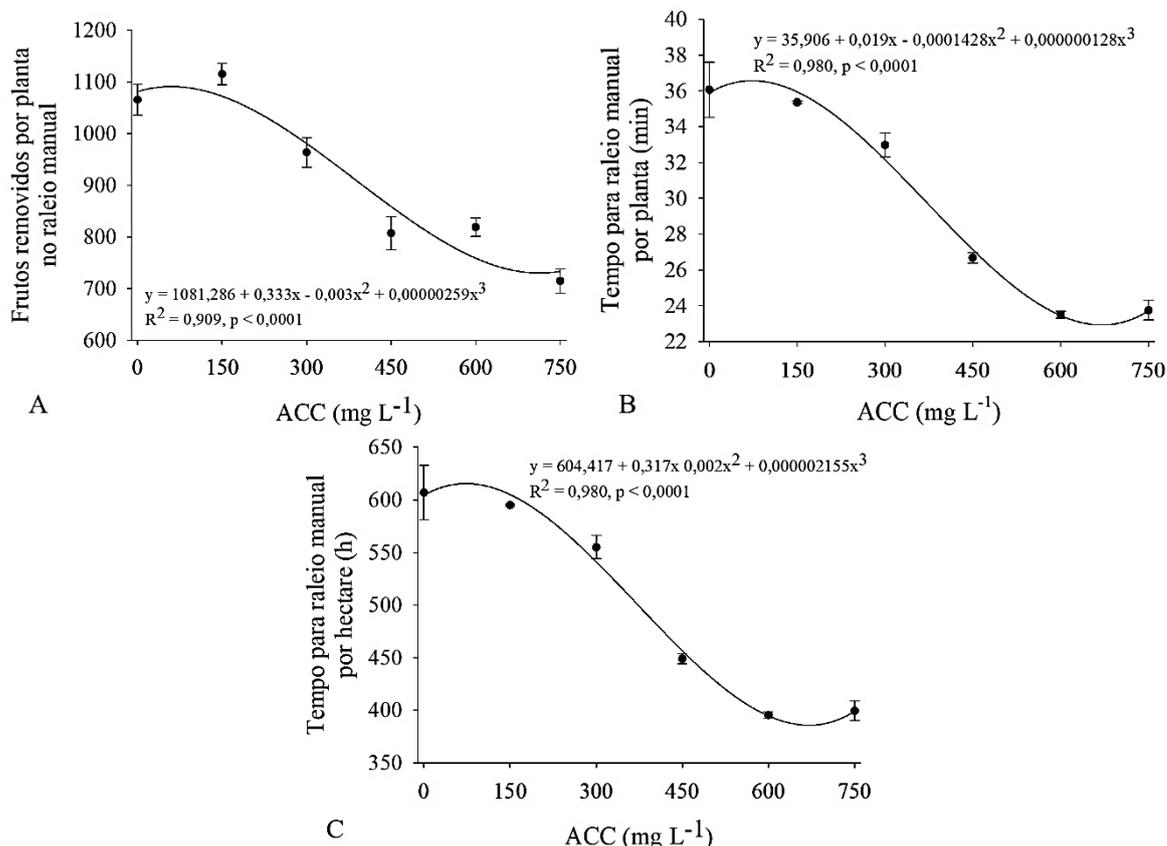


FIGURA 5. Número de frutos removidos (A) e tempo para raleio manual por planta (min, B) e por hectare (h, C) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão.

Ainda, diferenças meteorológicas entre as safras avaliadas podem ter influenciado a eficiência dos raleantes. De acordo com os boletins emitidos pelo Conselho Permanente de Agrometeorologia Aplicada do Estado do Rio Grande do Sul (CopaaerGS), a safra 2022/2023 foi marcada pela presença do fenômeno climático ‘La Niña’, caracterizado por provocar invernos mais rigorosos e chuvas abaixo da média no Sul do Brasil. Na safra 2023/2024, o fenômeno ‘El Niño’ estava presente, provocando um inverno mais ameno e chuvas acima da média na região (Rio Grande do Sul, 2024). Nos Apêndices 2 e 3, estão os dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e precipitação da data de aplicação à data de raleio manual, obtidos da estação meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, de Bento Gonçalves, RS (Brasil, 2024b).

Em ambas as safras, a temperatura média no dia da aplicação foi por volta de 20 °C. Nos dias seguintes, a temperatura média manteve-se por volta de 20 °C em 2022, mas teve uma leve queda em 2023, ficando por volta de 15 °C. Segundo Colli e Purgatto (2019), a produção de etileno aumenta com o incremento da temperatura até um pico por volta de 30 °C e a enzima ACC oxidase é inativada em temperaturas acima de 40 °C. Torres e Asín (2023) não encontraram diferença entre temperaturas de 10, 15 e 20 °C na abscisão de frutos de pessegueiros em condições de ambiente controlado. Em condições de campo, por outro lado, múltiplas interações, bióticas e abióticas, influenciam na fisiologia e no comportamento da planta.

Outro fator que pode influenciar a eficiência do raleante é a cobertura de aplicação. Segundo pesquisadores da empresa detentora do produto comercial, o ACC possui ação local e, por isso, a cobertura de aplicação da calda é importante. O volume de calda pulverizado neste experimento proporcionou uma cobertura adequada, pois as plantas do pomar estavam bem conduzidas e podadas, seu volume de copa não era grande e a presença de novas brotações era baixa. Porém, principalmente em pomares com plantas com grande volume de copa, utilizar um volume de calda maior pode ser benéfico para o produto atingir o alvo e garantir sua eficiência.

A maioria dos trabalhos com ACC em pessegueiros relata, em maior ou menor grau, a ocorrência de efeitos fitotóxicos às plantas causados pela aplicação de ACC, especialmente nas concentrações mais altas (Ceccarelli *et al.*, 2016; Cline *et al.*, 2021; Theron *et al.*, 2020). Os principais sintomas citados incluíram amarelecimento e queda de folhas. No presente estudo, esses sintomas não foram visualizados nos pessegueiros, tanto nas concentrações de ACC testadas quanto no tratamento com etefom. Também não foi constatada exsudação de goma pelas plantas, o que pode ocorrer em frutas de caroço sob condições de estresse.

Cline *et al.* (2021) sugerem que aplicações mais precoces, nos estádios de balão rosado e plena floração, podem reduzir o problema, pois a brotação vegetativa é posterior à floração na espécie. As aplicações neste experimento foram realizadas em plena floração, o que pode ter contribuído para o não aparecimento dos sintomas. Torres e Asín (2023) constataram, em pessegueiros sob condições controladas de cultivo submetidos à aplicação de ACC, que a queda de folhas foi mais acentuada com o incremento da temperatura. Dessa forma, evitar aplicar sob temperaturas elevadas pode colaborar para evitar efeitos fitotóxicos. O mesmo estudo mostrou que ACC pode ser eficiente mesmo sob temperaturas menores que 15 °C, ou seja, aplicações em baixas temperaturas seriam viáveis para o raleio químico.

As aplicações de ACC e etefom afetaram as características produtivas das plantas. Na primeira safra avaliada, apenas ACC 600 mg L<sup>-1</sup> diferiu do tratamento com etefom, com menor número de frutos por planta e maior massa média de fruto (Tabela 6). Tanto diâmetro quanto altura de fruto foram semelhantes, tendo sido, em média 65,00 mm e 64,63 mm, respectivamente. A relação entre altura e diâmetro foi superior no tratamento controle em relação ao etefom. Nota-se que no tratamento controle sem raleio, utilizado como referência, o número de frutos por planta foi numericamente maior que em todos os demais tratamentos, mas o tamanho do fruto, representado por massa média, diâmetro sutural e altura, foi menor.

TABELA 6. Número, massa média (g), altura (mm), diâmetro sutural (mm) e relação altura/diâmetro de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023.

| <b>Tratamento</b>          | <b>Frutos por planta</b> | <b>Massa média de fruto (g)</b> | <b>Altura de fruto (mm)</b> | <b>Diâmetro sutural de fruto (mm)</b> | <b>Relação altura/diâmetro de fruto</b> |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| Controle sem raleio*       | 573,37                   | 76,38                           | 54,96                       | 54,92                                 | 1,00                                    |
| Controle                   | 261,62                   | 120,95                          | 64,39                       | 63,40                                 | 1,02 <sup>(+)</sup>                     |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 272,25                   | 124,12                          | 63,84                       | 63,92                                 | 1,00                                    |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 231,25                   | 122,15                          | 63,81                       | 64,19                                 | 0,99                                    |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 213,75                   | 128,61                          | 64,36                       | 65,65                                 | 0,98                                    |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 172,22 <sup>(-)</sup>    | 141,22 <sup>(+)</sup>           | 67,28                       | 67,91                                 | 0,99                                    |
| Etefom                     | 268,75                   | 119,55                          | 64,10                       | 64,92                                 | 0,99                                    |
| Média                      | 236,64                   | 126,10                          | 64,63                       | 65,00                                 | 1,00                                    |
| C.V. (%)                   | 13,76                    | 5,46                            | 2,86                        | 2,74                                  | 1,18                                    |
| Valor de p                 | 0,0037                   | 0,0046                          | 0,1310                      | 0,0313                                | 0,0137                                  |
| Valor de p ACC**           | 0,0043                   | 0,0052                          | 0,0913                      | 0,0179                                | 0,0104                                  |

\*Apenas referência. \*\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(-)</sup>As médias são inferiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. <sup>(+)</sup>As médias são superiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

Houve uma diminuição no número de frutos por planta com o aumento da concentração de ACC, a partir de 82 mg L<sup>-1</sup>. (Figura 6). Por outro lado, a massa média de fruto, que se manteve estável até 300 mg L<sup>-1</sup>, aumentou a partir desse ponto até 600 mg L<sup>-1</sup>. O diâmetro sutural de fruto também aumentou com o incremento da concentração do raleante. É possível afirmar, portanto, que, apesar da diminuição no número, os frutos colhidos aumentaram seu calibre. Anzanello e Tedesco (2020) chegaram a resultado semelhante, justificando que a menor carga de frutos predispôs a formação de frutos maiores. A altura de fruto não foi influenciada, tendo sido, em média, 64,34 mm. A relação entre altura

e diâmetro de fruto diminuiu até 460 mg L<sup>-1</sup>, mostrando uma tendência de se colher frutos levemente mais achatados, e aumentou desse ponto até 600 mg L<sup>-1</sup>.

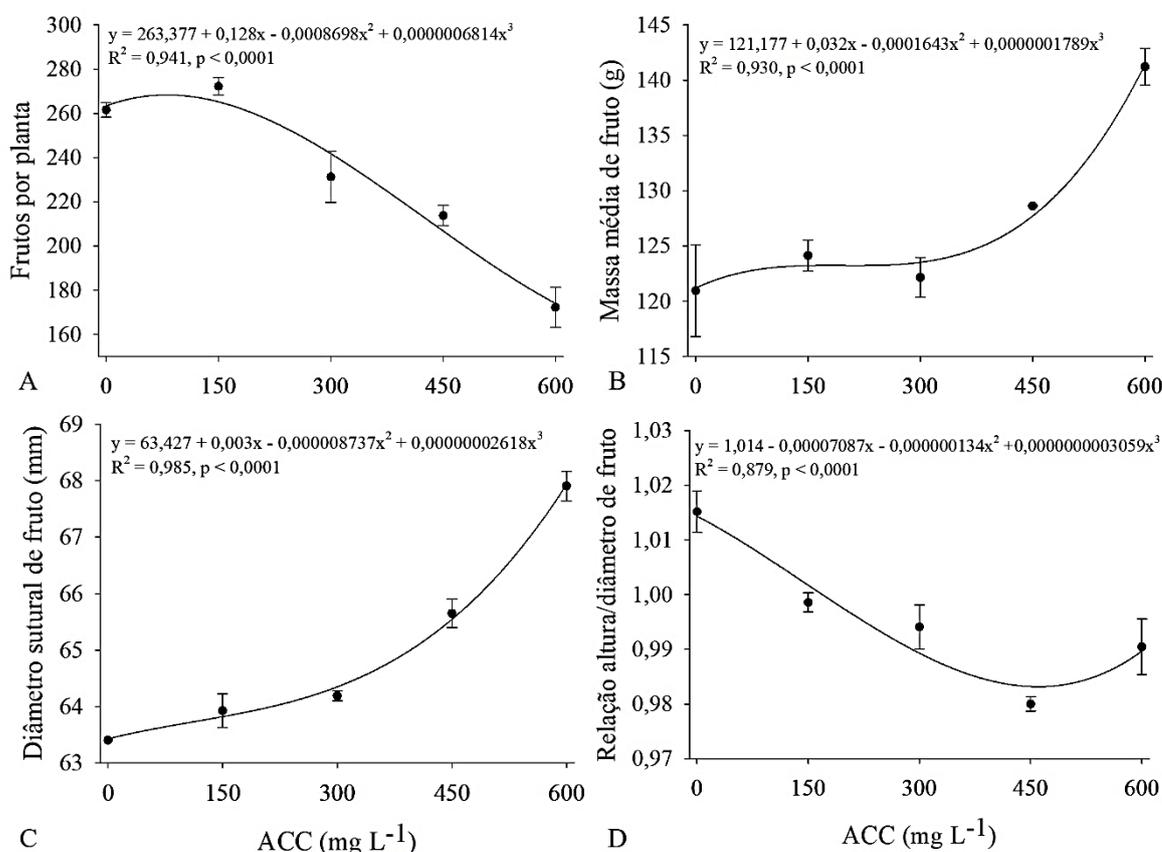


FIGURA 6. Número (A), massa média (g, B), diâmetro sutural (mm, C) e relação altura/diâmetro de frutos (D) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.

Na segunda safra avaliada, o tratamento com etefom não diferiu de nenhuma das concentrações de ACC nas variáveis relacionadas ao número e tamanho de frutos (Tabela 7). As concentrações de ACC também não influenciaram essas respostas. Em média, o número de frutos por planta foi 204,93, a massa média de fruto foi de 125,73 g, diâmetro sutural e altura de fruto foram, respectivamente, 64,06 mm e 64,12 mm e a relação entre altura e diâmetro de fruto foi 1,00.

No ciclo 2022/2023, plantas tratadas com etefom apresentaram produção e produtividade semelhantes a todas as concentrações de ACC, exceto 600 mg L<sup>-1</sup>, que apresentou produção inferior (Tabela 8). A eficiência produtiva não diferiu, tendo sido, em média, 0,46 kg cm<sup>-2</sup> de tronco. Plantas do controle sem raleio apresentaram produção, produtividade e eficiência produtiva numericamente maiores que todos os demais tratamentos.

TABELA 7. Número, massa média (g), altura (mm), diâmetro sutural (mm) e relação altura/diâmetro de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                 | Frutos por planta | Massa média de fruto (g) | Altura de fruto (mm) | Diâmetro sutural de fruto (mm) | Relação altura/diâmetro de fruto |
|----------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Controle                   | 232,13            | 123,57                   | 62,73                | 63,40                          | 0,99                             |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 225,63            | 121,36                   | 64,69                | 63,49                          | 1,02                             |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 222,25            | 125,56                   | 63,94                | 63,49                          | 1,01                             |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 196,25            | 130,41                   | 65,33                | 65,04                          | 1,00                             |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 165,75            | 127,21                   | 63,86                | 63,45                          | 1,01                             |
| ACC 750 mg L <sup>-1</sup> | 190,50            | 128,95                   | 64,74                | 65,20                          | 0,99                             |
| Etefom                     | 202,00            | 123,07                   | 63,57                | 64,36                          | 0,99                             |
| Média                      | 204,93            | 125,73                   | 64,12                | 64,06                          | 1,00                             |
| C.V. (%)                   | 21,38             | 4,27                     | 2,70                 | 2,28                           | 1,67                             |
| Valor de p                 | 0,3775            | 0,2315                   | 0,4533               | 0,3546                         | 0,1415                           |
| Valor de p ACC*            | 0,2821            | 0,2158                   | 0,3890               | 0,2746                         | 0,1952                           |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>.

TABELA 8. Produção por planta (kg), produtividade (t ha<sup>-1</sup>) e eficiência produtiva (kg cm<sup>-2</sup> tronco) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023.

| Tratamento                 | Produção por planta (kg) | Produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) | Eficiência produtiva (kg cm <sup>-2</sup> tronco) |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| Controle sem raleio*       | 44,17                    | 44,61                               | 0,80  |
| Controle                   | 31,70                    | 32,02                               | 0,52  |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 33,69                    | 34,03                               | 0,50  |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 27,94                    | 28,21                               | 0,48  |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 27,47                    | 27,74                               | 0,48  |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 22,64 <sup>(-)</sup>     | 22,87 <sup>(-)</sup>                | 0,34  |
| Etefom                     | 33,77                    | 34,11                               | 0,44  |
| Média                      | 29,54                    | 29,83                               | 0,46  |
| C.V. (%)                   | 13,82                    | 13,82                               | 21,29   |
| Valor de p                 | 0,0103                   | 0,0103                              | 0,1728  |
| Valor de p ACC**           | 0,0154                   | 0,0154                              | 0,1188  |

\*Apenas referência. \*\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(-)</sup>As médias são inferiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

Tanto a produção por planta quanto a produtividade reduziram com o aumento da concentração de ACC no ciclo 2022/2023, a partir de 88 mg L<sup>-1</sup> (Figura 7). A eficiência produtiva não foi influenciada pelas concentrações de ACC.

No segundo ciclo avaliado, produção por planta e produtividade não foram influenciados pelos tratamentos com ACC ou etefom (Tabela 9). As médias foram, respectivamente, 25,74 kg por planta e 25,99 t ha<sup>-1</sup>.

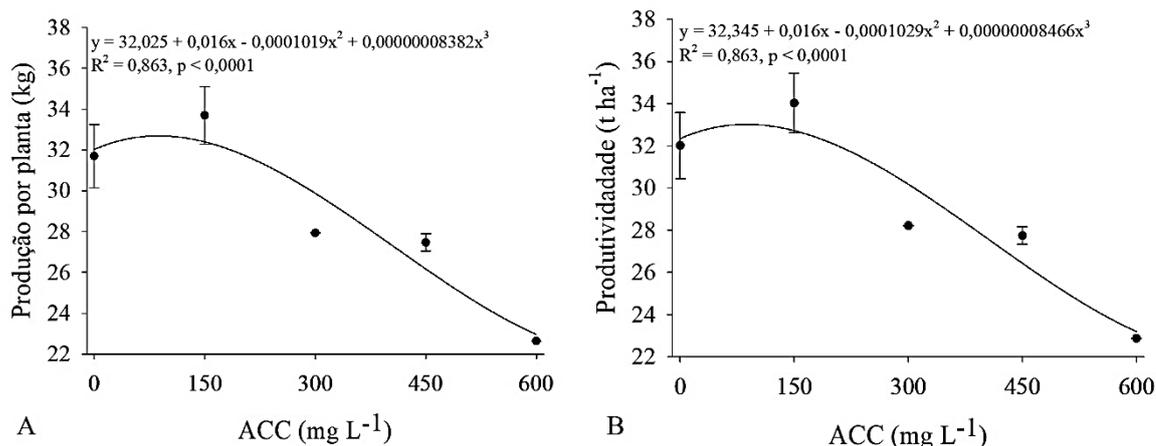


FIGURA 7. Produção por planta (kg, A) e produtividade (t ha<sup>-1</sup>, B) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.

TABELA 9. Produção por planta (kg) e produtividade (t ha<sup>-1</sup>) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                 | Produção por planta (kg) | Produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Controle                   | 28,63                    | 28,92                               |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 27,67                    | 27,95                               |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 27,81                    | 28,09                               |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 25,45                    | 25,70                               |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 21,08                    | 21,29                               |
| ACC 750 mg L <sup>-1</sup> | 24,62                    | 24,86                               |
| Etefom                     | 24,90                    | 25,15                               |
| Média                      | 25,74                    | 25,99                               |
| C.V. (%)                   | 21,28                    | 21,28                               |
| Valor de p                 | 0,5217                   | 0,5217                              |
| Valor de p ACC*            | 0,4206                   | 0,4206                              |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>.

De forma geral, nos trabalhos publicados fora do país, as variáveis produtivas não foram prejudicadas pela aplicação de ACC, tendo sido consideradas comercialmente viáveis, sem reduzir excessivamente a produtividade (Ceccarelli *et al.*, 2016; Cline *et al.*, 2021; Torres; Asín, 2022). Theron *et al.* (2020), por outro lado, relatam que a concentração de 800 mg L<sup>-1</sup> reduziu demasiadamente a produção das plantas.

Conforme observado por Anzanello *et al.* (2020) na região da Serra Gaúcha, a cultivar ‘Chimarrita’ apresentou produção de 37,8 kg por planta, superior à encontrada neste estudo. Apesar de todas as produtividades obtidas neste trabalho serem comercialmente viáveis, a diferença entre o tratamento controle e ACC 600 mg L<sup>-1</sup> na safra 2022/2023 (9,15 t ha<sup>-1</sup>) é considerável, o que pode indicar que o raleio foi excessivo nessa concentração. Esse resultado pode ser reflexo do menor número de frutos por planta que, mesmo com o aumento

no tamanho dos frutos, não compensou em produtividade. Cabe ressaltar que os resultados produtivos são reflexo tanto do raleio químico, aplicado em plena floração, quanto do raleio manual, que influenciou de forma direta a carga de frutos.

Por outro lado, ACC 600 mg L<sup>-1</sup> foi a concentração que mais reduziu a necessidade de raleio manual na primeira safra e uma das que mais reduziu na segunda safra. No momento do raleio manual, observou-se nas plantas, especialmente nas tratadas com as concentrações mais altas, tanto ramos com muitos frutos próximos uns dos outros, que precisaram ser removidos, quanto ramos com poucos ou nenhum fruto. A necessidade de remoção desses frutos e a desuniformidade de raleio na planta podem ter contribuído para a redução na produtividade. No ciclo 2023/2024, as médias de produtividade não diferiram, mas a redução na necessidade de raleio manual foi inferior em relação ao primeiro ciclo.

Como mostrado na Tabela 10, com dados referentes ao ciclo 2023/2024, quando o tempo para raleio manual foi mensurado, todos os tratamentos possibilitaram redução no custo da mão de obra necessária para o raleio manual. Com exceção de 150, 300 e 750 mg L<sup>-1</sup> de ACC, todos tiveram economia de mão de obra superior ao custo de aplicação.

TABELA 10. Estimativas de custo de aplicação, economia de mão de obra para raleio manual, diferença no faturamento e saldo resultante da aplicação de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| <b>Tratamento</b>          | <b>Custo total de aplicação (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(1)</sup></b> | <b>Economia de mão de obra (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(2)</sup></b> | <b>Diferença no faturamento (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(3)</sup></b> | <b>Saldo (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(4)</sup></b> |
|----------------------------|---|--|---|--|
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 898,92  | 200,94   | -3.594,18   | -4.292,16  |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 1.686,42  | 884,34   | -3.091,14   | -3.893,22  |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 2.473,92  | 2.687,02   | -11.947,66  | -11.734,56                                       |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 3.261,42  | 3.597,03   | -28.363,57  | -28.027,96                                       |
| ACC 750 mg L <sup>-1</sup> | 4.048,92  | 3.525,63   | -15.076,19  | -15.599,48                                       |
| Etefom                     | 336,42  | 2.588,59   | -14.010,88  | -11.758,71                                       |

<sup>1</sup>Custos de raleante + espalhante adesivo + aplicação tratorizada + mão de obra para aplicação. <sup>2</sup>Em relação ao tempo necessário para raleio manual no controle e custo com mão de obra de R\$ 17,00 h<sup>-1</sup>. <sup>3</sup>Estimado em relação ao faturamento obtido no controle, conforme a produtividade, e preço de venda de frutos de R\$ 3,72 kg<sup>-1</sup>. <sup>4</sup>Calculado como [(economia de mão de obra + diferença no faturamento) – custo total de aplicação].

Como a massa média de fruto pouco variou entre os tratamentos, o preço médio de venda foi considerado o mesmo para todos. Considerando os valores médios de cada tratamento, a aplicação dos raleantes químicos, associada ao raleio manual, diminuiu a produtividade e reduziu consideravelmente o faturamento esperado, resultando em um saldo negativo para todos os tratamentos. Ou seja, a economia na mão de obra e a diferença no

faturamento esperado não compensaram financeiramente a aplicação. Mais detalhes da análise econômica podem ser encontrados no Apêndice 5.

Considerando isso, a concentração de 450 mg L<sup>-1</sup> pode ser a mais indicada para futuros testes, pois reduziu a necessidade de raleio manual, compensando o custo de aplicação, sem reduzir a produtividade tanto quanto nas concentrações mais altas. A aplicação de etefom 300 mg L<sup>-1</sup> também pode ser indicada para futuros testes, por ter reduzido a demanda por raleio manual sem reduzir demasiadamente a produtividade.

Ajustes na aplicação podem ser testados a fim de evitar o raleio excessivo, como direcionar a aplicação a áreas da copa com maior densidade floral, o que normalmente ocorre nas porções mediana e superior. Considerando que a tática mais usual de raleio manual é manter um espaçamento padrão entre os frutos (Pereira; Raseira, 2014), ajustes na prática também podem ser testados, como a manutenção de frutos mais próximos uns dos outros. Como o raleio químico em plena floração é realizado de forma precoce, as reservas e a energia produzidas pela planta podem estar prontamente disponíveis aos frutos remanescentes (Reighard; Byers, 2005), o que pode compensar sua maior proximidade e não prejudicar o calibre final. Ademais, os frutos do pessegueiro podem receber assimilados de outras partes da planta, não somente de folhas vizinhas (Marini; Sowers, 1994).

As variáveis qualitativas dos frutos também foram influenciadas pela aplicação dos raleantes. No primeiro ciclo, o teor de sólidos solúveis foi superior em ACC 600 mg L<sup>-1</sup> em relação ao etefom (Tabela 11). A acidez titulável foi maior no raleio manual e a firmeza de polpa foi superior em ACC 300 mg L<sup>-1</sup>, comparadas ao etefom. A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) foi semelhante às concentrações de ACC, com média de 15,74. Numericamente, plantas submetidas ao raleio, apenas manual ou químico e manual, apresentaram frutos com teor de sólidos solúveis e relação SS/AT superiores aos frutos de plantas não raleadas (controle sem raleio). A firmeza de polpa e a acidez titulável, por outro lado, foram menores.

Com o incremento da concentração de ACC, o teor de sólidos solúveis apresentou comportamento quadrático, com mínimo em 193 mg L<sup>-1</sup> de ACC, aumentado após esse ponto (Figura 8). A acidez titulável diminuiu até cerca de 250 mg L<sup>-1</sup>, estabilizou e voltou a diminuir após 450 mg L<sup>-1</sup>. A relação SS/AT aumentou com o incremento da concentração de ACC. A firmeza de polpa aumentou até 250 mg L<sup>-1</sup>, passando a reduzir posteriormente. Esses resultados podem ser reflexo da menor carga de frutos nas plantas. Segundo Anzanello e Tedesco (2020), a carga de frutos afeta as características físico-químicas dos frutos e uma menor carga concentra os açúcares nos frutos remanescentes.

TABELA 11. Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e firmeza de polpa (N) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023.

| Tratamento                 | Teor de sólidos solúveis (°Brix) | Acidez titulável (%) | Relação SS/AT | Firmeza de polpa (N)  |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------|
| Controle sem raleio*       | 7,65                             | 0,76                 | 10,17         | 134,29                |
| Controle                   | 8,85                             | 0,68 <sup>(+)</sup>  | 13,10         | 77,55                 |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 8,55                             | 0,59                 | 15,59         | 96,28                 |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 8,75                             | 0,60                 | 14,76         | 102,11 <sup>(+)</sup> |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 9,00                             | 0,56                 | 16,34         | 90,44                 |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 9,94 <sup>(+)</sup>              | 0,53                 | 18,99         | 79,60                 |
| Etefom                     | 8,65                             | 0,56                 | 15,66         | 75,41                 |
| Média                      | 8,96                             | 0,59                 | 15,74         | 86,90                 |
| C.V. (%)                   | 5,60                             | 7,60                 | 10,86         | 12,43                 |
| Valor de p                 | 0,0153                           | 0,0043               | 0,0042        | 0,0145                |
| Valor de p ACC**           | 0,0120                           | 0,0031               | 0,0022        | 0,0246                |

\*Apenas referência. \*\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(+)</sup>As médias são superiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

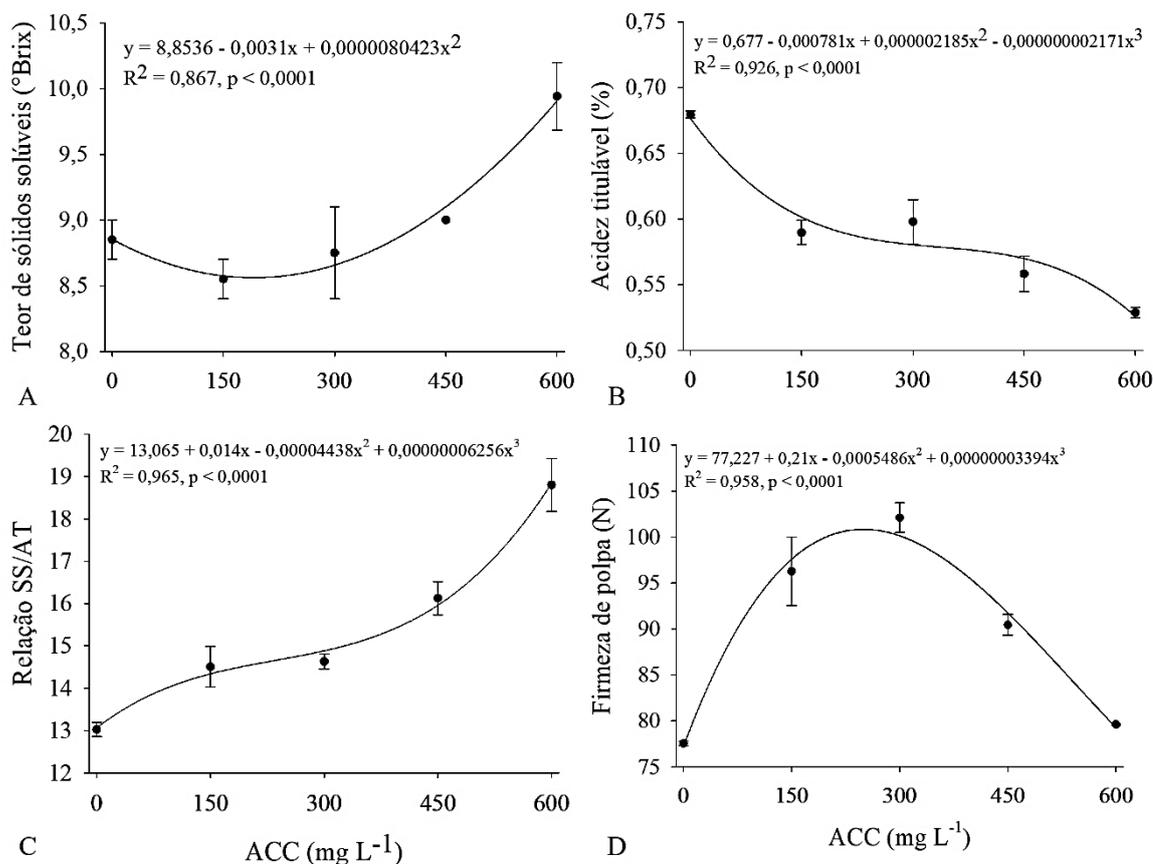


FIGURA 8. Teor de sólidos solúveis (°Brix, A), acidez titulável (%), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT, C) e firmeza de polpa (N, D) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2022/2023. As barras de erro representam o desvio padrão.

No ciclo 2023/2024, o teor de sólidos solúveis de ACC 600 mg L<sup>-1</sup> foi superior ao etefom (Tabela 12). Acidez titulável, relação SS/AT e firmeza de polpa não variaram, tendo sido, em média, 0,70%, 12,07 e 47,35 N, respectivamente. Apenas o teor de sólidos solúveis foi influenciado pelas concentrações de ACC (Figura 9). O teor reduziu até 180 mg L<sup>-1</sup>, passou a aumentar até 623 mg L<sup>-1</sup> e voltou a reduzir até 750 mg L<sup>-1</sup>.

TABELA 12. Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e firmeza de polpa (N) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                 | Teor de sólidos solúveis (°Brix) | Acidez titulável (%) | Relação SS/AT | Firmeza de polpa (N) |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------|----------------------|
| Controle                   | 8,45                             | 0,69                 | 12,46         | 47,18                |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 7,87                             | 0,72                 | 10,97         | 39,78                |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 8,35                             | 0,68                 | 12,46         | 46,67                |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 8,12                             | 0,75                 | 10,95         | 45,01                |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 8,93 <sup>(+)</sup>              | 0,68                 | 13,20         | 50,32                |
| ACC 750 mg L <sup>-1</sup> | 8,45                             | 0,68                 | 12,50         | 53,64                |
| Etefom                     | 8,27                             | 0,71                 | 11,92         | 48,87                |
| Média                      | 8,35                             | 0,70                 | 12,07         | 47,35                |
| C.V. (%)                   | 2,91                             | 10,97                | 12,84         | 25,21                |
| Valor de p                 | 0,0005                           | 0,8293               | 0,3580        | 0,7761               |
| Valor de p ACC*            | 0,0003                           | 0,7180               | 0,2669        | 0,5265               |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>(+)</sup>As médias são superiores ao tratamento etefom pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

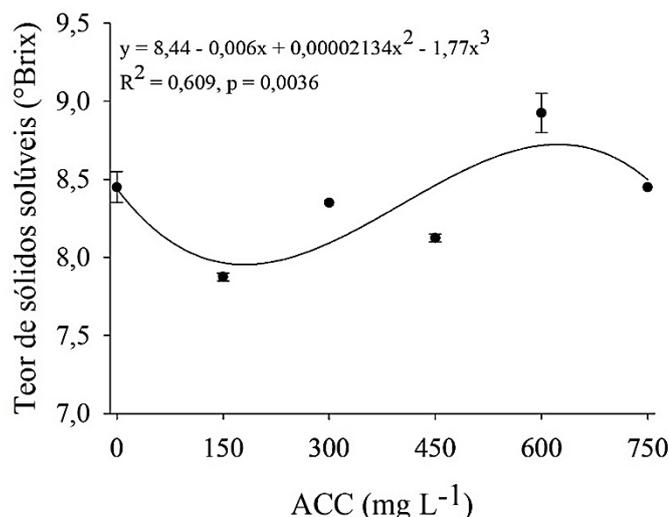


FIGURA 9. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão.

Tanto o teor de sólidos solúveis quanto a acidez titulável se mostraram inferiores ao observado para a cultivar na região da Serra Gaúcha (11,7 °Brix e 0,75%, respectivamente), conforme estudo de Anzanello *et al.* (2020). Uma relação SS/AT por volta de 11,4 é indicativa de bom sabor para pêssegos (Argenta *et al.*, 2004). Neste estudo, os valores encontrados estão próximos ou até mesmo superiores a esse. Aliado a isso, o incremento no conteúdo de açúcares e a diminuição na acidez, observadas nas avaliações do primeiro ciclo deste estudo, podem resultar em uma percepção de sabor mais doce, o que pode ser um ponto positivo, pois o mercado consumidor brasileiro prefere frutos mais doces (Dini *et al.*, 2021).

Atributos relacionados à coloração da epiderme dos frutos foram avaliados no ciclo 2023/2024 (Tabela 13). Nenhuma das variáveis relacionadas foi influenciada pelas aplicações dos raleantes químicos. Em média, L\* foi 72,07, a\* foi -9,55, b\* foi 37,04, a cromaticidade foi 38,27 e o ângulo de cor foi de 104,43 °h. Torres e Asín (2022) relataram que a aplicação de ACC em frutos de 20 mm resultou em maior coloração vermelha nos frutos na colheita, diferente do observado neste estudo.

TABELA 13. Luminosidade (L\*), coordenadas a\* e b\*, cromaticidade e ângulo de cor (°h) de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| <b>Tratamento</b>          | <b>L*</b> | <b>a*</b> | <b>b*</b> | <b>Cromaticidade</b> | <b>Ângulo de cor (°h)</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---------------------------|
| Controle                   | 72,16     | -9,84     | 37,44     | 38,74                | 104,70                    |
| ACC 150 mg.L <sup>-1</sup> | 71,82     | -8,85     | 36,64     | 37,70                | 103,58                    |
| ACC 300 mg.L <sup>-1</sup> | 72,13     | -9,19     | 36,96     | 38,10                | 103,96                    |
| ACC 450 mg.L <sup>-1</sup> | 71,48     | -9,91     | 37,38     | 38,67                | 104,84                    |
| ACC 600 mg.L <sup>-1</sup> | 72,29     | -9,45     | 36,39     | 37,62                | 104,53                    |
| ACC 750 mg.L <sup>-1</sup> | 72,84     | -9,63     | 37,26     | 38,53                | 104,42                    |
| Etefom                     | 71,78     | -9,97     | 37,20     | 38,52                | 104,99                    |
| Média                      | 72,07     | -9,55     | 37,04     | 38,27                | 104,43                    |
| C.V. (%)                   | 1,60      | 15,69     | 1,69      | 2,19                 | 1,98                      |
| Valor de p                 | 0,7430    | 0,9264    | 0,2086    | 0,3360               | 0,9585                    |
| Valor de p ACC*            | 0,7254    | 0,9142    | 0,1549    | 0,2734               | 0,9519                    |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>.

Nos trabalhos conduzidos fora do Brasil citados anteriormente, a qualidade dos frutos, de forma geral, não foi influenciada pela aplicação de ACC. Neste estudo, as diferenças observadas nas variáveis qualitativas entre as safras podem ser atribuídas às variações meteorológicas entre os dois ciclos estudados. Foram coletados frutos no ponto de maturação comercial, conforme o padrão do produtor (frutos com coloração de fundo levemente amarelada), para as análises pós-colheita.

O retorno de floração dos pessegueiros na safra 2023/2024 foi semelhante entre todos os tratamentos, tendo sido, em média, de 0,70 flores  $\text{cm}^{-1}$  de ramo (Tabela 14). Plantas do controle sem raleio, mesmo não tendo recebido redução na sua carga natural de frutos, apresentaram média numericamente semelhante das plantas raleadas. Segundo Costa *et al.* (2018), frutos e flores em desenvolvimento podem afetar a indução floral para a safra seguinte. Quando abundantes, podem inibi-la e causar a formação de poucas flores, prejudicando a produtividade, e, quando em poucas quantidades, tendem a causar o efeito contrário. Neste estudo, porém, mesmo com a abscisão precoce de flores, não houve mudanças significativas no retorno de floração.

TABELA 14. Retorno de floração (flores  $\text{cm}^{-1}$  ramo) de pessegueiros ‘Chimarrita’ submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao tratamento etefom. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| <b>Tratamento</b>          | <b>Retorno de floração (flores <math>\text{cm}^{-1}</math> ramo)</b> |
|----------------------------|--|
| Controle sem raleio*       | 0,69   |
| Controle                   | 0,72   |
| ACC 150 $\text{mg.L}^{-1}$ | 0,64   |
| ACC 300 $\text{mg.L}^{-1}$ | 0,70   |
| ACC 450 $\text{mg.L}^{-1}$ | 0,76   |
| ACC 600 $\text{mg.L}^{-1}$ | 0,69   |
| Etefom                     | 0,68   |
| Média                      | 0,70   |
| C.V. (%)                   | 11,49  |
| Valor de p                 | 0,4712   |
| Valor de p ACC**           | 0,3823   |

\*Apenas referência. \*\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0  $\text{mg L}^{-1}$ .

Por fim, o ACC mostrou-se efetivo na redução do raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’, reduzindo a frutificação efetiva e a necessidade de raleio manual, além de não ter causado efeitos fitotóxicos às plantas. Porém, associado ao raleio manual, também acabou reduzindo a produtividade na primeira safra. Apesar das produções terem sido comercialmente viáveis, ajustes na aplicação e/ou no raleio manual podem ser testados para evitar esse problema. A qualidade dos frutos, de forma geral, não foi prejudicada. No primeiro ciclo, foi até mesmo incrementada, pelo aumento na relação SS/AT.

Considerando os resultados, a concentração de 450  $\text{mg L}^{-1}$  pode ser a mais indicada para a cultivar para futuros testes, por ter reduzido a necessidade de raleio manual sem reduzir demasiadamente a produtividade. O etefom 300  $\text{mg L}^{-1}$  também pode ser considerado uma opção viável para a cultivar, pois reduziu a demanda por raleio manual sem reduzir a

produtividade. Apesar de promissor, mais estudos são necessários para viabilizar a aplicação de ACC nas condições da Serra Gaúcha.

### 3.4 Conclusões

A aplicação de ACC a partir de 300 mg L<sup>-1</sup> reduz a frutificação efetiva e a necessidade de raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’ na Serra Gaúcha.

A aplicação de ACC, associada ao raleio manual, pode afetar a produção de pessegueiros ‘Chimarrita’ na Serra Gaúcha.

A aplicação de ACC, associada ao raleio manual, não prejudica a qualidade de frutos de pessegueiros ‘Chimarrita’ na Serra Gaúcha.

### 3.5 Referências

ADAMS, D. O.; YANG, S. F. Ethylene biosynthesis: Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 76, n. 1, p. 170–174, 1979.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANZANELLO, R.; MENIN, R. P.; FOGAÇA, C. M.; JUNGES, A. H.; SARTORI, G. B. D. **Cultivares potenciais de pessegueiro, ameixeira, pereira, kiwizeiro e amoreira-preta para a região da Encosta Superior da Serra do Nordeste**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2020. 36 p. (Circular: divulgação técnica, n. 2).

ANZANELLO, R.; TEDESCO, A. Ethephon no raleio químico de frutos de pessegueiro cultivar Chimarrita. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 1, p. 66–71, 2020.

ARGENTA, L. C., FLORES-CANTILLANO, F.; BECKER, W. F. Tecnologias pós-colheita em fruteiras e caroço. In: MONTEIRO, L. B.; MAY-DE MIO, L. L.; SERRAT, B. M.; CUQUEL, F. L. (Ed.). **Fruteiras de Caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 333-362.

BERNARDI, J.; HOFFMANN, A. **Sistema de Produção de Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha: Condução, poda e raleio**. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegoDeMesaRegiaoSerraGaucha/conducao.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – UVA E VINHO. **Agrometeorologia** – Bento Gonçalves/RS. 2024a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/bento-goncalves>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PAM - Produção Agrícola Municipal: Tabelas** - 2022. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Mapa de estações**. 2024b. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001/>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais#>>. Acesso em: 12 maio 2022.

CECCARELLI, A.; VIDONI, S.; ROCCHI, L.; TAIOLI, M; COSTA, G. Are ABA and ACC suitable thinning agents for peach and nectarine? **Acta Horticulturae**, n. 1138, p. 69–74, 2016.

CLINE, J. A.; BAKKER, C. J.; BENEFF, A. Thinning response of ‘Redhaven’ peaches to 1-aminocyclopropane carboxylic acid (ACC). **Canadian Journal of Plant Science**, v. 101, n. 1, p. 17–29, 2021.

COLLI, S.; PURGATTO, E. Etileno. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. Cap. 13. p. 253-274.

CONNORS, C. H. Growth of fruits of peach. **New Jersey Agric. Exp. Stn Annu. Rep.**, v. 40, n. 82-88, 1919.

COSTA, G.; BOTTON, A. Thinning in peach: Past, present and future of an indispensable practice. **Scientia Horticulturae**, v. 296, p. 110895, 2022.

COSTA, G.; BOTTON, A.; VIZZOTTO, G. Fruit Thinning: Advances and Trends. In: WARRINGTON, I. (ed.). **Horticultural Reviews: Volume 46**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. Cap. 4. p. 185-226.

DINI, M.; RASEIRA, M. C. B.; VALENTINI, G. H.; ZOPPOLO, R. Duraznero: situación actual en Uruguay, Brasil y Argentina. **Agrociencia Uruguay**, v. 25, n. NE1, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAOSTAT: Crops and livestock products**. 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

FLORES, C. A. F. (Org.); PÖTTER, R. O.; FASOLO, P. J.; HASENACK, H.; WEBER, E. **Levantamento semidetalhado de solos: Região da Serra Gaúcha – Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. C. B. Origem e história do pessegueiro. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 1. p. 19-24.

FREIRE, J. M.; PROTAS, J. F. S. **Sistema de Produção de Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha: Custos e rentabilidade**. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/tabcust.htm#anexo4>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

GREENE, D.; COSTA, G. Fruit Thinning in Pome- and Stone-Fruit: State of the Art. **Acta Horticulturae**, n. 998, p. 93–102, 2013.

INPIXION. **SigmaPlot for Graphing and Data Visualization**. 2022. Disponível em: <<https://systatsoftware.com/sigmaplot/>>. Acesso em: 18 maio 2022.

MARINI, R. P.; SOWERS, D. L. Peach Fruit Weight is Influenced by Crop Density and Fruiting Shoot Length but not Position on the Shoot. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 2, p. 180–184, 1994.

NAVA, G. A.; MARODIN, G. A. B.; SANTOS, R. P. Reprodução do pessegueiro: efeito genético, ambiental e de manejo das plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1218–1233, 2009.

PEREIRA, J. F. M.; RASEIRA, A. Raleio. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 13. p. 309-328.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 141 p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 12 maio 2022.

REIGHARD, G. L.; BYERS, R. E. Peach thinning. In: HORTON, D. R.; JOHNSON, D. (eds.). **Southeastern peach growers' handbook**. Athens: The Univ. Georgia, 2005. p. 85-90.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO. **Agrometeorologia: Boletim Copaaergs**. 2024. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. (Orgs.). **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

THERON, K.I.; STEENKAMP, H.; SCHOLTZ, A.; REYNOLDS, J. S.; STEYN, W. J. The efficacy of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in thinning 'Keisie' peaches. **Acta Horticulturae**, n. 1295, p. 33–40, 2020.

TONUTTI, P.; CASSON, P.; RAMINA, A. Ethylene Biosynthesis during Peach Fruit Development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 116, n. 2, p. 274–279, 1991.

TORRES, E.; ASÍN, L. Endogenous ethylene production and fruit quality in peaches in response to ethephon and ACC as chemical thinners. **Acta Horticulturae**, n. 1344, p. 29–36, 2022.

TORRES, E.; ASÍN, L. Physiological Study of Ethephon- and ACC-Induced Fruitlet and Leaf Abscission in Peach Trees Under Different Conditions of Temperature. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 42, n. 7, p. 4253–4262, 2023.

WREGGE, M. S.; HERTER, F. G.; FRITZONS, E. Regiões com similaridade de horas de frio no outono-inverno no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, n. 12, p. 108-121, jan.-jun. 2016.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

## **4 CAPÍTULO 2**

**Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de ameixeiras 'Reubennel' na Serra Gaúcha**

## RESUMO

Sob condições favoráveis, a ameixeira japonesa frutifica de forma abundante, o que gera uma demanda elevada de mão de obra para raleio de frutos. Alternativa ao raleio manual, o raleio químico na cultura ainda é pouco estudado e confiável, mas raleantes promissores têm surgido nos últimos anos. O objetivo do trabalho foi avaliar o ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual, produção e qualidade de frutos de ameixeiras 'Reubennel' na Serra Gaúcha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os tratamentos foram: controle (raleio manual); ACC 150, 300 e 600 mg L<sup>-1</sup>; ACC 300 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (ACC 300 + GA<sub>3</sub>); etefom 430 mg L<sup>-1</sup>; e etefom 430 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (etefom + GA<sub>3</sub>). O GA<sub>3</sub> foi incluído para prevenir amarelecimento ou queda de folhas causados pelos raleantes químicos. Os raleantes químicos foram aplicados quando os frutos estavam com cerca de 15 mm de diâmetro. Foram avaliadas variáveis relacionadas a abscisão de frutos, necessidade de raleio manual, produção e qualidade de frutos. ACC 300, ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom apresentaram abscisão de frutos superior ao controle. ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom + GA<sub>3</sub> tiveram necessidade de raleio manual, número de frutos e produção por planta inferiores ao controle. Com o incremento da concentração de ACC, houve aumento da abscisão de frutos até 482 mg L<sup>-1</sup> e diminuição da necessidade de raleio manual. Associada ao raleio manual, a aplicação de ACC aumentou a carga de frutos até 385 mg L<sup>-1</sup> e a produção até 356 mg L<sup>-1</sup>, com quedas posteriores. A qualidade dos frutos não foi afetada pelas aplicações. Não foram observados efeitos fitotóxicos nas plantas. Apesar de promissora, a aplicação de ACC em ameixeiras 'Reubennel' na Serra Gaúcha necessita mais estudos para tornar-se viável.

## ABSTRACT

Under favorable conditions, Japanese plum tree bears fruits abundantly, which generates a high demand for labor to fruit thinning. An alternative to manual thinning, chemical thinning in this crop is still poorly studied and reliable, but promising thinners have emerged in recent years. The objective of the work was to evaluate 1-aminocyclopropane 1-carboxylic acid (ACC) in reducing manual thinning, production and fruit quality of 'Reubennel' plum trees in Serra Gaúcha. The experimental design was in randomized blocks. The treatments were: control (manual thinning); ACC 150, 300 and 600 mg L<sup>-1</sup>; ACC 300 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (ACC 300 + GA<sub>3</sub>); ethephon 430 mg L<sup>-1</sup>; and ethephon 430 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> (ethephon + GA<sub>3</sub>). GA<sub>3</sub> was included to prevent leaf yellowing or leaf drop caused by the chemical thinners. Chemical thinners were applied when the fruits were approximately 15 mm in diameter. Variables related to fruit abscission, need for manual thinning, fruit production and fruit quality were evaluated. ACC 300, ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> and ethephon showed higher fruit abscission than the control. ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> and ethephon + GA<sub>3</sub> had lower manual thinning requirement, number of fruits and production per plant compared to the control. With the increase in ACC concentration, there was an increase in fruit abscission up to 482 mg L<sup>-1</sup> and a decrease in the need for manual thinning. Associated with manual thinning, the application of ACC increased fruit load up to 385 mg L<sup>-1</sup> and production up to 356 mg L<sup>-1</sup>, with subsequent declines. Fruit quality was not affected by the applications. No phytotoxic effects were observed on plants. Although promising, application of ACC on 'Reubennel' plum trees in Serra Gaúcha requires further studies to become viable.

## 4.1 Introdução

Fruteira de clima temperado e pertencente à família botânica Rosaceae, a ameixeira japonesa (*Prunus salicina* Lindl.) é uma fruteira de caroço que tem como centro de origem e domesticação a China. Seu cultivo no Brasil é antigo, mas não se sabe ao certo quando foi introduzida no país (Castro *et al.*, 2008; Topp *et al.*, 2011). Atualmente, o número de produtores é pequeno, pois a cultura apresenta algumas dificuldades em seu sistema produtivo, como problemas de polinização, poucos produtos com registro para a cultura, a ocorrência da doença escaldadura das folhas (*Xylella fastidiosa*), adversidades climáticas e a necessidade de mão de obra especializada (Souza, 2021).

Segundo o Censo Agropecuário de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a área colhida de ameixas no Brasil foi de 3.837 hectares, com produção de 45.614 toneladas e valor de produção de 70,23 milhões de reais. A produção concentrou-se nas regiões Sul e Sudeste e o estado que mais produziu foi o Rio Grande do Sul, com 21.094 toneladas em 1.623 hectares colhidos e 31,50 milhões de reais de valor de produção (Brasil, 2017). Conforme o Censo Anual de Frutícolas de 2023 da Emater/RS-ASCAR (dados não publicados), a produção de ameixas na região de Caxias do Sul (RS) foi de 29.916 toneladas em 1.729 hectares sob posse de 947 produtores. Comparadas aos dados do IBGE, as informações mais atuais podem indicar um aumento na área cultivada no estado.

Dentre as frutas frescas, a ameixa é uma das mais importadas pelo Brasil. Na média dos últimos cinco anos (2018-2022), foram importadas 26.673 toneladas por ano, com um valor de US\$ 31.388.873,00, originadas principalmente de Espanha, Chile, Argentina e Portugal. Em 2022, foi a terceira fruta fresca mais importada pelo país, com 34.464 toneladas e valor de US\$ 39.325.820,00 (Brasil, 2023).

A ameixeira japonesa apresenta um grande potencial de produção de flores, e condições favoráveis favorecem uma frutificação elevada. No entanto, é necessário remover os frutos em excesso para garantir a qualidade da produção e promover o retorno da floração para a safra seguinte (Souza *et al.*, 2021). Apesar de dispendioso, o raleio aumenta o valor da produção, pois incrementa o tamanho, a qualidade e a aparência dos frutos (Costa *et al.*, 2018). Devido à competição entre todos os frutos no seu desenvolvimento inicial, quanto mais cedo o raleio for realizado, melhores podem ser os resultados (Reighard; Byers, 2005).

Porém, problemas de polinização e frutificação e condições meteorológicas adversas, como geadas tardias, podem afetar a cultura da ameixeira. Por isso, o recomendado é realizar o raleio após a frutificação ter sido definida (Souza *et al.*, 2021). O método mais usual é o

raleio manual e a necessidade de mão de obra pode variar de 50 a 100 dias-homem para ralear um hectare de ameixeiras (Petri *et al.*, 2016). Como alternativa para reduzir a necessidade de mão de obra, há o raleio químico, método que permite realizar o manejo em um curto período e apresenta o melhor custo-benefício, mas sua confiabilidade em frutas de caroço ainda é baixa. Compostos cáusticos e de ação hormonal foram testados, mas sem resultados consistentes (Greene; Costa, 2013).

Um novo composto, baseado em ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC), vem sendo testado recentemente em pessegueiro e ameixeira em vários países, tendo mostrado resultados promissores, apesar de não eliminar completamente a necessidade de raleio manual. Além disso, não deixa resíduos no momento da colheita, devido ao metabolismo da planta (Costa; Botton, 2022). ACC é o precursor imediato do hormônio vegetal etileno, sendo produzido a partir do aminoácido metionina (Adams; Yang, 1979). Entre outras funções, o etileno atua nos processos de abscisão na planta, induzindo enzimas degradadoras da parede celular, formando uma camada de separação e provocando a queda de órgãos como flores e folhas (Taiz *et al.*, 2017).

Em alguns estudos realizados fora do Brasil em pessegueiros, foram relatados amarelecimento e queda de folhas associados a aplicações de ACC, especialmente em altas concentrações (Ceccarelli *et al.*, 2016; Cline *et al.*, 2021; Theron *et al.*, 2020). A queda de folhas em pessegueiros cultivados em condições controladas foi mais intensa com o incremento da temperatura após a aplicação de ACC (Torres; Asín, 2023). A abscisão foliar está relacionada ao balanço entre auxina e etileno e é induzida quando os níveis do último se sobrepõem (Taiz *et al.*, 2017). Além disso, ainda segundo os autores, as formas ativas de giberelinas diminuem na folha à medida que envelhecem, sendo consideradas hormônios repressores da senescência. Young e Edgerton (1979) relataram que a adição de GA<sub>3</sub> reduziu os efeitos fitotóxicos da aplicação de etefom em pessegueiros.

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o ACC na redução do raleio manual, na produção e na qualidade de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ na Serra Gaúcha.

## **4.2 Material e métodos**

### **4.2.1 Local do experimento**

O experimento foi realizado em um pomar comercial localizado no distrito de Fazenda Souza, município de Caxias do Sul, RS (29° 08' S, 51° 00' O, 794 m de altitude).

Foram selecionadas plantas da cultivar autofértil ‘Reubennel’, enxertada em porta-enxerto ‘A9’ com filtro, utilizada como polinizadora de ‘Fortune’ no pomar trabalhado, com oito anos de idade. O espaçamento era de 4 m entre linhas e 1,5 m entre plantas, com as linhas de plantio dispostas no sentido NNE-SSO. As plantas estavam conduzidas no sistema líder central, com cerca de 5 m de altura. O pomar estava coberto com tela antigranizo cristal, com 7% de sombreamento, e possuía sistema aintigeada por aspersão e sistema de irrigação por gotejamento.

O solo da região é um Nitossolo Háptico (Brasil, 2021). O clima da região, segundo o critério de Köppen, é classificado como Cfb: subtropical úmido, oceânico, sem estação seca e com verão temperado (Alvares *et al.*, 2013). De acordo com dados da Normal Climatológica do Brasil 1991-2020, com informações da estação meteorológica de Caxias do Sul, RS, a temperatura média anual é de 17,1 °C. Julho é o mês mais frio, com temperatura média de 12,3 °C, e janeiro o mais quente, com temperatura média de 21,5 °C. A precipitação acumulada durante o ano é de cerca de 1.800 mm. As chuvas são bem distribuídas, com outubro sendo o mês mais chuvoso, com 192,3 mm, e março o menos chuvoso, com 121,4 mm (Brasil, 2022).

O número de horas de frio com temperatura < 7,2 °C acumuladas entre maio e setembro na região varia de 300 a 500. No município de Caxias do Sul, o acumulado médio é de 463 horas de frio (Wrege *et al.*, 2016). Conforme dados do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Epagri/Ciram), o acúmulo médio de horas de frio no município nos últimos quatro anos foi de 514 horas de frio. Em 2023, o acúmulo de frio foi de 375 horas de frio (Santa Catarina, 2024). O acúmulo mensal de horas de frio do ano de 2023 pode ser consultado no Apêndice 1.

#### **4.2.2 Delineamento experimental e procedimentos**

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 7 tratamentos e 4 repetições. Cada unidade experimental foi composta por 3 plantas, sendo tratada e avaliada a planta central. O experimento foi conduzido na safra 2023/2024 e os tratamentos aplicados estão detalhados na Tabela 1. Os demais manejos do pomar foram realizados conforme o padrão do proprietário.

Os tratamentos foram aplicados nas plantas quando os frutos estavam com diâmetro médio de 15 mm, cerca de 40 dias após a plena floração (DAPF), em 03/10/2023. As plantas

do tratamento controle não receberam nenhuma aplicação e foram submetidas apenas ao raleio manual de frutos. O ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) foi adicionado a dois tratamentos com o objetivo de evitar amarelecimento e queda de folhas. O GA<sub>3</sub>, quando presente, foi misturado aos raleantes na calda de aplicação.

TABELA 1. Tratamentos aplicados no experimento.

| <b>Tratamento</b>                        | <b>Raleante</b>          | <b>Concentração (mg L<sup>-1</sup>)</b> |
|--|--------------------------|---|
| Controle                                 | -                        | 0                                       |
| ACC <sup>(1)</sup> 150                   | ACC                      | 150                                     |
| ACC 300                                  | ACC                      | 300                                     |
| ACC 600                                  | ACC                      | 600                                     |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> <sup>(2)</sup> | ACC + GA <sub>3</sub>    | 300 + 100                               |
| Etefom                                   | Etefom                   | 430                                     |
| Etefom + GA <sub>3</sub>                 | Etefom + GA <sub>3</sub> | 430 + 100                               |

<sup>1</sup>Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico. <sup>2</sup>Ácido giberélico.

O produto comercial Accede<sup>®</sup> (Sumitomo Chemical Latin America) foi a fonte de ACC, contendo 40% do ingrediente ativo. O etefom, utilizado para comparação, como tratamento padrão, foi obtido a partir do produto comercial Ethrel<sup>®</sup> (Bayer S.A.), que possui 24% (240 g L<sup>-1</sup>) do ingrediente ativo. A fonte de GA<sub>3</sub> foi o produto comercial ProGibb<sup>®</sup>, com 40% do ingrediente ativo. Aos tratamentos com raleante, foi adicionado o espalhante adesivo Silwet AG<sup>®</sup> (Momentive Performance Materials), composto de copolímero de poliéter e silicone, na concentração de 0,05%. O volume de calda aplicado foi 1000 L ha<sup>-1</sup> (cerca de 0,6 L pl<sup>-1</sup>) e as aplicações foram realizadas com pulverizador costal motorizado (Jacto<sup>®</sup>, modelo PJM-25) com capacidade para 25 L e duas pontas com jato tipo cone vazio.

As aplicações ocorreram no início da tarde, com as plantas livres de umidade por orvalho. Não houve incidência de ventos durante a operação, bem como registro de precipitação durante o dia. A temperatura média no dia foi de 15,4 °C, com mínima de 7,4 °C e máxima de 25,5 °C. A umidade relativa do ar média foi de 78% e variou de 44% a 99%. Os dados foram obtidos da estação meteorológica oficial mais próxima ao pomar, localizada em Fazenda Souza, Caxias do Sul, RS (Brasil, 2024). Os dados meteorológicos correspondentes ao período de três dias antes da aplicação até a data de raleio manual podem ser conferidos no Apêndice 4.

O raleio manual foi realizado em todas as plantas de todos os tratamentos 32 dias após a aplicação (DAA), em 04/11/2023. Como critério, foi deixada uma distância de 12 cm a 15 cm entre os frutos, dependendo do vigor das plantas e dos ramos.

### 4.2.3 Avaliações

Em cada planta útil, foram marcados quatro ramos, dois em cada lado da planta voltado para a entrelinha, em altura mediana à alta, onde foram avaliados:

- a. Abscisão acumulada de frutos (%): foi contabilizado o número de frutos antes da aplicação e o número de frutos aos 11, 20 e 32 dias após a aplicação (DAA). A contagem aos 32 DAA foi realizada antes da prática de raleio manual.

Durante o raleio manual, aos 32 DAA, em cada planta útil foi avaliado:

- b. Necessidade de raleio manual: pela massa (kg) de frutos removidos por planta, mensurada com o auxílio de uma balança digital; pela contagem do número de frutos removidos por planta; e pela aferição do tempo necessário para a atividade, sendo posteriormente expresso em minutos por planta e em horas por hectare;
- c. Massa média de fruto removido (g): pela relação entre a massa e o número de frutos removidos em cada planta.

Quando os frutos estavam no ponto de maturação para colheita (estádio 87 na escala BBCH), todos os frutos de cada planta útil foram colhidos e acondicionados em caixas plásticas. A colheita ocorreu em 02/02/2024. A partir desses, foi avaliado:

- d. Número de frutos por planta: pela contagem do número de frutos colhidos de cada planta;
- e. Produção por planta (kg): pela pesagem dos frutos colhidos de cada planta, com o auxílio de uma balança eletrônica;
- f. Produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ): obtida pela multiplicação da produção por planta pelo número de plantas por hectare;
- g. Massa média de frutos (g): por meio da relação entre a produção por planta e o número de frutos colhidos por planta.

Foram selecionados aleatoriamente 20 frutos por planta útil e encaminhados para o Laboratório de Fruticultura da Universidade de Caxias do Sul. Dos 20 frutos, foram selecionados 10 para avaliar:

- h. Altura de fruto (mm): medida entre a base e o ápice do fruto, na porção central, utilizando-se um paquímetro (mtx<sup>®</sup>);
- i. Diâmetro sutural de frutos (mm): medido na porção equatorial do fruto com o auxílio de um paquímetro (mtx<sup>®</sup>);
- j. Firmeza de polpa (N): medida utilizando um penetrômetro de bancada (Didática SP<sup>®</sup>) com ponteira de 8 mm em dois pontos opostos na região equatorial do fruto.

A partir dos 20 frutos selecionados, foi extraída uma fatia de cada fruto, abrangendo o mesocarpo e o epicarpo, desde a base até o ápice. Das fatias, foi extraído o suco dos frutos, com o auxílio de uma centrífuga de alimentos. A partir do suco, foram medidos:

- k. Teor de sólidos solúveis (°Brix): mensurado com refratômetro digital (Atago® PAL-1);
- l. Acidez titulável (%): por titulação, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Zenebon *et al.*, 2008);
- m. Relação entre teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT): pela divisão dos valores obtidos de teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

A partir das médias dos resultados, foi realizada uma análise econômica, calculando:

- n. Custo de aplicação (R\$ ha<sup>-1</sup>): considerando os custos do raleante, do GA<sub>3</sub> quando presente, do espalhante adesivo, da aplicação tratorizada e do tratorista, conforme o preço de cada item obtido no início de 2024;

- o. Economia de mão de obra (R\$ ha<sup>-1</sup>): considerando a diferença entre o tempo necessário para o raleio manual em cada tratamento e no controle (apenas raleio manual) e o custo médio da mão de obra na região;

- p. Diferença no faturamento (R\$ ha<sup>-1</sup>): diferença entre o faturamento no controle e em cada tratamento, conforme a produtividade e o preço médio de venda dos frutos pelo produtor;

- q. Saldo (R\$ ha<sup>-1</sup>): calculado pela fórmula [(economia de mão de obra + diferença no faturamento) – custo de aplicação], expressando se a economia de mão de obra e a diferença no faturamento compensaram o custo de aplicação.

#### 4.2.4 Análise dos dados

Os dados obtidos passaram pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilks, pelo teste de homoscedasticidade de Bartlett e submetidos à análise de variância pelo teste F, com 5% de probabilidade de erro. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%, utilizando o software estatístico R, versão 4.2.2 (R Core Team, 2022). Os dados correspondentes às concentrações de ACC também foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, à análise de regressão, com o uso do software SigmaPlot®, versão 14.5 (Inpixon, 2022). Na análise de regressão, o tratamento controle foi considerado como ACC 0 mg L<sup>-1</sup>.

Os dados de abscisão de frutos 11 DAA e 32 DAA, número e massa de frutos removidos por planta, massa média de fruto removido, tempo para raleio manual, número de frutos colhidos, produção por planta, produtividade e firmeza de polpa foram

transformados por  $\sqrt{x}$  para atender aos pressupostos de normalidade e homoscedasticidade. A análise econômica foi descritiva.

### 4.3 Resultados e discussão

A abscisão de frutos foi afetada pelos tratamentos. Aos 11 dias após a aplicação (DAA), a abscisão de frutos não apresentou diferença e foi, em média, 18,05% (Tabela 2). Nas demais datas avaliadas, os tratamentos ACC 300, ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom diferiram e foram superiores ao tratamento sem aplicação (controle). O tratamento etefom + GA<sub>3</sub> foi semelhante tanto à testemunha quanto às concentrações de ACC, em ambas as datas. ACC 150 diferiu e foi inferior a ACC 600 e ACC 300 + GA<sub>3</sub> aos 32 DAA.

TABELA 2. Abscisão acumulada (%) de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ aos 11, 20 e 32 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                | Abscisão<br>11 DAA (%) | Abscisão<br>20 DAA (%) | Abscisão<br>32 DAA (%) |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Controle                  | 12,29 <sup>ns</sup>    | 28,46 c <sup>**</sup>  | 39,04 c                |
| ACC 150                   | 13,86                  | 37,76 bc               | 41,37 bc               |
| ACC 300                   | 27,11                  | 53,77 ab               | 63,70 ab               |
| ACC 600                   | 11,35                  | 60,37 a                | 68,70 a                |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> | 19,28                  | 60,32 ab               | 72,65 a                |
| Etefom                    | 26,66                  | 51,92 ab               | 61,72 ab               |
| Etefom + GA <sub>3</sub>  | 15,77                  | 48,46 abc              | 59,89 abc              |
| Média                     | 18,05                  | 48,72                  | 58,15                  |
| C.V. (%)                  | 19,96                  | 19,67                  | 17,54                  |
| Valor de p                | 0,0221                 | 0,0013                 | 0,0009                 |
| Valor de p ACC*           | 0,0316                 | 0,0030                 | < 0,0001               |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. <sup>\*\*</sup>Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Entre a primeira e a segunda datas de avaliação, o percentual de abscisão de frutos em ACC 600 praticamente quadruplicou, enquanto no controle o percentual apenas duplicou, o que evidencia o efeito raleante da molécula. O tratamento ACC 300 + GA<sub>3</sub> mostrou uma abscisão quase 34% superior ao controle e quase 9% superior a ACC 300 aos 32 DAA, o que pode indicar um efeito sinérgico entre as duas moléculas. O tratamento etefom apresentou abscisão 22,68% superior ao controle na mesma data.

A abscisão de frutos incrementou com o aumento da concentração de ACC (Figura 1). Aos 11 DAA, alcançou máximo em 422 mg L<sup>-1</sup>. Aos 20 DAA, o máximo se deu em 495 mg L<sup>-1</sup> e aos 32 DAA em 482 mg L<sup>-1</sup>. Aos 32 DAA, a abscisão média de frutos na

concentração de 600 mg L<sup>-1</sup> foi de 68,70%, enquanto no tratamento sem aplicação foi de 39,04%, ou seja, uma diferença de quase 30%.

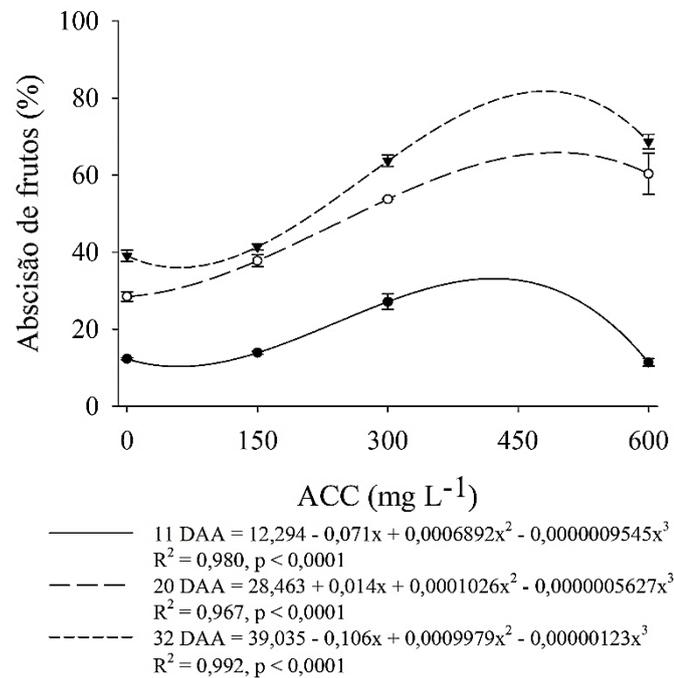


FIGURA 1. Abscisão acumulada (%) de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ aos 11, 20 e 32 dias após a aplicação (DAA) de ACC como raleante químico. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão.

Em um estudo conduzido em pessegueiros sob condições controladas de cultivo, aplicações de ACC e etefom provocaram aumento na produção endógena de etileno e diminuição na condutância estomática das folhas, tendo sido as prováveis causas da abscisão de frutos (Torres; Asín, 2023). Devido à proximidade botânica entre o pessegueiro e a ameixeira japonesa, é possível que essas também tenham sido as causas da abscisão de frutos provocada por ACC e etefom neste estudo.

Não foram encontrados na literatura relatos de GA<sub>3</sub> induzindo diretamente a abscisão de frutos em ameixeiras. Em pessegueiros, o GA<sub>3</sub>, aplicado em frutos jovens, apresentou efeito raleante isoladamente (Meitei *et al.*, 2013) e incrementou o efeito raleante do etefom em algumas cultivares (Young; Edgerton, 1979). A aplicação de GA<sub>3</sub> é uma prática usual para raleio químico em uvas de mesa sem semente (Di Lorenzo *et al.*, 2011). Nessa espécie, a aplicação de GA<sub>3</sub> estimula o metabolismo de carboidratos, aumentando a força-dreno das inflorescências, criando bagas com maior potencial competitivo e inibindo o crescimento de bagas laterais (Domingos *et al.*, 2015). Ainda segundo o mesmo estudo, ocorre um aumento do conteúdo de auxina na inflorescência, reduzindo o fluxo à zona de abscisão e tornando-a mais sensível ao etileno, além de incremento no estresse oxidativo. Meitei *et al.* (2013)

propuseram que a abscisão estimulada por GA<sub>3</sub> pode estar associada à redução na translocação de carboidratos aos frutos.

Outra possível explicação pode estar relacionada ao efeito das giberelinas na promoção do alongamento de ramos (Taiz *et al.*, 2017), efeito que já foi observado em pessegueiros (Casper; Taylor, 1989; Hollender *et al.*, 2016). A promoção do crescimento vegetativo pode aumentar a competição com os frutos por fotoassimilados e, assim, aumentar a abscisão. Algo semelhante pode ter ocorrido nas ameixeiras neste estudo, em um efeito combinado de ACC e GA<sub>3</sub>. Frutos menos desenvolvidos podem ter sofrido abscisão pela competição com frutos com maior força-dreno e ramos em crescimento, além do efeito do etileno gerado pelo ACC. Novos estudos são necessários para aprimorar o entendimento desse comportamento.

Os tratamentos aplicados reduziram a necessidade de raleio manual (Tabela 3). O número e a massa de frutos removidos foram inferiores ao controle nos tratamentos ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom + GA<sub>3</sub>. O tempo para raleio manual foi inferior ao controle apenas em ACC 300 + GA<sub>3</sub>. A massa média de fruto removido foi superior ao controle em ACC 600, o que mostra que houve efeito no aumento do tamanho do fruto até o raleio manual. Em relação ao controle, o número de frutos removidos por planta foi 81,90% inferior em ACC 600, 85,27% menor em ACC 300 + GA<sub>3</sub> e 54,35% menor em etefom + GA<sub>3</sub>.

TABELA 3. Número, massa (kg) e massa média (g) de frutos removidos por planta e tempo para raleio manual por planta (min) e por hectare (h) de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                | Frutos removidos por planta | Massa de frutos removidos por planta (kg) | Massa média de fruto removido (g) | Raleio manual por planta (min) | Raleio manual por hectare (h) |
|---------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Controle                  | 913,00 a **                 | 9,60 a                                    | 10,54 b                           | 23,27 a                        | 646,27 a                      |
| ACC 150                   | 737,75 ab                   | 8,34 ab                                   | 11,51 ab                          | 24,42 a                        | 678,20 a                      |
| ACC 300                   | 626,25 ab                   | 6,84 ab                                   | 11,35 ab                          | 22,10 a                        | 613,64 a                      |
| ACC 600                   | 165,25 c                    | 2,14 cd                                   | 13,20 a                           | 13,38 ab                       | 371,61 ab                     |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> | 134,50 c                    | 1,63 d                                    | 11,94 ab                          | 5,79 b                         | 160,88 b                      |
| Etefom                    | 503,25 ab                   | 5,79 ab                                   | 11,81 ab                          | 17,07 ab                       | 473,88 ab                     |
| Etefom + GA <sub>3</sub>  | 416,75 bc                   | 4,85 bc                                   | 11,75 ab                          | 14,86 ab                       | 412,57 ab                     |
| Média                     | 499,50                      | 5,60                                      | 11,73                             | 17,27                          | 479,58                        |
| C.V. (%)                  | 19,12                       | 16,68                                     | 3,90                              | 22,28                          | 22,28                         |
| Valor de p                | < 0,0001                    | < 0,0001                                  | 0,0324                            | 0,0130                         | 0,0130                        |
| Valor de p ACC*           | 0,0124                      | 0,0075                                    | 0,0107                            | 0,3270                         | 0,3270                        |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. \*\*Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Novamente, parece ter havido um efeito sinérgico entre ACC 300 mg L<sup>-1</sup> e GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup>. Nesse tratamento, a necessidade de raleio manual foi inferior a ACC 300 mg L<sup>-1</sup> isoladamente e equivalente a ACC 600 mg L<sup>-1</sup>. Em ameixeiras ‘Black Diamond’ e ‘Black Gold’, a diminuição da necessidade de raleio manual ocorreu na safra seguinte à aplicação de GA<sub>3</sub>, que apresentou efeito sobre o retorno de floração, reduzindo-o (González-Rossia *et al.*, 2006).

Com o aumento da concentração de ACC, ocorreu diminuição tanto no número quanto na massa de frutos removidos por planta (Figura 2). O tempo necessário para a prática não foi afetado, tendo sido, em média, de 20 minutos e 47 segundos por planta e 577 horas e 26 minutos por hectare. A massa média de fruto removido, por outro lado, aumentou com o incremento da concentração de ACC até 150 mg L<sup>-1</sup>, com leve declínio até 370 mg L<sup>-1</sup> e novo incremento até 600 mg L<sup>-1</sup>. Isso mostra que o raleio precoce provocado pelo ACC teve efeito no tamanho dos frutos, aumentando sua massa até o momento do raleio manual.

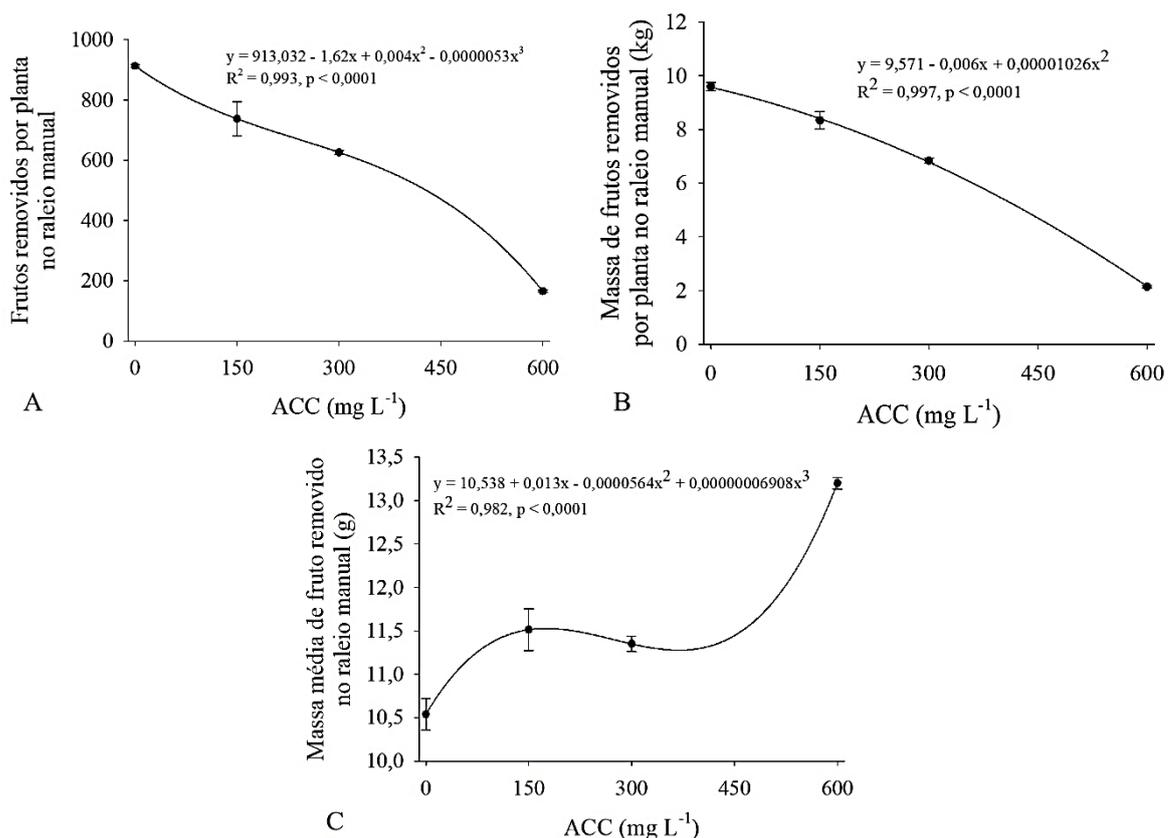


FIGURA 2. Número (A), massa (kg, B) e massa média (g, C) de frutos removidos por planta no raleio manual de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão.

ACC foi avaliado como raleante químico na África do Sul nas cultivares de ameixeira japonesa ‘Fortune’ e ‘Laetitia’, aplicado em frutos com 8-10 mm de diâmetro (Theron *et al.*,

2017). Em ambas as cultivares, o incremento da concentração do raleante diminuiu a necessidade de raleio manual, assim como neste experimento. No mesmo estudo, na cultivar ‘African Rose<sup>TM</sup>’, que é autofértil, assim como ‘Reubennel’, a necessidade de raleio manual também reduziu com o aumento da concentração de ACC, aplicado em frutos de 8-10 mm de diâmetro.

Os resultados mostrados indicam que o ACC é efetivo no que se propõe, ou seja, induzir a abscisão de frutos. Consequentemente, reduziu a necessidade de raleio manual de frutos. Um ponto a ser considerado é a época de aplicação, que ocorreu em frutos com cerca de 15 mm de diâmetro, estágio de desenvolvimento posterior ao adotado no estudo citado acima. Mesmo nesse estágio, o ACC induziu a abscisão de frutos, especialmente nas concentrações de 300 mg L<sup>-1</sup> e 600 mg L<sup>-1</sup>. Em macieiras cultivadas no Sul do Brasil, ACC induziu a abscisão de frutos maiores que 25 mm de diâmetro (Petri *et al.*, 2023), o que mostra que a molécula tem potencial para derrubar frutos em estádios já avançados.

De modo geral, flores plenamente desenvolvidas são mais sensíveis ao etileno, que é sintetizado a partir do ACC transportado aos órgãos florais (Colli; Purgatto, 2019). Conforme estudo de Tonutti *et al.*, (1991) em pêssegos, ocorre produção de etileno no início do desenvolvimento do fruto. Durante a fase I de crescimento, a biossíntese diminui. Há um pico de produção durante a fase II (endurecimento do caroço), nova redução e volta a crescer com o início do amadurecimento, na fase III. Ainda segundo o mesmo estudo, a concentração de ACC e a atividade da ACC oxidase, enzima que converte ACC em etileno, têm comportamento semelhante.

Como a ameixeira é botanicamente próxima ao pessegueiro (ambas espécies pertencem ao gênero *Prunus*), possivelmente seu comportamento seja semelhante. Desse modo, dois potenciais momentos para a aplicação de ACC podem ser a floração, quando há maior sensibilidade, e durante o endurecimento do caroço, quando há maior produção endógena de etileno e aplicações exógenas de seu precursor podem potencializar seus efeitos. Nas condições do Sul do Brasil, o endurecimento do caroço da ameixa inicia quando os frutos estão com cerca de 20 mm de diâmetro (Souza *et al.*, 2021), podendo ser uma referência para o momento de aplicação do raleante.

Estudos a fim de verificar a eficácia do raleante em estádios de aplicação mais precoces podem ser conduzidos, o que também pode colaborar para o ganho de tamanho dos frutos. Por ser uma cultivar autofértil e que normalmente apresenta alta carga de frutos (Dalbó; Dela Bruna, 2021), o raleio químico em ‘Reubennel’ pode ser testado até mesmo a partir da floração, especialmente em pomares de plantio solteiro ou em locais com baixo

risco de geadas tardias ou outros eventos meteorológicos que possam comprometer a frutificação. Em pomares onde é utilizada como polinizadora, é importante a manutenção das flores para que ocorra a polinização cruzada com a cultivar principal. Por isso, pode ser mais interessante o raleio em pós-floração, assim como em áreas sujeitas a geadas tardias.

O número de frutos por planta foi afetado pelas aplicações (Tabela 4). Plantas dos tratamentos ACC 600 e ACC 300 + GA<sub>3</sub> apresentaram menor número de frutos colhidos em relação ao controle. Etefom + GA<sub>3</sub> apresentou menor número de frutos que ACC 300, mas semelhante ao controle. Não houve diferença entre os tratamentos em massa média, altura, diâmetro sutural e relação entre altura e diâmetro de frutos colhidos. Em média, a massa média de fruto foi de 75,10 g, a altura de fruto foi de 48,59 mm, o diâmetro sutural de fruto foi de 47,87 mm e a relação entre altura e diâmetro de fruto foi 1,02.

TABELA 4. Número, massa média (g), altura (mm), diâmetro sutural (mm) e relação altura/diâmetro de frutos colhidos de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.

| Tratamento                | Frutos por planta | Massa média de fruto (g) | Altura de fruto (mm) | Diâmetro sutural de fruto (mm) | Relação altura/diâmetro de fruto |
|---------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Controle                  | 236,50 ab**       | 72,73                    | 48,75                | 47,57                          | 1,03                             |
| ACC 150                   | 231,50 ab         | 74,24                    | 48,53                | 47,70                          | 1,02                             |
| ACC 300                   | 293,50 a          | 68,68                    | 47,00                | 46,37                          | 1,01                             |
| ACC 600                   | 116,25 c          | 81,56                    | 49,63                | 48,95                          | 1,01                             |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> | 97,00 c           | 80,13                    | 49,37                | 48,53                          | 1,02                             |
| Etefom                    | 168,75 abc        | 72,15                    | 47,90                | 47,53                          | 1,01                             |
| Etefom + GA <sub>3</sub>  | 133,25 bc         | 76,24                    | 48,97                | 48,43                          | 1,01                             |
| Média                     | 182,39            | 75,10                    | 48,59                | 47,87                          | 1,02                             |
| C.V. (%)                  | 14,28             | 10,51                    | 4,95                 | 4,72                           | 1,98                             |
| Valor de p                | 0,0002            | 0,2936                   | 0,7562               | 0,7483                         | 0,9223                           |
| Valor de p ACC*           | 0,0180            | 0,2648                   | 0,5918               | 0,6125                         | 0,6334                           |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. \*\*Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tanto a produção por planta quanto a produtividade foram inferiores ao controle nos tratamentos ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom 430 + GA<sub>3</sub> (Tabela 5). Etefom apresentou produção e produtividade inferiores a ACC 300. A redução na produtividade entre o controle e os tratamentos ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom + GA<sub>3</sub> foi de, respectivamente, 53,65% e 39,62%.

O número de frutos colhidos por planta aumentou com o incremento da concentração de ACC até 385 mg L<sup>-1</sup> e diminuiu posteriormente (Figura 3). Massa média, altura, diâmetro sutural e relação altura/diâmetro de fruto não foram influenciados pelas concentrações de

ACC. Tanto a produção por planta quanto a produtividade foram incrementadas com o aumento da concentração de ACC até 356 mg L<sup>-1</sup>, reduzindo posteriormente. A diferença na produtividade entre plantas não tratadas e ACC 600 foi de 12,01 t ha<sup>-1</sup> ou 43,42%.

TABELA 5. Produção por planta (kg) e produtividade (t ha<sup>-1</sup>) de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.

| <b>Tratamento</b>         | <b>Produção por planta (kg)</b> | <b>Produtividade (t ha<sup>-1</sup>)</b> |
|---------------------------|---------------------------------|--|
| Controle                  | 16,60 ab**                      | 27,66 ab                                 |
| ACC 150                   | 17,17 ab                        | 28,61 ab                                 |
| ACC 300                   | 19,55 a                         | 32,57 a                                  |
| ACC 600                   | 9,40 c                          | 15,65 c                                  |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> | 7,70 c                          | 12,82 c                                  |
| Etefom                    | 12,10 bc                        | 20,16 bc                                 |
| Etefom + GA <sub>3</sub>  | 10,02 c                         | 16,70 c                                  |
| Média                     | 13,22                           | 22,02                                    |
| C.V. (%)                  | 10,73                           | 10,73                                    |
| Valor de p                | < 0,0001                        | < 0,0001                                 |
| Valor de p ACC*           | 0,0176                          | 0,0176                                   |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>. \*\*Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

No estudo de Theron *et al.* (2017), o ACC também reduziu a produção das ameixeiras com o incremento da concentração, mas, diferentemente deste estudo, aumentou a massa média de fruto. Pavanello e Ayub (2014) verificaram em ameixeiras ‘Reubennel’ cultivadas em Arapoti (PR), que o aumento da concentração de etefom, aplicado em frutos com cerca de 5 mm de diâmetro, diminuiu a produção e aumentou a massa média e o calibre dos frutos colhidos. A concentração de 120 mg L<sup>-1</sup> proporcionou quantidades satisfatórias de frutos nos maiores calibres e produção de 56 kg por planta, superior à deste estudo. As plantas, porém, estavam conduzidas no sistema Vaso com espaçamento de 5,0 m x 2,5 m.

As produtividades médias obtidas neste estudo são consideradas comercialmente viáveis, mas a diferença entre plantas não tratadas e plantas tratadas com ACC 600, ACC 300 + GA<sub>3</sub> e etefom + GA<sub>3</sub> é considerável, mesmo esses tratamentos tendo sido os que mais reduziram a necessidade de raleio manual. O ACC 300 apresentou produtividade semelhante ao controle, mas pouco reduziu a necessidade de raleio manual. Dessa forma, a concentração mais indicada para a cultivar pode estar entre 300 e 600 mg L<sup>-1</sup>, demandando mais testes.

Observou-se em alguns ramos, no momento do raleio manual, frutos concentrados (cachopas), onde alguns tiveram que ser removidos por estarem muito próximos, mesmo na concentração mais alta do raleante. Em outros ramos, ao contrário, havia poucos ou mesmo ausência de frutos, especialmente nos tratamentos que mais causaram abscisão. Esse

desbalanço pode ser uma das causas da redução na produtividade. Dessa forma, é importante haver uma aplicação uniforme e suficiente da calda do produto para garantir uma cobertura adequada.

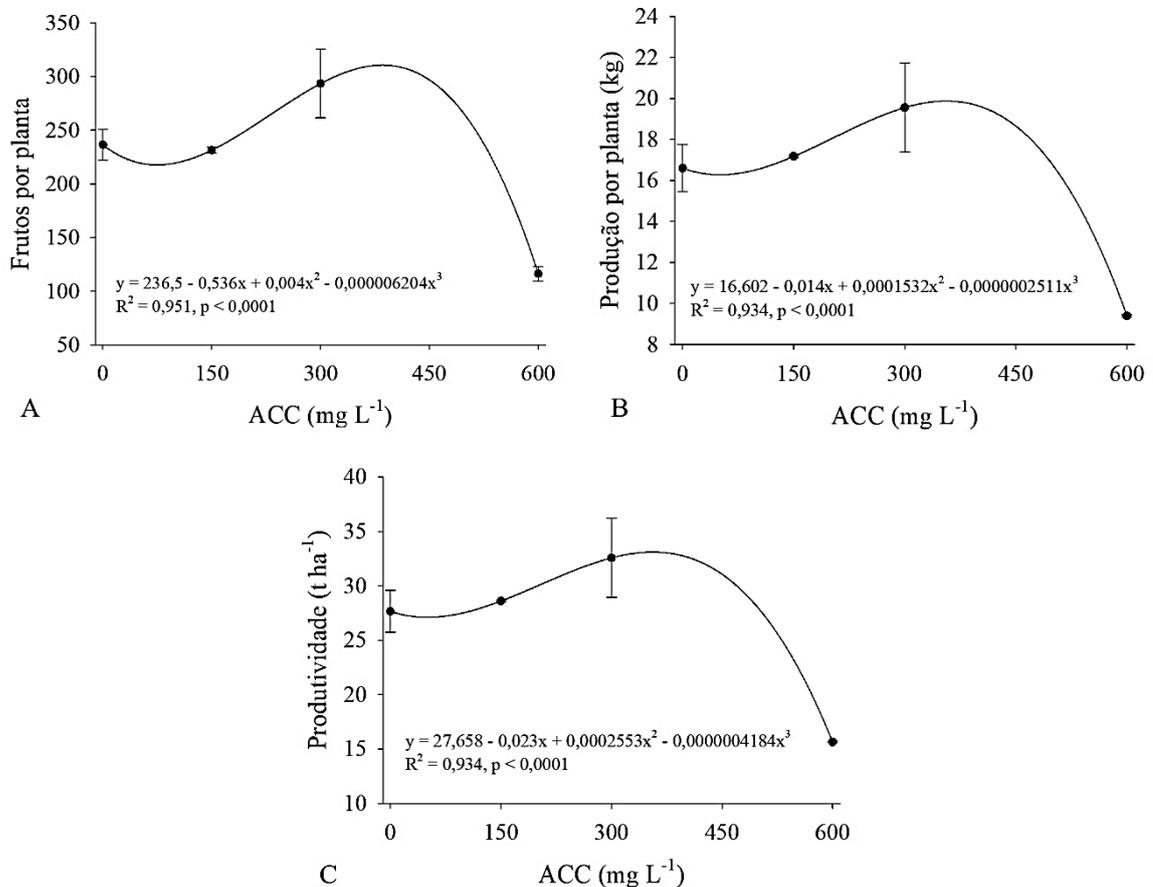


FIGURA 3. Número de frutos (A), produção (kg, B) por planta e produtividade (t ha<sup>-1</sup>, C) de ameixeiras 'Reubennel' submetidas à aplicação de ACC como raleante químico. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024. As barras de erro representam o desvio padrão.

Além disso, observou-se em muitas plantas a tendência de se ter mais frutos nas porções mediana e superior da copa. Assim, pode ser recomendado direcionar a aplicação do raleante químico a essas porções, o que pode colaborar para evitar um raleio excessivo. Cabe também salientar, conforme destacaram Theron *et al.* (2017), que a recomendação do uso de ACC deve ser específica para cada cultivar, necessitando, assim, estudos com os genótipos mais cultivados no Brasil.

Com exceção de ACC 150, todos os tratamentos possibilitaram economia na mão de obra para raleio manual (Tabela 6). Os tratamentos nos quais a economia na mão de obra foi favorável à aplicação foram ACC 300 + GA<sub>3</sub>, etefom e etefom + GA<sub>3</sub>. Porém, como o calibre médio dos frutos pouco variou entre os tratamentos, o preço de venda dos frutos foi o mesmo.

Desse modo, a redução da produtividade nas plantas tratadas resultou em um faturamento estimado inferior.

TABELA 6. Estimativas de custo de aplicação, economia de mão de obra para raleio manual, diferença no faturamento e saldo resultante da aplicação de ACC como raleante químico em ameixeiras ‘Reubennel’. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.

| <b>Tratamento</b>         | <b>Custo total de aplicação (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(1)</sup></b> | <b>Economia de mão de obra (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(2)</sup></b> | <b>Diferença no faturamento (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(3)</sup></b> | <b>Saldo (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(4)</sup></b> |
|---------------------------|---|--|---|--|
| ACC 150                   | 1.495,71  | -510,88  | 3.326,67  | 1.320,07   |
| ACC 300                   | 2.808,21  | 522,08   | 17.190,76   | 14.904,63  |
| ACC 600                   | 5.433,21  | 4.394,56   | -42.029,24  | -43.067,89                                       |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> | 4.108,21  | 7.766,24   | -51.934,24  | -48.276,21                                       |
| Etefom                    | 720,71  | 2.758,24   | -26.228,51  | -24.190,98                                       |
| Etefom + GA <sub>3</sub>  | 2.020,71  | 3.739,20   | -38.368,04  | -36.649,55                                       |

<sup>1</sup>Custos de raleante + espalhante adesivo + aplicação tratorizada + mão de obra para aplicação. <sup>2</sup>Em relação ao tempo necessário para raleio manual no controle e custo com mão de obra de R\$ 16,00 h<sup>-1</sup>. <sup>3</sup>Estimado em relação ao faturamento obtido no controle, conforme a produtividade, e preço de venda de frutos de R\$ 3,50 kg<sup>-1</sup>. <sup>4</sup>Calculado como [(economia de mão de obra + diferença no faturamento) – custo total de aplicação].

Com isso, o saldo resultante indicou que a economia na mão de obra e a diferença no faturamento não compensaram o custo total de aplicação, tornando as aplicações economicamente inviáveis, exceto em ACC 150 e ACC 300. Porém, essas concentrações pouco reduziram a necessidade de raleio manual. Salienta-se que a realização de mais estudos com o raleante, aliada a possíveis práticas de ajuste, são essenciais para tornar a aplicação viável. Mais detalhes da análise de custos estão no Apêndice 6.

O ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) foi adicionado a dois tratamentos com o objetivo de verificar seu efeito em evitar possíveis sintomas fitotóxicos às plantas, causados pela aplicação de ACC e etefom, especialmente amarelecimento e queda de folhas. No entanto, nenhum efeito colateral adverso foi visualizado nas plantas nas concentrações aplicadas dos raleantes. Desse modo, a adição de GA<sub>3</sub> aos tratamentos não apresentou malefícios ou benefícios neste quesito.

Da mesma forma, Pavanello e Ayub (2014) não mencionaram efeitos fitotóxicos em ameixeiras ‘Reubennel’ que receberam etefom em concentrações variando de 60 a 120 mg L<sup>-1</sup>. Theron *et al.* (2017) também não observaram fitotoxicidade na aplicação de ACC, em concentrações que variaram de 150 a 800 mg L<sup>-1</sup>, em ameixeiras ‘Fortune’, ‘Laetitia’ e ‘African Rose<sup>TM</sup>’. Porém, salientam que as aplicações foram realizadas em condições frias (entre 10 °C e 15 °C) e que altas temperaturas devem ser evitadas.

No Apêndice 4 estão disponíveis dados de temperatura, umidade relativa, radiação solar e precipitação abrangendo o período desde três dias antes da aplicação até a data do

raleio manual. Os dados foram coletados de uma estação meteorológica localizada no distrito de Fazenda Souza, Caxias do Sul (RS). No dia da aplicação, a temperatura média foi de 15,4 °C, com mínima de 7,4 °C e máxima de 25,5 °C. Nos dias seguintes à aplicação, as temperaturas médias mantiveram-se, as máximas diminuíram, ficando por volta de 20 °C, e as mínimas aumentaram, para cerca de 12 °C. Portanto, nas temperaturas incidentes, não ocorreram efeitos fitotóxicos das aplicações.

A qualidade dos frutos não variou entre os tratamentos (Tabela 7). Em média, o teor de sólidos solúveis foi de 17,36 °Brix, a acidez titulável foi de 1,77%, a relação SS/AT foi de 9,87 e a firmeza de polpa foi de 22,76 N. Segundo Pavanello e Ayub (2014), a qualidade físico-química de ameixeiras ‘Reubennel’ não foi afetada pela aplicação de etefom no raleio químico de frutos jovens. Na média, o teor de sólidos solúveis foi de 16,5 °Brix e a acidez titulável foi de 0,79%, valores inferiores aos deste estudo. Já a firmeza média de polpa foi de 30 N, superior à encontrada neste estudo.

TABELA 7. Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), relação teor de sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e firmeza de polpa (N) de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ submetidas à aplicação de ACC como raleante químico, comparado ao etefom. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.

| <b>Tratamento</b>         | <b>Teor de sólidos solúveis (°Brix)</b> | <b>Acidez titulável (%)</b> | <b>Relação SS/AT</b> | <b>Firmeza de polpa (N)</b> |
|---------------------------|---|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Controle                  | 17,20                                   | 1,77                        | 9,78                 | 22,46                       |
| ACC 150                   | 17,17                                   | 1,78                        | 9,73                 | 24,53                       |
| ACC 300                   | 17,57                                   | 1,83                        | 9,62                 | 22,61                       |
| ACC 600                   | 17,63                                   | 1,83                        | 9,62                 | 22,30                       |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> | 17,40                                   | 1,78                        | 9,80                 | 24,05                       |
| Etefom                    | 17,25                                   | 1,73                        | 10,01                | 21,06                       |
| Etefom + GA <sub>3</sub>  | 17,27                                   | 1,65                        | 10,53                | 22,28                       |
| Média                     | 17,36                                   | 1,77                        | 9,87                 | 22,76                       |
| C.V. (%)                  | 3,23                                    | 8,00                        | 7,65                 | 8,31                        |
| Valor de p                | 0,8570                                  | 0,5844                      | 0,6457               | 0,2247                      |
| Valor de p ACC*           | 0,4561                                  | 0,9027                      | 0,9888               | 0,4440                      |

\*Considerando as concentrações de ACC e o tratamento controle como 0 mg L<sup>-1</sup>.

O ACC foi efetivo na indução da abscisão de frutos e, conseqüentemente, reduziu a necessidade de raleio manual. Também não induziu efeitos fitotóxicos às plantas e não prejudicou a qualidade dos frutos. Porém, associado ao raleio manual, reduziu consideravelmente a produtividade, especialmente na concentração mais alta e no tratamento aliado ao GA<sub>3</sub>, o que inviabilizou economicamente sua aplicação. Da mesma forma, o etefom incrementou a abscisão de frutos quando isolado e reduziu a demanda por raleio

manual quando o GA<sub>3</sub> foi adicionado. Entretanto, também reduziu a produtividade quando combinado ao GA<sub>3</sub>.

Desse modo, o ACC mostrou-se promissor como raleante químico, porém mais estudos devem ser conduzidos para confirmar sua eficiência e tornar sua aplicação viável. O etefom pode ser uma opção a ser considerada, mas também necessita mais testes. Além disso, o GA<sub>3</sub> parece ter incrementado a abscisão de frutos, especialmente quando combinado ao ACC, o que merece uma investigação mais profunda.

#### 4.4 Conclusões

A aplicação de ACC a partir de 300 mg L<sup>-1</sup> reduz a necessidade de raleio manual de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ na Serra Gaúcha.

ACC 600 mg L<sup>-1</sup> reduz a produção de ameixeiras ‘Reubennel’ na Serra Gaúcha.

O ACC não influencia na qualidade de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ na Serra Gaúcha.

O etefom 430 mg L<sup>-1</sup> apresenta comportamento semelhante ao controle em necessidade de raleio manual, produção e qualidade de frutos de ameixeiras ‘Reubennel’ na Serra Gaúcha.

A adição de GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup> ao ACC e ao etefom reduz a necessidade de raleio manual e a produção de ameixeiras ‘Reubennel’ na Serra Gaúcha.

#### 4.5 Referências

ADAMS, D. O.; YANG, S. F. Ethylene biosynthesis: Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 76, n. 1, p. 170–174, 1979.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados de Informações Ambientais**: pedologia. Pedologia. 2021. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>>. Acesso em: 02 nov. 2023.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Ameixa**. 2017. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76221](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76221)>. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Mapa de estações**. 2024. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001/>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais/#>>. Acesso em: 12 maio 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR. **Exportação e Importação Geral**. 2023. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>. Acesso em: 07 dez. 2023.

CASPER, J. A.; TAYLOR, B. H. Growth and Development of Young ‘Loring’ Peach Trees after Foliar Sprays of Paclobutrazol and GA<sub>3</sub>. **HortScience**, v. 24, n. 2, p. 240–242, 1989.

CASTRO, L. A. S.; NAKASU, B. H.; PEREIRA, J. F. M. **Ameixeira**: histórico e perspectivas de cultivo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 10 p. Circular Técnica, 70.

CECCARELLI, A.; VIDONI, S.; ROCCHI, L.; TAIOLI, M; COSTA, G. Are ABA and ACC suitable thinning agents for peach and nectarine? **Acta Horticulturae**, n. 1138, p. 69–74, 2016.

CLINE, J. A.; BAKKER, C. J.; BENEFF, A. Thinning response of ‘Redhaven’ peaches to 1-aminocyclopropane carboxylic acid (ACC). **Canadian Journal of Plant Science**, v. 101, n. 1, p. 17–29, 2021.

COLLI, S.; PURGATTO, E. Etileno. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. Cap. 13. p. 253-274.

COSTA, G.; BOTTON, A. Thinning in peach: Past, present and future of an indispensable practice. **Scientia Horticulturae**, v. 296, p. 110895, 2022.

COSTA, G.; BOTTON, A.; VIZZOTTO, G. Fruit Thinning: Advances and Trends. In: WARRINGTON, I. (ed.). **Horticultural Reviews**: Volume 46. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. Cap. 4. p. 185-226.

DALBÓ, M. A.; DELA BRUNA, E. Cultivares de ameixeira. In: DALBÓ, M. A. (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. Cap. 3. p. 31-40.

DI LORENZO, R.; GAMBINO, C; SCAFIDI, P. Summer Pruning in Table Grape. **Adv. Hort. Sci.**, v. 25, n. 3, p. 143-150, 2011.

DOMINGOS, S.; SCAFIDI, P.; CARDOSO, V.; LEITAO, A. E.; DI LORENZO, R.; OLIVEIRA, C. M.; GOULAO, L. F. Flower abscission in *Vitis vinifera* L. triggered by gibberellic acid and shade discloses differences in the underlying metabolic pathways. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, 457, 2015.

GONZÁLEZ-ROSSIA, D.; JUAN, M.; REIG, C.; AGUSTÍ, M. The inhibition of flowering by means of gibberellic acid application reduces the cost of hand thinning in Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl.). **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 4, p. 319–323, 2006.

GREENE, D.; COSTA, G. Fruit Thinning in Pome- and Stone-Fruit: State of the Art. **Acta Horticulturae**, n. 998, p. 93–102, 2013.

HOLLENDER, C. A.; HADIARTO, T.; SRINIVASAN, C.; SCORZA, R.; DARDICK, C. A brachytic dwarfism trait (*dw*) in peach trees is caused by a nonsense mutation within the gibberellic acid receptor *PpeGID1c*. **New Phytologist**, v. 210, n. 1, p. 227–239, 2016.

INPIXION. **SigmaPlot for Graphing and Data Visualization**. 2022. Disponível em: <<https://systatsoftware.com/sigmaplot/>>. Acesso em: 18 maio 2022.

MEITEI, S. B.; PATEL, R. K.; BIDYUT, C. D.; DESHMUKH, N. A.; SINGH, A. Effect of chemical thinning on yield and quality of peach cv. Flordasun. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 27, p. 3558–3565, 2013.

PAVANELLO, A. P.; AYUB, R. A. Raleio químico de frutos de ameixeira com ethephon. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1766–1769, 2014.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 141 p.

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. The efficiency of ACC in the fruit thinning of ‘MaxiGala’ apple applied in four stages and five concentrations. **Acta Horticulturae**, [S.L.], v. 1, n. 1366, p. 261-268, abr. 2023. International Society for Horticultural Science (ISHS). <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2023.1366.30>.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 12 maio 2022.

REIGHARD, G. L.; BYERS, R. E. Peach thinning. In: HORTON, D. R.; JOHNSON, D. (eds.). **Southeastern peach growers’ handbook**. Athens: The Univ. Georgia, 2005. p. 85-90.

SANTA CATARINA. CENTRO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS E DE HIDROMETEOROLOGIA DE SANTA CATARINA (EPAGRI/CIRAM). **Agroconnect**. 2024. Disponível em: <<https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

SOUZA, A. L. K. Aspectos gerais da cultura da ameixeira em Santa Catarina. In: DALBÓ, M. A. (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. Cap. 1. p. 17-24.

SOUZA, A. L. K.; BRIGHENTI, A. F.; PETRI, J. L. Raleio. In: DALBÓ, M. A. (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. Cap. 7. p. 61-65.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. (Orgs.). **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

THERON, K.I.; STEENKAMP, H.; SCHOLTZ, A.; REYNOLDS, J. S.; STEYN, W. J. The efficacy of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in thinning 'Keisie' peaches. **Acta Horticulturae**, n. 1295, p. 33–40, 2020.

THERON, K. I.; STEENKAMP, H.; STEYN, W. J. Efficacy of ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) as a Chemical Thinner Alone or Combined with Mechanical Thinning for Japanese Plums (*Prunus salicina*). **HortScience**, v. 52, n. 1, p. 110–115, 2017.

TOPP, B. L.; RUSSELL, D. M.; NEUMÜLLER, M.; DALBÓ, M. A.; LIU, W. Plum. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Orgs.). **Fruit Breeding**. Boston, MA: Springer US, 2012, p. 571–621.

TONUTTI, P.; CASSON, P.; RAMINA, A. Ethylene Biosynthesis during Peach Fruit Development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 116, n. 2, p. 274–279, 1991.

TORRES, E.; ASÍN, L. Physiological Study of Ethephon- and ACC-Induced Fruitlet and Leaf Abscission in Peach Trees Under Different Conditions of Temperature. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 42, n. 7, p. 4253–4262, 2023.

WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; FRITZONS, E. Regiões com similaridade de horas de frio no outono-inverno no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, n. 12, p. 108-121, jan.-jun. 2016.

YOUNG, E.; EDGERTON, L. J. Effects of Ethephon and Gibberellic Acid on Thinning Peaches. **HortScience**, v. 14, n. 6, p. 713-714, dez. 1979.

ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ACC é efetivo na redução do raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’ e de ameixeiras ‘Reubennel’ na região da Serra Gaúcha e não prejudica a qualidade dos frutos colhidos. Por outro lado, reduz a produtividade, especialmente a partir de 600 mg L<sup>-1</sup>. Dessa forma, novos estudos são necessários para confirmar sua eficiência e tornar sua aplicação viável em frutas de caroço.

Novos estudos podem ser aliados a possíveis práticas de ajuste, como a aplicação apenas nos terços médio e superior da copa. Aplicações sequenciais, aliadas ao monitoramento da ação do ACC, também não devem ser descartadas. Para isso, é necessário estudar o efeito do raleante em distintos estádios de desenvolvimento de flores e frutos. Ajustes no raleio manual também podem ser viáveis, mantendo frutos mais próximos uns dos outros, especialmente quando o raleio químico é aplicado de forma precoce.

O etefom reduziu a necessidade de raleio manual sem reduzir a produtividade em pessegueiros ‘Chimarrita’, podendo ser uma opção, da mesma forma que o ACC. Em ameixeiras ‘Reubennel’, por outro lado, apresentou comportamento semelhante ao controle, mas seu uso também não deve ser descartado. Em ameixeiras, a avaliação dos raleantes químicos em estádios anteriores ao aplicado neste estudo também pode ser recomendada.

A adição de GA<sub>3</sub> ao ACC e ao etefom reduziu a demanda por raleio manual e a produtividade de ameixeiras ‘Reubennel’. Com isso, parece ter havido um efeito sinérgico na mistura dos compostos. Por isso, sua ação deve ser mais investigada para melhor entendimento de seus efeitos.

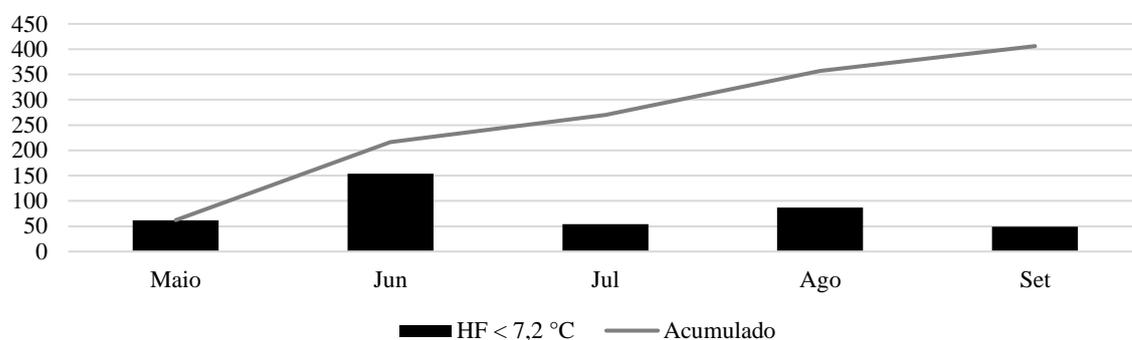
Além disso, nas condições testadas neste estudo, a aplicação de ACC não causou efeitos fitotóxicos às plantas, tanto em pessegueiros quanto em ameixeiras. A aplicação de etefom, da mesma forma, não apresentou prejuízos.

Por fim, apesar dos resultados promissores, salienta-se novamente a necessidade de mais estudos para viabilizar o uso do raleio químico de forma prática pelos produtores de frutas de caroço. A mão de obra tem se tornado um empecilho na cadeia produtiva e soluções como essa contribuem para a sustentabilidade do sistema produtivo.

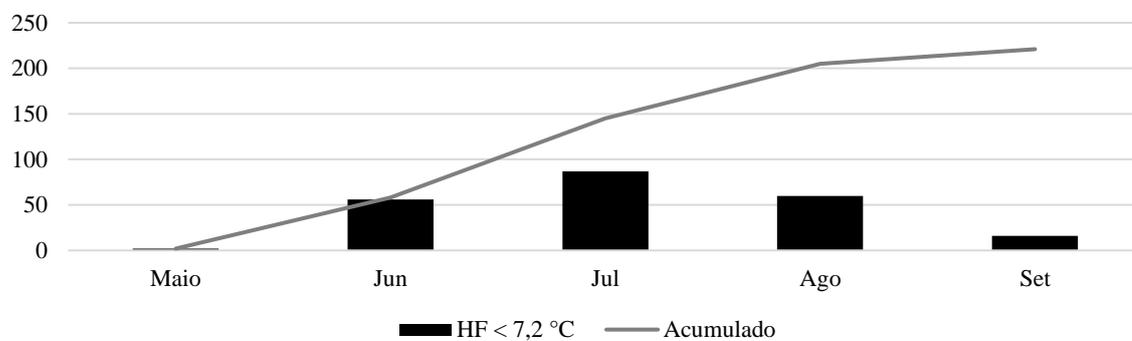
## 6 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Horas de frio registradas de maio a setembro e acumulado em Bento Gonçalves (2022 e 2023) e Caxias do Sul (2023).

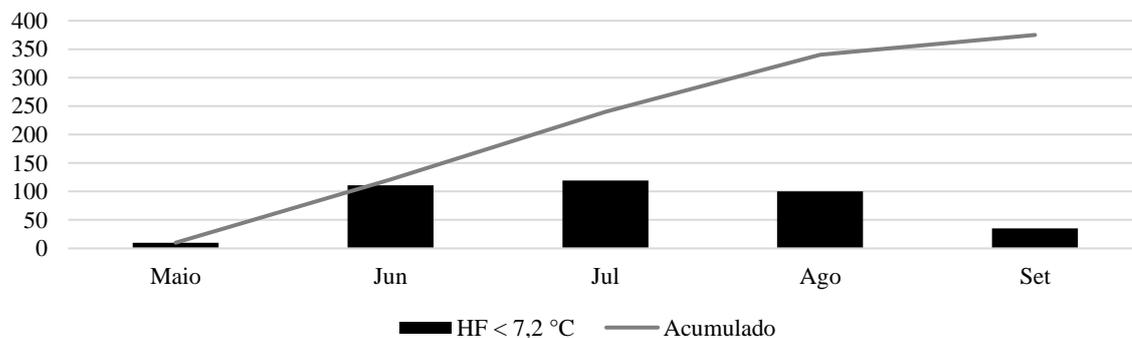
### Bento Gonçalves, 2022



### Bento Gonçalves, 2023

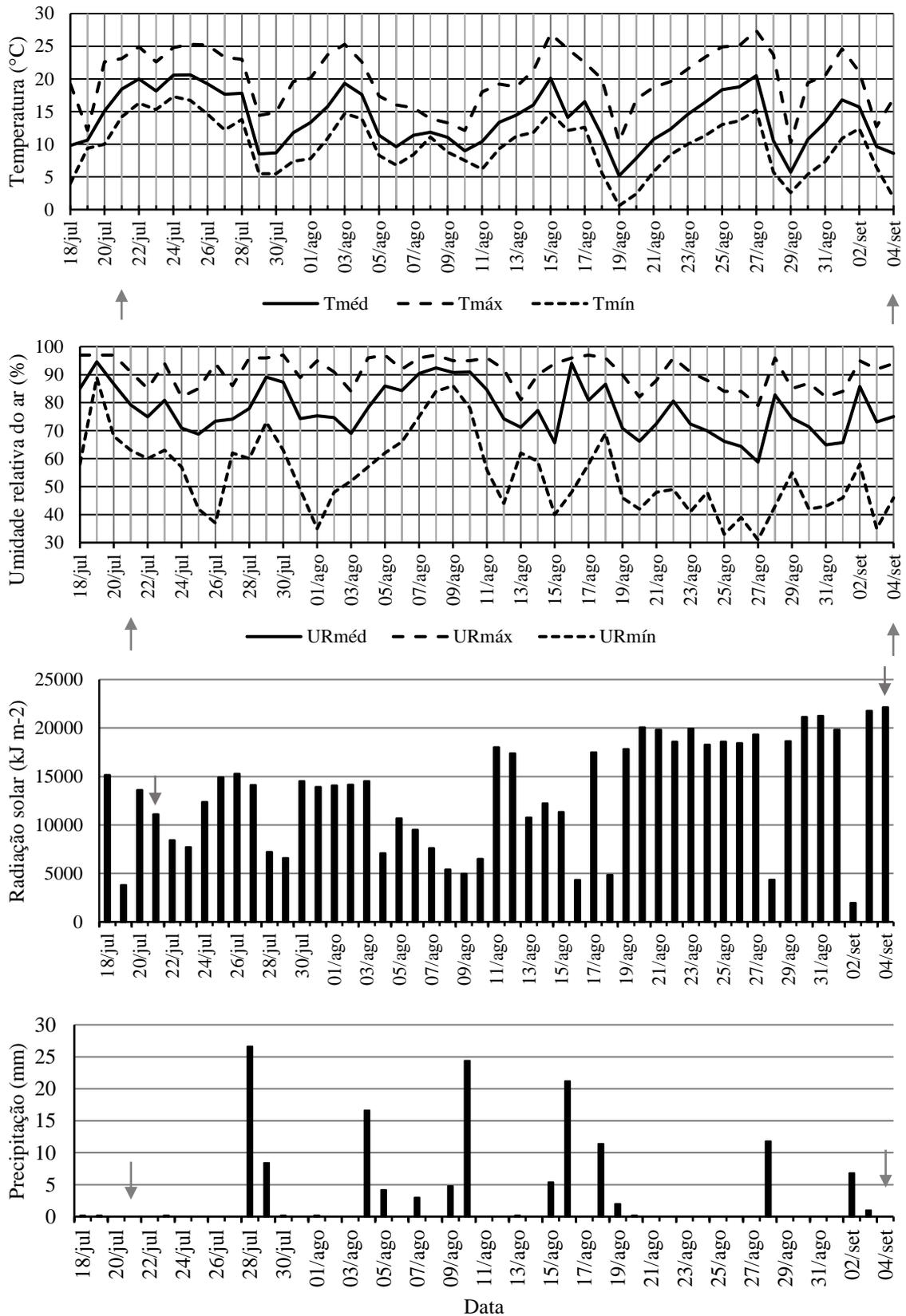


### Caxias do Sul, 2023



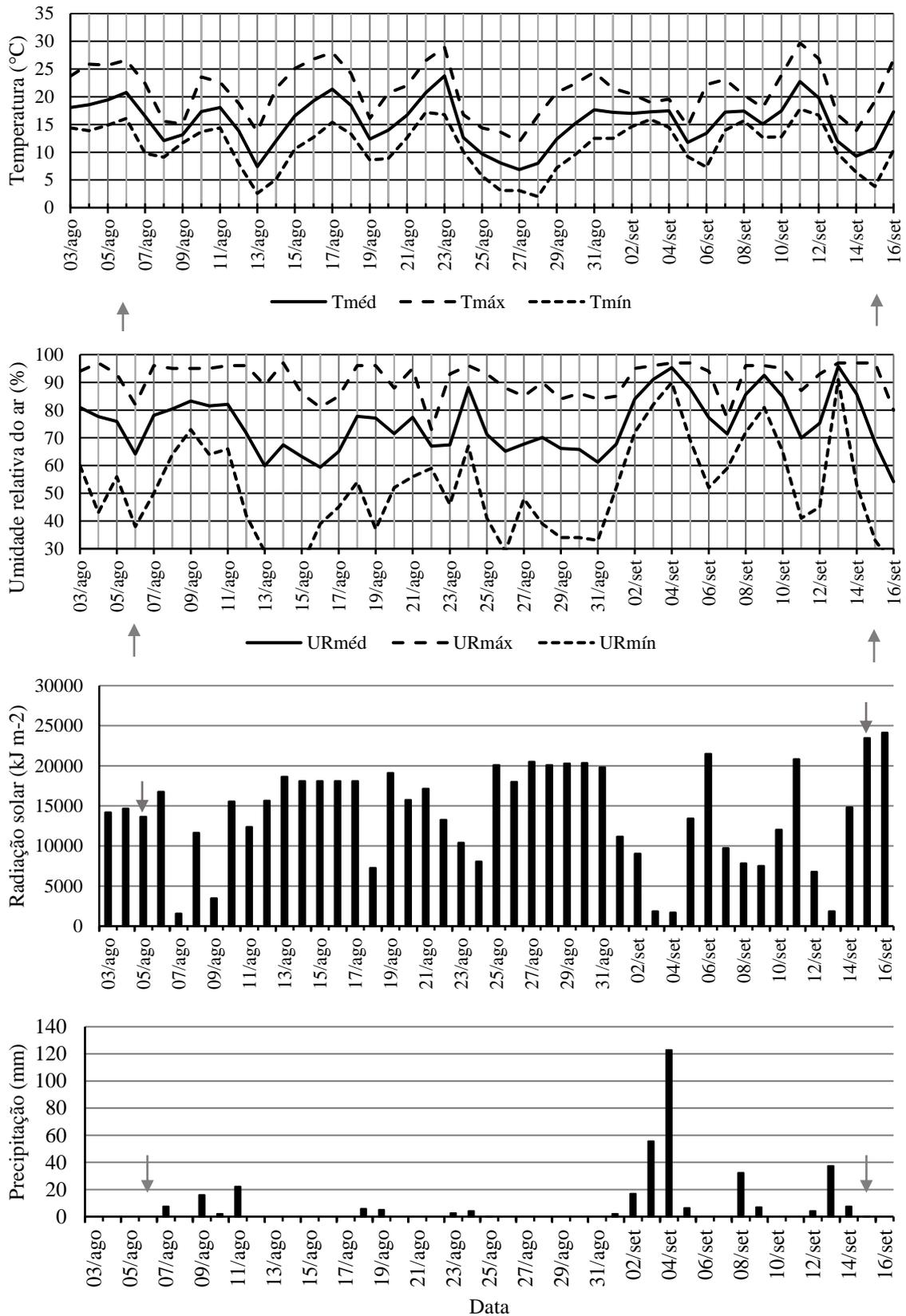
Fonte: adaptado de Brasil (2024a) e Santa Catarina (2024).

APÊNDICE 2. Temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e precipitação em Bento Gonçalves/RS de 18/07/2022 a 04/09/2022. As setas indicam as datas de aplicação e de raleio manual, respectivamente.



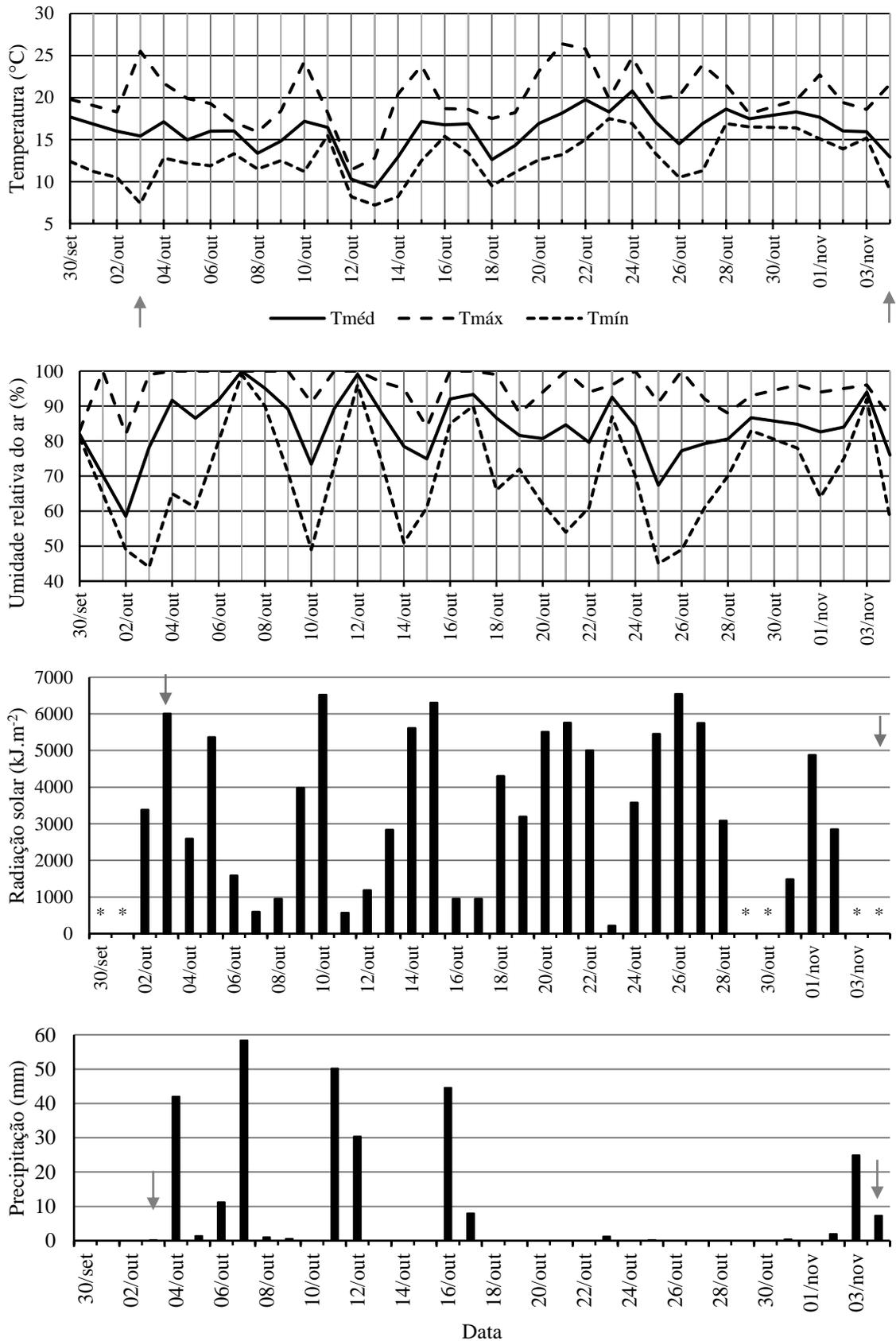
Fonte: adaptado de Brasil (2024b).

APÊNDICE 3. Temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e precipitação em Bento Gonçalves/RS de 03/08/2023 a 16/09/2023. As setas indicam as datas de aplicação e de raleio manual, respectivamente.



Fonte: adaptado de Brasil (2024b).

APÊNDICE 4. Temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e precipitação em Caxias do Sul/RS de 30/09/2023 a 04/11/2023. As setas indicam as datas de aplicação e de raleio manual, respectivamente.



\*Sem informações disponíveis. Fonte: adaptado de Brasil (2024b).

APÊNDICE 5. Estimativas de custos de raleante, espalhante adesivo, aplicação tratorizada, economia de mão de obra para raleio manual, faturamento esperado, diferença no faturamento e saldo resultante da aplicação de ACC como raleante químico em pessegueiros ‘Chimarrita’. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.

| <b>Tratamento</b>          | <b>Custo do raleante (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(1)</sup></b> | <b>Custo do espalhante adesivo (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(1)</sup></b> | <b>Custo da aplicação tratorizada e do tratorista (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(2)</sup></b> | <b>Custo total da aplicação (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(3)</sup></b> | <b>Economia de mão de obra (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(4)</sup></b> | <b>Faturamento esperado (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(5)</sup></b> | <b>Diferença no faturamento (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(6)</sup></b> | <b>Saldo (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(7)</sup></b> |
|----------------------------|--|--|---|---|--|---|---|--|
| Controle                   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 107.568,68  | 0   | 0  |
| ACC 150 mg L <sup>-1</sup> | 787,5  | 38,70  | 72,72   | 898,92  | 200,94   | 103.974,50  | -3.594,18   | -4.292,16  |
| ACC 300 mg L <sup>-1</sup> | 1.575,00   | 38,70  | 72,72   | 1.686,42  | 884,34   | 104.477,54  | -3.091,14   | -3.893,22  |
| ACC 450 mg L <sup>-1</sup> | 2.362,50   | 38,70  | 72,72   | 2.473,92  | 2.687,02   | 95.621,02   | -11.947,66  | -11.734,56                                       |
| ACC 600 mg L <sup>-1</sup> | 3.150,00   | 38,70  | 72,72   | 3.261,42  | 3.597,03   | 79.205,11   | -28.363,57  | -28.027,96                                       |
| ACC 750 mg L <sup>-1</sup> | 3.937,50   | 38,70  | 72,72   | 4.048,92  | 3.525,63   | 92.492,50   | -15.076,19  | -15.599,48                                       |
| Etefom                     | 225,00   | 38,70  | 72,72   | 336,42  | 2.588,59   | 93.557,80   | -14.010,88  | -11.758,71                                       |

<sup>1</sup>Conforme a concentração utilizada em cada tratamento e o volume de calda (600 L ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Conforme o tempo estimado para aplicação (1,5 h ha<sup>-1</sup>), o consumo médio de um trator de 50-55 cv de potência e custos médios de combustível, óleos e lubrificantes e mão de obra do tratorista. <sup>3</sup>Custo do raleante + custo do espalhante adesivo + custo da aplicação tratorizada e do tratorista. <sup>4</sup>Considerando a redução no tempo de raleio manual em relação ao controle e o custo médio da mão de obra na região (R\$ 17,00 h<sup>-1</sup>). <sup>5</sup>Considerando a produtividade e o preço médio de venda dos frutos conforme o calibre médio (R\$ 3,72 kg<sup>-1</sup>). <sup>6</sup>Em relação ao faturamento esperado no tratamento controle. <sup>7</sup>Calculado como: (economia de mão de obra + diferença no faturamento) – custo total de aplicação.

APÊNDICE 6. Estimativas de custos de raleante ou raleante e GA<sub>3</sub>, espalhante adesivo, aplicação tratorizada, economia de mão de obra para raleio manual, faturamento esperado, diferença no faturamento e saldo resultante da aplicação de ACC como raleante químico em ameixeiras ‘Reubennel’. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.

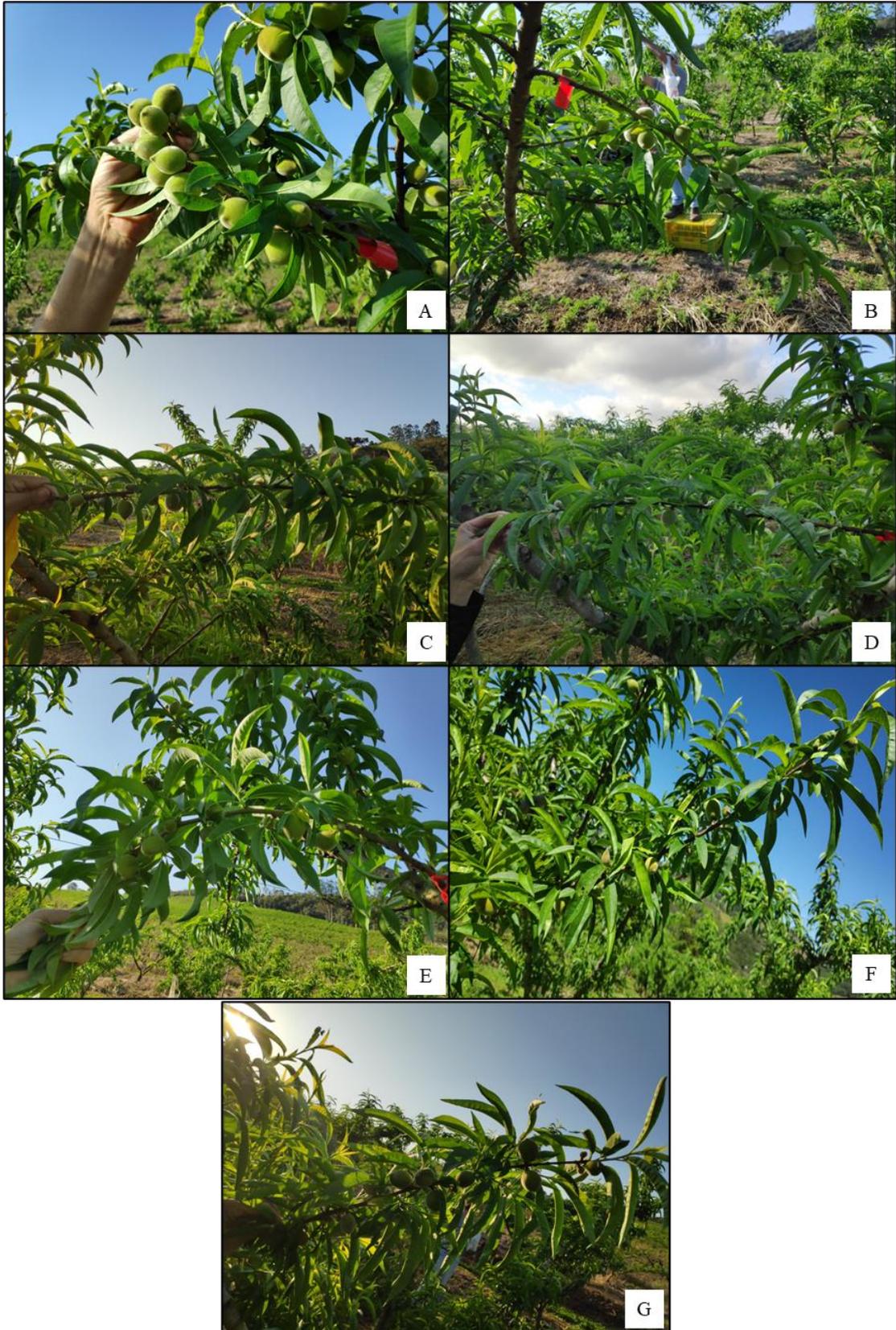
| <b>Tratamento</b>         | <b>Custo do raleante ou raleante + GA<sub>3</sub> (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(1)</sup></b> | <b>Custo do espalhante adesivo (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(1)</sup></b> | <b>Custo da aplicação tratorizada e do tratorista (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(2)</sup></b> | <b>Custo total da aplicação (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(3)</sup></b> | <b>Economia de mão de obra (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(4)</sup></b> | <b>Faturamento esperado (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(5)</sup></b> | <b>Diferença no faturamento (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(6)</sup></b> | <b>Saldo (R\$ ha<sup>-1</sup>)<sup>(7)</sup></b> |
|---------------------------|---|--|---|---|--|---|---|--|
| Controle                  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 96.804,24   | 0   | 0  |
| ACC 150                   | 1.312,50  | 64,50  | 118,71  | 1.495,71  | -510,88  | 100.130,90  | 3.326,66  | 1.320,07   |
| ACC 300                   | 2.625,00  | 64,50  | 118,71  | 2.808,21  | 522,08   | 113.995,00  | 17.190,76   | 14.904,63  |
| ACC 600                   | 5.250,00  | 64,50  | 118,71  | 5.433,21  | 4.394,56   | 54.775,00   | -42.029,24  | -43.067,89                                       |
| ACC 300 + GA <sub>3</sub> | 3.925,00  | 64,50  | 118,71  | 4.108,21  | 7.766,24   | 44.870,00   | -51.934,24  | -48.276,21                                       |
| Etefom                    | 537,50  | 64,50  | 118,71  | 720,71  | 2.758,24   | 70.575,72   | -26.228,51  | -24.190,98                                       |
| Etefom + GA <sup>3</sup>  | 1.837,50  | 64,50  | 118,71  | 2.020,71  | 3.739,20   | 58.436,19   | -38.368,04  | -36.649,55                                       |

<sup>1</sup>Conforme a concentração utilizada em cada tratamento e o volume de calda (1.000 L ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Conforme o tempo estimado para aplicação (2,5 h ha<sup>-1</sup>), o consumo médio de um trator de 50-55 cv de potência e custos médios de combustível, óleos e lubrificantes e mão de obra do tratorista. <sup>3</sup>Custo do raleante + custo do GA<sub>3</sub> (caso presente) + custo do espalhante adesivo + custo da aplicação tratorizada e do tratorista. <sup>4</sup>Considerando a redução no tempo de raleio manual em relação ao controle e o custo médio da mão de obra na região (R\$ 16,00 h<sup>-1</sup>). <sup>5</sup>Considerando a produtividade e o preço médio de venda dos frutos (R\$ 3,50 kg<sup>-1</sup>). <sup>6</sup>Em relação ao faturamento esperado no tratamento controle. <sup>7</sup>Calculado como: (economia de mão de obra + diferença no faturamento) – custo total de aplicação.

APÊNDICE 7. Aspecto de plantas de pessegueiros ‘Chimarrita’ nos ciclos 2022/2023 (A) e 2023/2024 (B) e de ameixeiras ‘Reubennel’ (C) no dia da aplicação; aspecto de frutos removidos durante o raleio manual de pessegueiros ‘Chimarrita’, com separação entre frutos normais e pigmeus (D), e ameixeiras ‘Reubennel’ (E) submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. Flores da Cunha/RS, ciclos 2022/2023 e 2023/2024; Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.



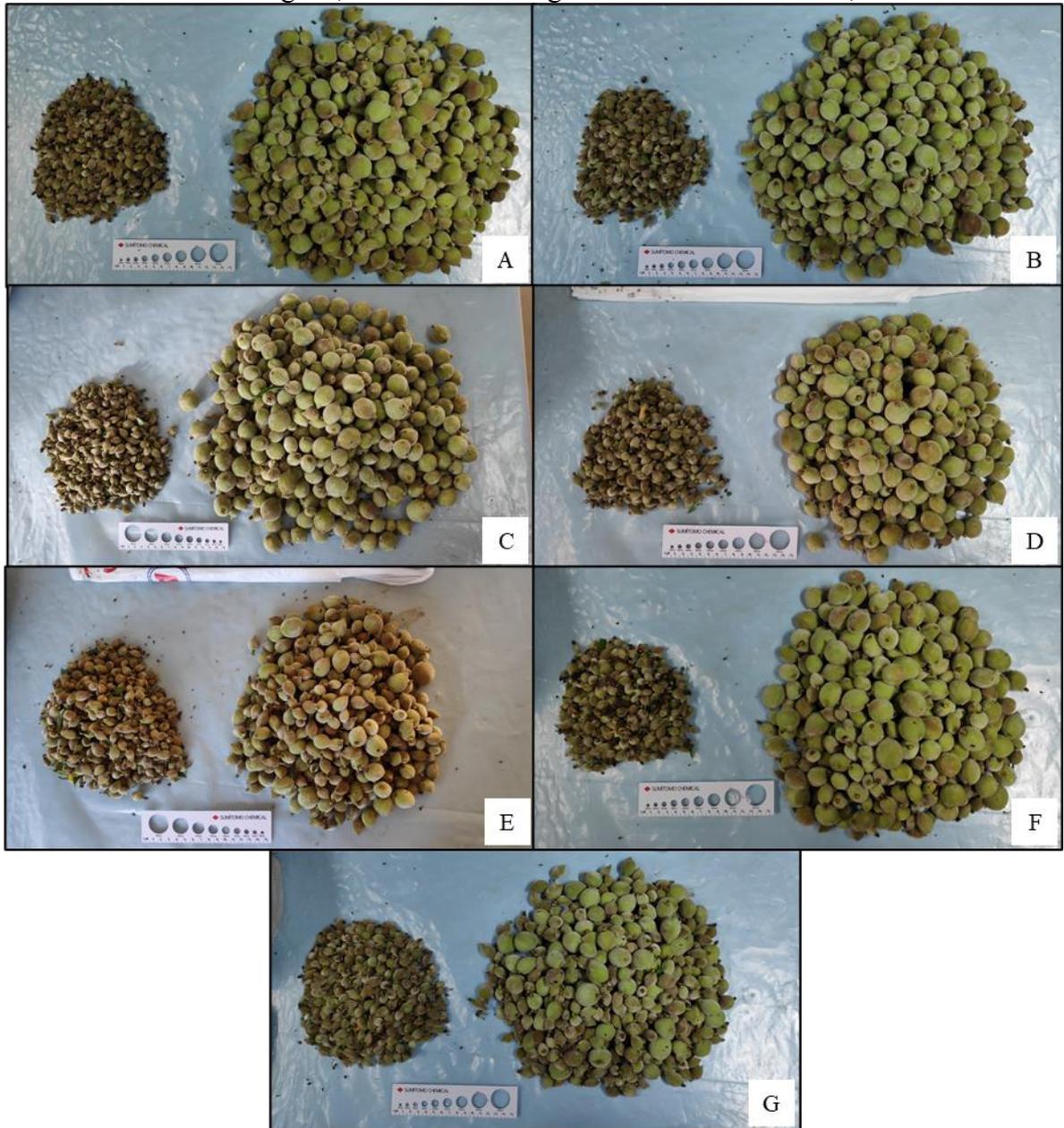
APÊNDICE 8. Ramos de pessegueiros 'Chimarrita' submetidos à aplicação de ACC como raleante químico no momento do raleio manual. A: controle; B: ACC 150 mg L<sup>-1</sup>; C: ACC 300 mg L<sup>-1</sup>; D: ACC 450 mg L<sup>-1</sup>; E: ACC 600 mg L<sup>-1</sup>; F: ACC 750 mg L<sup>-1</sup>; G: etefom 300 mg L<sup>-1</sup>. Flores da Cunha/RS, ciclos 2022/2023 e 2023/2024.



APÊNDICE 9. Frutos caídos sob a copa antes do raleio manual de ameixeiras 'Reubennel' submetidas à aplicação de ACC como raleante químico. A: controle; B: ACC 150 mg L<sup>-1</sup>; C: ACC 300 mg L<sup>-1</sup>; D: ACC 600 mg L<sup>-1</sup>; E: ACC 300 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup>; F: etefom 430 mg L<sup>-1</sup>; G: etefom 430 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup>. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.



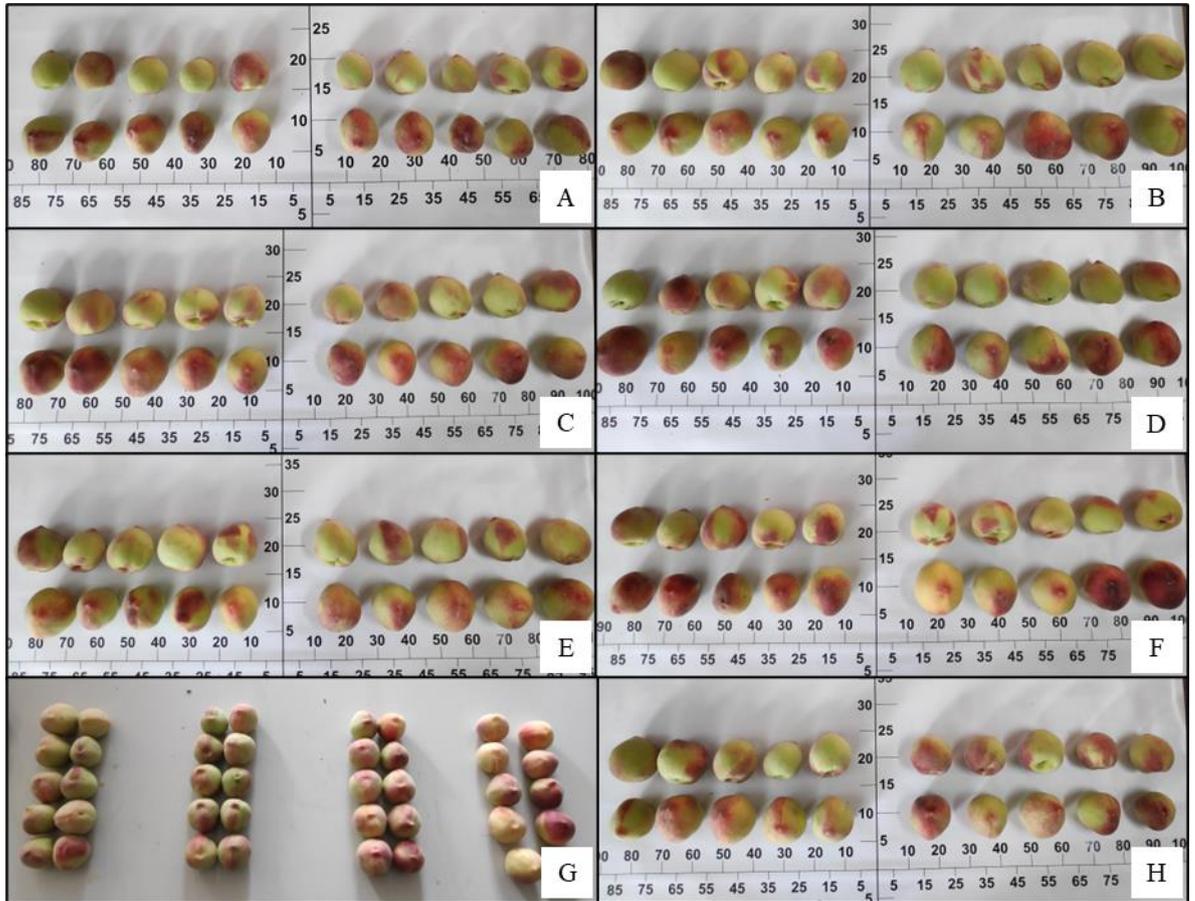
APÊNDICE 10. Frutos removidos de uma planta no raleio manual de pessegueiros 'Chimarrita' submetidos à aplicação de ACC como raleante químico, com separação entre frutos normais e pigmeus. A: controle; B: ACC 150 mg L<sup>-1</sup>; C: ACC 300 mg L<sup>-1</sup>; D: ACC 450 mg L<sup>-1</sup>; E: ACC 600 mg L<sup>-1</sup>; F: ACC 750 mg L<sup>-1</sup>; G: etefom 300 mg L<sup>-1</sup>. Flores da Cunha/RS, ciclo 2023/2024.



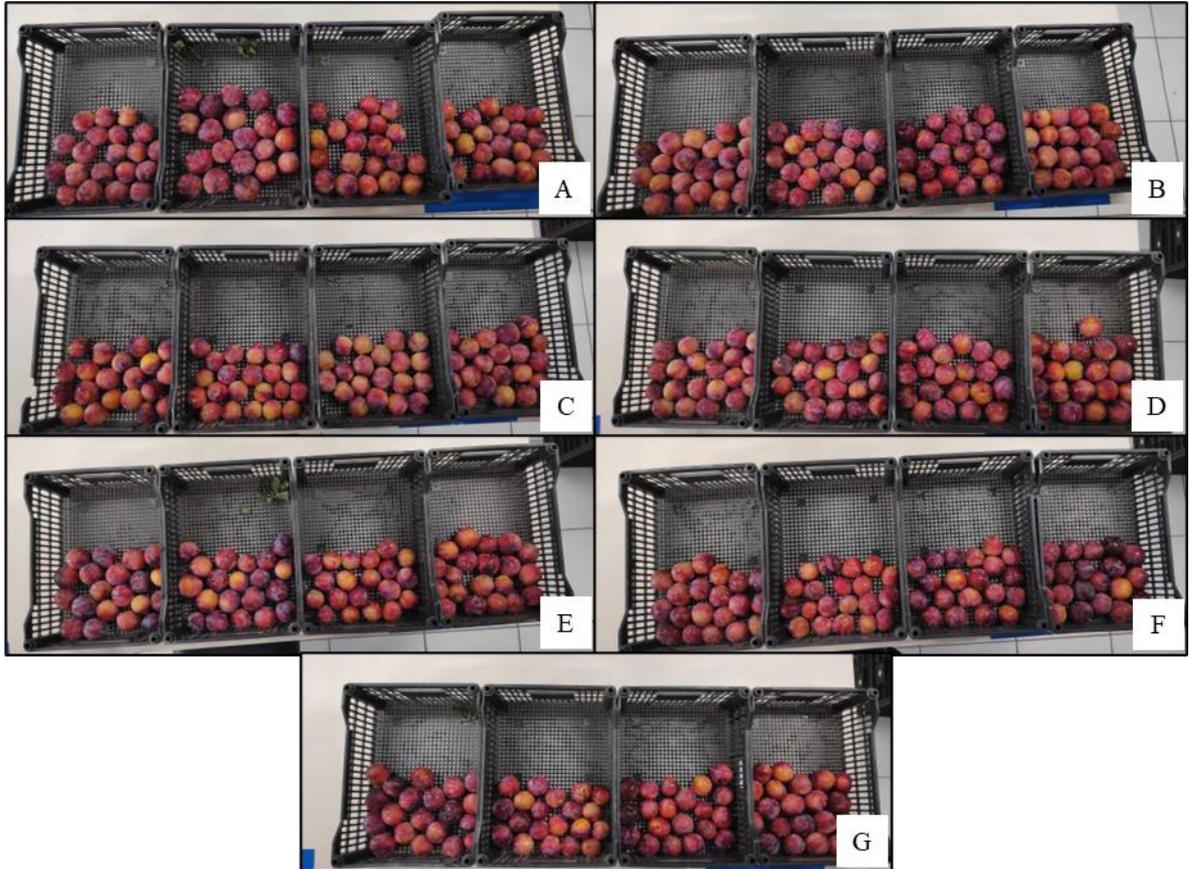
APÊNDICE 11. Frutos removidos de uma planta no raleio manual de ameixeiras 'Reubennel' submetidas à aplicação de ACC como raleante químico. A: controle; B: ACC 150 mg L<sup>-1</sup>; C: ACC 300 mg L<sup>-1</sup>; D: ACC 600 mg L<sup>-1</sup>; E: ACC 300 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup>; F: etefom 430 mg L<sup>-1</sup>; G: etefom 430 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup>. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.



APÊNDICE 12. Frutos colhidos de pessegueiros 'Chimarrita' submetidos à aplicação de ACC como raleante químico. A: controle sem raleio; B: controle; C: ACC 150 mg L<sup>-1</sup>; D: ACC 300 mg L<sup>-1</sup>; E: ACC 450 mg L<sup>-1</sup>; F: ACC 600 mg L<sup>-1</sup>; G: ACC 750 mg L<sup>-1</sup>; H: etefom 300 mg L<sup>-1</sup>. Flores da Cunha/RS, ciclos 2022/2023 e 2023/2024.



APÊNDICE 13. Frutos colhidos de ameixeiras 'Reubennel' submetidas à aplicação de ACC como raleante químico. A: controle; B: ACC 150 mg L<sup>-1</sup>; C: ACC 300 mg L<sup>-1</sup>; D: ACC 600 mg L<sup>-1</sup>; E: ACC 300 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup>; F: etefom 430 mg L<sup>-1</sup>; G: etefom 430 mg L<sup>-1</sup> + GA<sub>3</sub> 100 mg L<sup>-1</sup>. Caxias do Sul/RS, ciclo 2023/2024.



## 7 ANEXOS

ANEXO 1. Estádios de crescimento fenológico e chaves de identificação BBCH de frutas de caroço.

(cereja = *Prunus cerasus* L., ameixa = *Prunus domestica* L. ssp. *domestica*,  
pêssego = *Prunus persica* Batsch., damasco = *Prunus ameriaca* L.)

| <b>Código</b>   | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| <b>Estádio de crescimento principal 0: brotação/desenvolvimento da gema</b> |   |
| 00  | Dormência: gemas foliares e gemas florais, mais grossas, fechadas e cobertas por escamas marrom-escuras               |
| 01  | Início do inchamento de gemas (gemas foliares): escamas marrom-claras visíveis, escamas com ápices de coloração clara |
| 03  | Final do inchamento de gemas foliares: escamas separadas, secções da gema verde-claras visíveis                       |
| 09  | Ápices de folha verde visíveis: escamas marrons caídas, gemas encerradas por escamas verde-claras                     |
| <b>Estádio de crescimento principal 1: desenvolvimento da folha</b>         |   |
| 10  | Primeiras folhas separadas: escamas verdes levemente abertas, folhas emergindo  |
| 11  | Primeiras folhas desdobradas, eixo de desenvolvimento de ramo visível   |
| 19  | Primeiras folhas totalmente expandidas  |
| <b>Estádio de crescimento principal 3: desenvolvimento do ramo 1</b>        |   |
| 31  | Início do crescimento do ramo: eixos dos ramos em desenvolvimento visíveis  |
| 32  | Ramos com cerca de 20% do comprimento final   |
| 33  | Ramos com cerca de 30% do comprimento final   |
| 3.  | Estádios continuam até...   |
| 39  | Ramos com cerca de 90% do comprimento final   |
| <b>Estádio de crescimento principal 5: emergência da inflorescência</b>     |   |
| 51  | Gemas de inflorescência inchando: gemas fechadas, escamas marrom-claras visíveis                                      |
| 53  | Brotação: escamas separadas, secções de gemas verde-claras visíveis   |
| 54  | Inflorescência encerrada por escamas verde-claras, se tais escamas estão formadas (não em todas as cultivares)        |
| 55  | Gemas florais individuais visíveis (ainda fechadas) conectadas em pedicelos curtos, escamas verdes levemente abertas  |
| 56  | Pedicelo da flor alongando: sépalas fechadas; flores individuais separando  |
| 57  | Sépalas abertas: ápices das pétalas visíveis; flores individuais com pétalas brancas ou rosas (ainda fechadas)        |
| 59  | Maior parte das flores com pétalas formando uma bola oca  |
| <b>Estádio de crescimento principal 6: floração</b>                         |   |
| 60  | Primeiras flores abertas  |

continuação ANEXO 1. Estádios de crescimento fenológico e chaves de identificação BBCH de frutas de caroço.

|   |  |
|---|--|
| 61  | Início da floração: cerca de 10% das flores abertas                      |
| 62  | Cerca de 20% das flores abertas  |
| 63  | Cerca de 30% das flores abertas  |
| 64  | Cerca de 40% das flores abertas  |
| 65  | Plena floração: ao menos 50% de flores abertas, primeiras pétalas caindo |
| 67  | Flores murchando: maioria das pétalas caídas                             |
| 69  | Final da floração: todas as pétalas caídas                               |
| <b>Estádio de crescimento principal 7: desenvolvimento do fruto</b>         |  |
| 71  | Ovário crescendo; queda de frutos após a floração                        |
| 72  | Ovário verde cercado por cálice definhando, sépalas começando a cair     |
| 73  | Segunda queda de frutos  |
| 75  | Frutos com cerca de metade do tamanho final                              |
| 77  | Frutos com cerca de 70% do tamanho final                                 |
| 78  | Frutos com cerca de 80% do tamanho final                                 |
| 79  | Frutos com cerca de 90% do tamanho final                                 |
| <b>Estádio de crescimento principal 8: maturação do fruto e da semente</b>  |  |
| 81  | Início da coloração do fruto   |
| 85  | Coloração avançada   |
| 87  | Fruto maduro para colheita   |
| 89  | Fruto maduro para consumo: fruto possui sabor e firmeza típicos          |
| <b>Estádio de crescimento principal 9: senescência, início da dormência</b> |  |
| 91  | Crescimento do ramo completo; folhagem ainda totalmente verde            |
| 92  | Folhas começam a descolorir  |
| 93  | Início da queda de folhas  |
| 95  | 50% das folhas descoloridas ou caídas                                    |
| 97  | Todas as folhas caídas   |
| 99  | Produto colhido  |

Fonte: adaptado de Meier (2001).