

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 FRUTOS DE PESSEGUEIRO CULTIVADO SOB TELA
ANTIGRANIZO E A CÉU ABERTO NA SERRA GAÚCHA

Alexandre de Oliveira Frozza
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

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
Julho, 2023

CIP - Catalogação na Publicação

Frozza, Alexandre de Oliveira

Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiro cultivado sob tela antigranizo e a céu aberto na Serra Gaúcha / Alexandre de Oliveira Frozza. -- 2023.

79 f.

Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. Prunus persica. 2. Pessegueiro. 3. Raleio Químico. 4. Raleio Manual. 5. Etileno. I. Marodin, Gilmar Arduino Bettio, orient. II. Título.

ALEXANDRE DE OLIVEIRA FROZZA
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

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

Aprovado em: 28.07.2023
Pela Banca Examinadora

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Orientador
PPG Fitotecnia/UFRGS

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

CARINE COCCO
UCS

MATEUS PEREIRA GONZATTO
UFV

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de
Agronomia

SÉRGIO FRANCISCO SCHWARZ
PPG Fitotecnia/UFRGS

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo carinho, apoio, conselhos e incentivo durante mais esta etapa da minha vida.

Ao professor e orientador Gilmar Arduino Bettio Marodin pela amizade, convívio, disponibilidade, orientação e compartilhamento do conhecimento necessário para a realização deste trabalho.

Ao colega da pós-graduação Gabriel Molon Molinetti pela amizade, convívio e auxílio na realização dos trabalhos.

Aos colegas da Emater/RS-Ascar Alex Maquiel Klein e Henrique Thomas Queiroz e ao colega de profissão Dagoberto Zan pela amizade e auxílio na realização das atividades a campo.

Aos produtores José Antônio Nichetti e Rudimar Paese pela confiança, parceria e disponibilização das áreas de estudo.

À professora Carine Cocco da Universidade de Caxias do Sul (UCS) por disponibilizar o laboratório para as análises pós-colheita.

À Valent BioSciences e à Sumitomo Chemical Latin America através da Poliana Francesatto e Ana Paula Fernandes de Lima Turmina, respectivamente, pela disponibilidade, confiança e fornecimento do material necessário para a realização dos trabalhos a campo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, à Faculdade de Agronomia e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia pelo conhecimento compartilhado nesta e em outras etapas da minha formação profissional e acadêmica.

ÁCIDO 1-AMINOCICLOPROPANO-1-CARBOXÍLICO (ACC) NA REDUÇÃO DO RALEIO MANUAL DE FRUTOS DE PESSEGUIRO CULTIVADO SOB TELA ANTIGRANIZO E A CÉU ABERTO NA SERRA GAÚCHA¹

Autor: Alexandre de Oliveira Frozza
Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin

RESUMO

O raleio é uma técnica empregada na remoção do excesso de carga da planta visando à obtenção de frutos com adequada qualidade para a comercialização. Em muitas regiões produtoras, o raleio manual é o principal método utilizado nos pomares de pessegueiros, sendo realizado até a lignificação do endocarpo. Trata-se de uma prática que requer tempo e uma quantidade elevada de mão de obra especializada, impactando sobremaneira no custo de produção. Nesse sentido, a utilização de raleantes químicos busca diminuir a dependência da mão de obra para a execução do raleio de frutos em pessegueiros. Contudo, a ação individual ou em conjunto de uma série de fatores meteorológicos e culturais tem influenciado nos resultados e, conseqüentemente, na adoção do raleio químico pelo setor produtivo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações e épocas de aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiros. Utilizou-se a cultivar PS 10711 implantada sob tela antigranizo e a céu aberto no município de Pinto Bandeira, Rio Grande do Sul. Para ambas as áreas, o delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3×2 (300, 450 e 600 mg L⁻¹ de ACC aplicadas na plena floração e na queda de pétalas), sendo utilizados como tratamentos adicionais a aplicação de 150 mg L⁻¹ de etefon na plena floração e plantas sem raleio químico (controle). Avaliou-se frutificação efetiva, taxa de abscisão de frutos, número de frutos retirados no raleio manual, produção por planta, produtividade, eficiência produtiva, peso médio e calibre dos frutos, firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT. Na área a céu aberto, a aplicação do ACC não influenciou na maioria das variáveis analisadas, independente da concentração e época utilizada. Na área sob tela antigranizo, a concentração de 600 mg L⁻¹ na plena floração resultou em maior taxa de abscisão, reduzindo em 19% a frutificação efetiva. Em ambas as áreas, a aplicação do ACC na plena floração ou na queda de pétalas não interferiu na produção e qualidade dos frutos do pessegueiro 'PS 10711'. O ACC apresentou efeito raleante quando aplicado na plena floração do pessegueiro 'PS 10711' sob tela antigranizo, porém não foi efetivo em sua ação na área a céu aberto.

¹Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (79f.) Julho, 2023.

1-AMINOCYCLOPROPANE-1-CARBOXYLIC ACID (ACC) IN THE REDUCTION OF MANUAL FRUIT THINNING OF PEACH TREES CULTIVATED UNDER HAIL NET AND IN OPEN SKY IN SOUTHERN BRAZIL¹

Author: Alexandre de Oliveira Frozza
Adviser: Gilmar Arduino Bettio Marodin

ABSTRACT

Thinning is a technique used to remove excess of load from the plant in order to obtain fruits with adequate quality for commercialization. In many producing regions, manual thinning is the main method used in peach orchards, being carried out until the endocarp hardening phase. It is a practice that requires time and a high amount of skilled labor, greatly impacting the cost of production. In this way, the use of chemical thinners seeks to reduce the dependence on labor for thinning peach trees. However, the individual or joint action of a series of meteorological and cultural factors has influenced the results and, consequently, the adoption of chemical thinning by the productive sector. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of different concentrations and times of application of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in reducing manual fruit thinning of peach trees. It was used the cultivar PS 10711 implanted under hail net and in open sky in the municipality of Pinto Bandeira, Rio Grande do Sul. For both areas, the experimental design was in randomized blocks in a 3×2 factorial arrangement (300, 450 and 600 mg L⁻¹ of ACC applied at full bloom and at petal fall), with the application of 150 mg L⁻¹ of ethephon at full bloom and plants without chemical thinning (control) as additional treatments. Effective fruiting index, fruit abscission rate, number of fruits removed in hand thinning, production per plant, productivity, productive efficiency, average weight and fruit caliber, pulp firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (TA) and SS/AT ratio were evaluated. In the open sky area, ACC application did not differ in most of the variables analyzed, regardless of the concentration and time used. In the hail net area, the concentration of 600 mg L⁻¹ at full bloom resulted in a higher abscission rate, reducing fruit set by 19%. In both areas, application of ACC at full bloom or at petal fall did not interfere in the production and quality of the fruits of the peach tree 'PS 10711'. ACC had a thinning effect on peach 'PS 10711' under hail net when applied at full bloom, but it was not effective in its action in the open sky area.

¹Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (79p.) July, 2023.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 BOTÂNICA, MORFOLOGIA E ORIGEM DO PESSEGUEIRO	5
2.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA PERSICULTURA NA SERRA GAÚCHA.....	8
2.3 ASPECTOS FITOTÉCNICOS DO AMBIENTE PROTEGIDO NA FRUTICULTURA.....	9
2.4 FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO DO PESSEGUEIRO	11
2.5 ZONA DE ABCISÃO E A QUEDA NATURAL DE FRUTOS.....	12
2.6 RALEIO.....	14
2.6.1 Raleio manual.....	16
2.6.2 Raleio mecânico	17
2.6.3 Raleio químico.....	18
2.7 REFERÊNCIAS	23
3 ARTIGO 1	23
ÁCIDO 1-AMINOCICLOPROPANO-1-CARBOXÍLICO (ACC) NA REDUÇÃO DO RALEIO MANUAL DE FRUTOS DE PESSEGUEIROS ‘PS 10711’	35
4 ARTIGO 2	51
ÁCIDO 1-AMINOCICLOPROPANO-1-CARBOXÍLICO (ACC) NA REDUÇÃO DO RALEIO MANUAL DE FRUTOS DE PESSEGUEIROS ‘PS 10711’ SOB TELA ANTIGRANIZO.....	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6 APÊNDICE.....	69

LISTA DE TABELAS

Página

ARTIGO 1

1. Frutificação efetiva e abscisão de frutos aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 42
2. Frutos retirados no raleio manual aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 43
3. Frutos colhidos por planta, massa média de frutos, produção por planta, produtividade e eficiência produtiva de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 45
4. Firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 47

ARTIGO 2

1. Frutificação efetiva e abscisão de frutos aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 58
2. Frutos retirados no raleio manual aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 60
3. Frutos colhidos por planta, massa média de frutos, produção por planta, produtividade e eficiência produtiva de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 61

4. Firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de pessegueiros 'PS 10711' sob tela antigranizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 63

LISTA DE FIGURAS

Página

ARTIGO 1

1. Temperatura máxima, mínima e precipitação antes, durante e após a aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) em plena floração (PF) e queda de pétalas (QP) no pessegueiro ‘PS 10711’. Fonte dos dados: Estação Meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves/RS, Brasil..... 44
2. Porcentagem de frutos nas classes de diâmetro $\leq 60\text{mm}$, 61 a 69mm e $\geq 70\text{mm}$ de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos a diferentes concentrações de ACC (300, 450 e 600 mg L⁻¹) na plena floração (PF) e na queda de pétalas (QP), à aplicação de etefon (ET) e ao controle (CT). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 46

ARTIGO 2

1. Temperatura máxima, mínima e precipitação antes, durante e após a aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) em plena floração (PF) e queda de pétalas (QP) no pessegueiro ‘PS 10711’ sob tela antigranizo. Fonte dos dados: Estação Meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves/RS, Brasil..... 60
2. Porcentagem de frutos nas classes de diâmetro $\leq 60\text{mm}$, 61 a 69mm e $\geq 70\text{mm}$ de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos a diferentes concentrações de ACC (300, 450 e 600 mg L⁻¹) na plena floração (PF) e na queda de pétalas (QP), à aplicação de etefon (ET) e ao controle (CT). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023..... 62

1 INTRODUÇÃO

O Brasil em 2021 ocupava a décima primeira posição entre os maiores produtores mundiais de pêssego com uma produção de 199.010 toneladas (t) em uma área de 15.496 hectares (ha) colhidos (FAO, 2023). As regiões Sul e Sudeste concentram a produção comercial no país, sendo os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina os maiores produtores nacionais com uma produção de 125.847, 31.807 e 19.628 t de pêssegos, respectivamente (IBGE, 2023a). No Rio Grande do Sul, destacam-se três regiões produtoras: Metade Sul do Estado, principalmente Pelotas e seu entorno, com a produção de pêssegos para indústria; e, as regiões da Serra Gaúcha e da Grande Porto Alegre com a produção de pêssegos de mesa (Madail, 2014b). Não obstante a produção nacional, para suprir a demanda interna são importadas 11.428,12 t da fruta (FAO, 2023), o que aponta para um potencial de expansão de produção da cultura no país (Madail, 2014a).

Na comercialização do pêssego de mesa, tamanho (calibre), cor da epiderme e ausência de defeitos são algumas das características do fruto que o consumidor observa no momento da compra (Penso *et al.*, 2018; Trevisan *et al.*, 2010). Ao analisar os atributos determinantes do preço de venda do pêssego para consumo in natura, Lima *et al.* (2009) constataram que, tanto no atacado quanto no varejo, frutos de maior calibre obtiveram maior valorização em relação aos frutos de menor calibre. No cultivo do pessegueiro, a produtividade e a qualidade de frutos são influenciadas por uma série de fatores, tais como: clima, solo, porta-enxerto, cultivar copa, densidade de plantio, sistema de condução, adubação, tratamentos fitossanitários, poda, raleio, entre outros (Raseira; Pereira; Carvalho, 2014). O raleio de frutos é uma técnica agrônômica empregada na remoção do excesso de carga da planta visando à obtenção de frutos com adequada qualidade para a comercialização (Pereira; Raseira, 2014).

A maioria das cultivares comerciais atuais de pêssego obtém uma carga de frutos maior do que as plantas conseguem suportar para uma produção comercial adequada (Njoroge; Reighard, 2008), mesmo quando apropriadamente podadas (Dejong; Grossman, 1994). Conforme às condições meteorológicas e a cultivar, a frutificação efetiva do

pessegueiro pode variar de 13,5 a 83,2% (Szabó; Nyéki, 2000). Citadin *et al.* (2014) avaliaram a frutificação e a produção de 29 genótipos de pessegueiro durante três safras em uma região de clima subtropical e observaram que a frutificação efetiva média variou de 17,6 a 70,1%, de acordo com a cultivar.

No pessegueiro, a floração ocorre antes do desenvolvimento foliar. Assim, após o período de repouso hibernar, a retomada do ciclo vegetativo é suportada pelas reservas de carbono e nitrogênio, pois a fotossíntese líquida é insuficiente (Bassi; Monet, 2008; Lopez; Dejong, 2007). O número elevado de frutos por planta associado com a limitação de carboidratos de reserva limita o crescimento e reduz o tamanho dos frutos (Dejong; Grossman, 1995; Pavel; Dejong, 1993). Dessa forma, visto que normalmente o pessegueiro apresenta floração abundante e elevada taxa de frutificação efetiva, o raleio torna-se uma prática obrigatória em pomares comerciais (Agustí, 2010).

O raleio pode ser realizado através de distintos métodos, tais como: manual, mecânico ou químico. Em muitas regiões produtoras o raleio manual é utilizado nos pomares de pessegueiros, sendo realizado até a lignificação do endocarpo, cerca de 45 a 50 dias após a plena floração (Meitei *et al.*, 2013). Trata-se de uma prática que requer tempo e uma quantidade elevada de mão de obra especializada, impactando sobremaneira no custo de produção (Nachtigal; Kersten, 2008).

No Rio Grande do Sul, o raleio manual de frutos em pessegueiros cultivados nas distintas regiões produtoras demanda cerca de 40 dias/homem/ha (Madail; Reichert; Dossa, 2002; Protas; Freire, 2003) – necessidade que pode variar de acordo com a cultivar, frutificação do ano, densidade de plantio, vigor, idade da planta (Petri *et al.*, 2016b; Taheri *et al.*, 2012) e sistema de condução.

Pesquisas com outros métodos de raleio, como o mecânico e o químico, têm sido realizadas visando reduzir ou, inclusive, eliminar a necessidade do raleio manual nos pomares de pessegueiros (Barreto *et al.*, 2019; Farias *et al.*, 2019b; Martin-Gorriz; Torregrosa; García-Brunton, 2011; Torres; Giné-Bordonaba; Asín, 2021).

O raleio realizado na fase de botões florais ou durante o florescimento reduz o efeito da competição por nutrientes entre os frutos remanescentes, maximizando o potencial de crescimento do fruto (Grossman; Dejong, 1995b). Contudo, visto que nestas fases a frutificação efetiva ainda não aconteceu, a redução de carga por planta pode ser excessiva, caso ocorram problemas de polinização e fertilização ou de queda natural excessiva (Byers; Marini, 1994).

Para muitas regiões produtoras a probabilidade de ocorrência de geadas tardias é um fator limitante à execução do raleio nos estádios fenológicos anteriores à frutificação efetiva

(Baugher *et al.*, 1991; Osborne; Robinson, 2008). Nestas condições, o potencial de perda e redução na produção pode ser mais significativo que o potencial de crescimento e desenvolvimento dos frutos (Njoroge; Reighard, 2008). Além disso, a redução excessiva no número de frutos aumenta a relação de folhas por fruto, resultando em maior crescimento vegetativo em virtude da maior disponibilidade de fotoassimilados (Dejong; Grossman, 1995; Grossman; Dejong, 1995b), exigindo posteriormente incremento de mão de obra para a realização da poda verde em ramos ladrões.

A ação individual ou em conjunto de uma série de fatores, como o princípio ativo e a concentração do produto, cultivar, idade e vigor da planta, estágio fenológico, condição meteorológica do dia da aplicação e dos dias anteriores e posteriores, horário da aplicação, tem influenciado nos resultados e, conseqüentemente, na adoção ou não do raleio químico pelo setor produtivo (Coneva; Cline, 2006).

Frequentemente, as condições climáticas no Rio Grande do Sul são adversas para o cultivo do pessegueiro, quando comparadas com as de outros países tradicionais, observando-se a ocorrência de geadas no início da ciclo da cultura (principalmente nos estádios fenológicos de botão rosado à queda de sépalas e início de frutificação), de precipitações pluviométricas excessivas durante a floração, de estiagens na maturação e de granizo, este último principalmente nos meses de primavera e verão (Viana; Aquino; Muñoz, 2009), em virtude da combinação de fatores climáticos como umidade do ar elevada, sistemas convectivos de massas de ar e chegada de frentes frias (Martins *et al.*, 2017). Dessa forma, o uso do cultivo protegido na fruticultura tem crescido significativamente nos últimos anos com o objetivo de reduzir os danos do granizo nos pomares (Manja; Aoun, 2019).

Contudo, a adoção do cultivo protegido implica em modificações no microclima do pomar, principalmente em relação à radiação solar incidente, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento (Amarante; Miqueloto; Steffens, 2012; Bosco *et al.*, 2018). Nesse sentido, a menor luminosidade observada nos pomares sob tela antigranizo demanda ajustes na concentração dos raleantes químicos, visto que estes apresentam maior efetividade em condições de sombreamento em virtude da redução da disponibilidade de fotoassimilados, podendo resultar em raleio excessivo e, conseqüentemente, em redução de produção (Hawerroth *et al.*, 2017). Um dos principais objetivos do raleio é aumentar o tamanho dos frutos através do ajuste de carga, mas sem comprometer o rendimento econômico (Marini; Reighard, 2008).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar o ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos e seu efeito sobre os aspectos produtivos e qualitativos de uma cultivar de pessegueiro destinada ao consumo in natura

cultivada sob tela antigranizo e a céu aberto nas condições edafoclimáticas e produtivas da Serra Gaúcha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Botânica, morfologia e origem do pessegueiro

O pessegueiro cultivado *Prunus persica* (L.) Batsch é uma árvore caducifólia pertencente à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Prunoideae, gênero *Prunus*, subgênero *Amygdalus*, seção *Euamygdalus* (Raseira; Byrne; Franzon, 2008).

O gênero *Prunus* tem número básico de cromossomos igual a oito, sendo *Prunus persica* uma espécie diploide ($2n = 16$) e que apresenta três variedades botânicas: *Prunus persica* var. *vulgaris* (o pessegueiro comumente conhecido com frutos de epiderme pilosa), *Prunus persica* var. *nucipersica* (com frutos de epiderme glabra, correspondendo à nectarineira) e *Prunus persica* var. *platicarpa* – cujo fruto possui formato achatado e é conhecido na China como *peentoos* ou *pentao* (Raseira; Nakasu, 2002).

Os pessegueiros apresentam ampla variabilidade genética para porte (muito pequeno ou anão, pequeno, médio, grande e muito grande), vigor (fraco, médio ou forte) e hábito de crescimento – vertical, semivertical, aberto, pendente, chorão, entre outros (Bassi; Monet, 2008; Castro; Barbieri, 2014). O tronco e os ramos mais velhos são de coloração acinzentada em distintas tonalidades e apresentam estruturas conhecidas como lenticelas que possibilitam as trocas gasosas entre os tecidos internos e a atmosfera, especialmente em condição de umidade excessiva no solo, observando-se, inclusive, o desenvolvimento de lenticelas hipertrofiadas no caule de genótipos de porta-enxertos tolerantes à hipoxia (Pimentel *et al.*, 2014).

O sistema radicular é inicialmente pivotante, mas logo as raízes se ramificam lateralmente e se tornam numerosas, extensas e pouco profundas. As raízes também possuem lenticelas e são sensíveis à presença de raízes de pessegueiros vizinhos (Raseira; Centellas Quezada, 2003), principalmente em áreas de replantio. A hidrólise da prunasina, um glicosídeo cianogênico presente na casca e raízes dos pessegueiros, resulta na liberação do cianeto, composto altamente tóxico que inibe a respiração celular e as reações enzimáticas

de oxirredução das células, comprometendo o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de pessegueiro vizinhas (Gur; Cohen, 1989; Mayer; Ueno, 2021).

Os ramos assim que brotam são verdes, com regiões avermelhadas ou não, e à medida que amadurem adquirem a coloração marrom. Classificados de acordo com a composição de gemas floríferas e contribuindo de distintas formas para a produção e qualidade de frutos, diferentes tipos de ramos podem ser observados: mistos, ramalhetes de maio, dardos e ladrões (Bassi; Monet, 2008; Castro; Barbieri, 2014). Ainda de acordo com Castro e Barbieri (2014), as folhas são distribuídas alternadamente e podem: possuir coloração verde, purpúrea ou variegada durante o período de crescimento; ser oblongas ou lanceoladas (formato); e, apresentar lâmina foliar com margens serrilhadas, crenadas ou dentadas. As folhas jovens possuem estípulas temporárias na sua base e, com o amadurecimento, no final do ciclo vegetativo a coloração das folhas é amarelo-clara nas cultivares de polpa branca e varia de amarelo-intensa à alaranjada nas cvs. de polpa amarela.

Inicialmente toda gema é vegetativa, ocorrendo inicialmente a indução a partir de estímulo ambiental e/ou hormonal e a diferenciação em gemas floríferas no pessegueiro entre meados e fim do verão – sendo que este processo é finalizado durante o período de repouso vegetativo (Castro; Barbieri, 2014; Nava; Marodin; Santos, 2009; Penso *et al.*, 2020). Nos ramos mistos, observa-se frequentemente a presença de uma gema vegetativa central, ladeada por duas gemas de flor. Porém, o número e a distribuição de gemas florais e vegetativas por nó podem variar em função do tipo de ramo, cultivar e idade da planta (Gordon; Damiano; Dejong, 2006; Okie; Werner, 1996). Em virtude de diferenças de requerimento de horas frio, a antese tende a ocorrer antes da brotação (Gariglio *et al.*, 2006). As gemas vegetativas são menores, cônicas e ligeiramente recobertas por escamas pilosas, enquanto que as gemas floríferas são maiores, globosas e abundantemente recobertas por escamas pilosas (Castro; Barbieri, 2014).

No pessegueiro as flores são perfeitas, completas, períginas (ovário súpero) e possuem um único pistilo, geralmente. O gineceu é pubescente, súpero e unicarpelar. Segundo Nava *et al.* (2011), altas temperaturas na floração e na pré-floração interferem negativamente no desenvolvimento morfológico dos pistilos. O androceu é composto por trinta ou mais estames e por filamentos longos e delgados que sustentam anteras com quatro lóculos, onde ocorre o desenvolvimento dos grãos de pólen (Sachs; Campos, 1998). A corola é do tipo rosácea ou campanulada, com cinco pétalas, normalmente, e conforme a cultivar apresenta coloração que vai do branco ao rosa avermelhado (Castro; Barbieri, 2014). No cálice, observa-se a presença de nectários e sua cor interna está relacionada à cor da polpa

do fruto: cor amarelo-esverdeada ou amarelo-clara, fruto de polpa branca; cor alaranjada, fruto de polpa amarela (Raseira; Nakasu, 2002).

O fruto do pessegueiro é do tipo drupa e possui a epiderme recoberta por tricomas que variam em intensidade, de muito baixa a muito alta, mas que também podem estar ausentes – o caso das nectarinas (Raseira; Centellas Quezada, 2003). No fruto maduro, distintas colorações de epiderme (creme ou amarela, laranja ou até vermelho-escura) e de polpa (branca, amarelo-esverdeada, amarelo-escura, alaranjada e vermelha) podem ser observadas de acordo com a cultivar (Bassi; Monet, 2008). A polpa possui textura fibrosa (perceptível ou não) e pode ser fundente ou não fundente (Castro; Barbieri, 2014). O fruto apresenta diferentes formas da extremidade pistilar e possui uma sutura característica que o divide em duas metades. O tamanho dos frutos é variável de muito pequeno a muito grande e depende da relação das características genéticas das cultivares com fatores ambientais e de manejo (Castro; Barbieri, 2014).

A Pérsia por tempos foi apontada como o local originário do pessegueiro. Contudo, de acordo com o princípio de Vavilov, de que as espécies silvestres mostram maior variabilidade no centro de origem ou próximo a ele, atualmente seu centro de origem e diversidade aceito é na China, região de localização e distribuição de suas cinco espécies: *Prunus persica* (L.) Batsch, *P. davidiana* (Carr.) Franch., *P. ferganensis* (Kost e Rjab) Kov. e Kost., *P. kansuensis* Rehd. e *P. mira* Koehne (Franzon; Raseira, 2014).

O processo de domesticação do pessegueiro iniciou há mais de 4 mil anos na China, sendo os mais antigos caroços de pessegueiro encontrados nos sítios arqueológicos de Kuahuqiao (6000-5000 a.C.) e de Tianluoshan (5000-4500 a.C.) (Zheng; Crawford; Chen, 2014). Através das rotas de comércio chegou à Pérsia, atual Irã, entretanto não se tem certeza da época em que esse movimento ocorreu. A partir da Pérsia, o pessegueiro foi introduzido na região do Mediterrâneo por volta de 400 a 300 anos a.C. pelos gregos. No primeiro século d.C. o pessegueiro chegou à Itália pelas mãos dos romanos (Hedrick, 1917). Os mouros provavelmente foram os responsáveis pela introdução e disseminação do pessegueiro no norte da África e, posteriormente, na Espanha (Scorza; Sherman, 1996 citado por Franzon; Raseira, 2014). O pessegueiro chegou ao continente americano pelos conquistadores espanhóis, primeiramente no México, e pelos portugueses na costa leste da América do Sul (Scorza; Sherman, 1996 citado por Franzon; Raseira, 2014). Dessa forma, o cultivo do pessegueiro nas Américas iniciou há cerca de 500 anos.

No Brasil, relatos históricos indicam que o pessegueiro foi introduzido em 1532 por Martim Afonso de Souza, por meio de mudas trazidas da Ilha da Madeira e plantadas na capitania hereditária de São Vicente (Franzon; Raseira, 2014), correspondendo ao atual

estado de São Paulo, hoje o segundo maior produtor do Brasil, superado apenas pelo Rio Grande do Sul. Em relação à introdução do pessegueiro no Rio Grande do Sul, não há registros formais. Porém, há relatos que o naturalista francês Auguste Saint-Hilaire, durante sua passagem em 1820 pelo estado, fez menção ao cultivo de pessegueiros em Pelotas. Grando (1990) relata que famílias de imigrantes franceses (Capdeboscq, Chochemore e Jouglart) trouxeram consigo as primeiras mudas de pessegueiro para o município de Pelotas e região no final do século 19 e início do século 20.

As principais áreas de produção comercial do pessegueiro estão situadas entre as latitudes 25° e 45° N e S (Herter *et al.*, 2014). No Brasil, o cultivo é destaque nos estados da região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) e mais recentemente tem avançado para a região Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) em virtude do desenvolvimento de cultivares com baixo requerimento de frio, ou seja, adaptadas ao clima subtropical e tropical (Raseira; Franzon, 2014) e, também, pela quebra de dormência e manejo da frutificação com reguladores de crescimento (Petri *et al.*, 2016b).

2.2 Aspectos socioeconômicos da persicultura na Serra Gaúcha

Em 2021, o estado do Rio Grande do Sul produziu 125.847 t de pêssegos tanto para consumo in natura quanto para indústria em uma área de 11.389 hectares (ha), correspondendo a um rendimento médio de 11.050 kg ha⁻¹ (IBGE, 2023a). Destacam-se três regiões produtoras: Metade Sul do Estado, principalmente Pelotas e seu entorno, com a produção de pêssegos para indústria; e, com a produção de pêssegos de mesa as regiões da Serra Gaúcha e da Grande Porto Alegre (Madail, 2014b), sendo que nesta última a cultura está em forte decréscimo.

Predomina na Serra Gaúcha o cultivo das cultivares de pêssego de mesa de polpa branca (Protas; Madail, 2003), destacando-se atualmente a cultivar PS 10711. O pessegueiro 'PS 10711' apresenta requerimento de 200 a 400 horas frio abaixo ou iguais a 7,2°C (HF) no período hibernar para superação da endodormência (Anzanello *et al.*, 2020). Os autores destacam que se trata de uma cultivar de alta produção (cerca de 30 a 40 kg por planta) e de ciclo intermediário, com colheita ocorrendo a partir da segunda quinzena de novembro à dezembro nas condições edafoclimáticas da Serra Gaúcha.

Considerando-se os 49 municípios integrantes dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento Serra, Hortênsias e Campos de Cima da Serra, no ano de 2021 a região conhecida como Serra Gaúcha foi responsável por 41,0% da safra de pêssegos do Rio Grande Sul, que corresponde a 25,9% da produção nacional: foram produzidas 51.600 t de pêssegos em uma área de 4.078 ha, resultando em uma produtividade média próxima de 12.653 kg ha⁻¹

¹ (IBGE, 2023b). Esse volume (51.600 t) é maior que a produção de toda a região Sudeste (43.550 t) e que do estado de São Paulo (31.807 t), segunda maior região produtora e segundo maior estado produtor do país, respectivamente.

O cultivo do pessegueiro é uma atividade de elevada importância econômica e social para a região, visto que a estrutura fundiária é baseada em propriedades familiares e minifúndios, com uso de mão de obra essencialmente familiar (Protas; Madail, 2003). Nesse contexto, a produção de frutas de caroço para consumo in natura se constituiu como uma excelente alternativa de diversificação da matriz produtiva nas propriedades da região, possibilitando a geração de renda em pequenas áreas e a utilização da mão de obra familiar disponível – assim como a criação de vagas de emprego, principalmente em períodos de maior demanda de mão de obra (poda, raleio e colheita).

2.3 Aspectos fitotécnicos do ambiente protegido na fruticultura

Frequentemente as condições climáticas no Rio Grande do Sul são adversas para o cultivo do pessegueiro, quando comparadas com as de outros países tradicionais, observando-se a ocorrência de geadas no início do ciclo da cultura (principalmente nos estádios fenológicos de botão rosado à queda de sépalas e início de frutificação), de precipitações pluviométricas excessivas durante a floração, de estiagens na maturação e de granizo, este último principalmente nos meses de primavera e verão (Viana; Aquino; Muñoz, 2009), em virtude da combinação de fatores climáticos como umidade do ar elevada, sistemas convectivos de massas de ar e chegada de frentes frias (Martins *et al.*, 2017). Dessa forma, o uso do cultivo protegido na fruticultura tem crescido significativamente nos últimos anos com o objetivo de reduzir os danos do granizo nos pomares (Manja; Aoun, 2019).

Contudo, a adoção do cultivo protegido implica em modificações no microclima do pomar, principalmente em relação à radiação solar incidente, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento (Amarante; Miqueloto; Steffens, 2012; Bosco *et al.*, 2018). A tela antigranizo modifica o microclima no pomar e, assim, influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas (Solomakhin; Blanke, 2010). De acordo com Amarante *et al.* (2007, 2009), o microclima diferenciado do pomar sob cultivo protegido, juntamente com características morfológicas e anatômicas das folhas, teores de nitrogênio e clorofila na planta (Bhusal, N.; Bhusal, S. J.; Yoon, 2018; Solomakhin; Blanke, 2008) e arquitetura da planta (Silva; Han; Costes, 2014), influenciam na taxa fotossintética.

Em área com uso de tela antigranizo, observou-se aumento na eficiência fotossintética de plantas de macieira sob baixos valores de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA; $\lambda=400-700$ nm), porém com menor taxa máxima de

fotossíntese (Amarante *et al.*, 2009). Bosco *et al.* (2018) verificaram que a incidência de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi em média 32% menor em pomar de macieiras sob tela antigranizo preta, em comparação ao pomar descoberto. Os componentes do balanço da radiação solar foram influenciados pela redução na RFA: observou-se que a RFA interceptada, absorvida, transmitida e refletida pelo dossel sob tela antigranizo diminuiu em 33%, 31%, 32% e 46% – respectivamente, em comparação ao pomar descoberto (Bosco; Bergamaschi; Marodin, 2020).

A menor incidência da radiação solar em pomar de macieiras com tela antigranizo preta reduz as reservas de carboidratos, comprometendo a diferenciação das gemas e o número de frutos por planta (Amarante; Miqueloto; Steffens, 2012). Ainda que a planta tenha passado por alterações no desenvolvimento foliar e na fotossíntese para se adaptar à menor disponibilidade de luz, a restrição de RFA decorrente do uso de tela antigranizo preta reduziu o número e o peso de frutos por cm² de seção transversal do tronco, em comparação com a área descoberta (Amarante *et al.*, 2009). Neste mesmo trabalho, o rendimento produtivo das plantas cobertas com tela branca não diferiu das plantas descobertas.

A quantidade da radiação solar interceptada pelo dossel vegetativo, a conversão desta energia em carboidratos solúveis e a partição e alocação destes fotoassimilados na planta são alguns dos fatores que influenciam na produção de frutíferas de clima temperado, como a macieira e o pessegueiro (Falchi *et al.*, 2020; Lakso, 1994; Stephan *et al.*, 2008). Middleton e McWaters (2002) observaram que o uso de tela antigranizo afeta o crescimento, produção, tamanho e cor de frutos, principalmente em plantas vigorosas de macieiras. Segundo os autores, a frutificação efetiva foi sempre menor nas plantas de macieiras sob cultivo protegido, sendo que o raleio químico nestas condições pode resultar em maior queda de frutos, em comparação ao realizado em plantas descobertas.

A utilização do metamitron como raleante químico na macieira resultou em redução na frutificação efetiva na ordem de 28 e 15% em pomares sob telas antigranizo branca e preta, respectivamente, em relação ao pomar descoberto (Ayub *et al.*, 2019). Neste mesmo trabalho, observou-se uma redução de 26% no número de frutos por planta no pomar sob tela preta em comparação às áreas sob tela branca e descoberta. Robinson e Lakso (2011) observam que em plantas de macieira a luminosidade combinada à temperatura influencia na fotossíntese e, conseqüentemente, na oferta e demanda de carboidratos – interferindo na resposta do raleio químico pós-floração. Nesse sentido, a menor luminosidade observada nos pomares sob tela antigranizo demanda ajustes na concentração dos raleantes químicos, visto que estes apresentam maior efetividade em condições de sombreamento em virtude da

redução da disponibilidade de fotoassimilados, podendo resultar em raleio excessivo e, conseqüentemente, em redução de produção (Hawerroth *et al.*, 2017).

Na Itália, a tela antigranizo vermelha aumentou o vigor das plantas de nectarineira em comparação à tela antigranizo branca, porém sem alterar significativamente a produtividade (Giaccone; Forlani; Basile, 2012). Bravetti *et al.* (2021) observaram em pessegueiro que as telas antigranizo vermelha e amarela induziram maior vigor às plantas, enquanto que a tela antigranizo azul resultou em menor vigor. Na Croácia, maior área foliar foi observada em pessegueiro e nectarineira sob tela antigranizo vermelha em relação à área descoberta, o que posteriormente pode aumentar a capacidade fotossintética (Vuković *et al.*, 2016). Observou-se redução na coloração da epiderme e nos sólidos solúveis de frutos de pessegueiro (Ojer *et al.*, 2002) e de ameixeira (Arjona; Rodríguez; Podestá, 2002) sob tela antigranizo preta na Argentina. Em pessegueiro cultivado na Itália, constatou-se redução de aproximadamente 25% na demanda de água pelas plantas na área com tela antigranizo preta, contudo, o retorno de floração e a frutificação efetiva foram significativamente menores em comparação à área descoberta (Girona *et al.*, 2012).

Dados do “Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul – 2020” demonstram a expansão no uso da tela antigranizo para as culturas do pessegueiro e da nectarineira (0 ha em 2014, 41,50 ha em 2017 e 103,75 ha em 2020) e da ameixeira (3,5 ha em 2014, 90,50 ha em 2017 e 119 ha em 2020) no estado (EMATER/RS, 2020)¹. Porém, ainda são escassas as pesquisas referentes à influência da tela antigranizo no cultivo de pessegueiros, nectarineiras e ameixeiras no Brasil em relação às modificações no microclima do pomar, aos aspectos produtivos e qualitativos e às implicações no manejo fitotécnico destas culturas.

2.4 Florescimento e frutificação do pessegueiro

Inicialmente toda gema é vegetativa, ocorrendo a formação da gema florífera no pessegueiro nas etapas de indução, iniciação ou diferenciação floral, desenvolvimento floral e maturação dos gametas (Nava; Marodin; Santos, 2009). No pessegueiro a indução floral tem início no verão durante o período de crescimento vegetativo, sendo estimulada por fatores ambientais e hormonais – levando ao processo de diferenciação e desenvolvimento do primórdio floral (Penso *et al.*, 2020). O processo de indução floral pode ser prejudicado por fatores de estresse (Samach; Smith, 2013), bem como pela aplicação exógena de

¹ EMATER/RS - EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO SUL. Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul – 2020. Porto Alegre: Emater/RS, 2020. Documento de uso interno exclusivo da Instituição. Não publicado.

giberelina (Andreini; Bartolini, 2008). Redução na indução floral pode ser observada em plantas com carga excessiva de frutos na safra anterior em virtude da competição por carboidratos, especialmente em cultivares de ciclo tardio, nas quais a maturação final coincide com o início do processo de indução floral (Penso *et al.*, 2020).

A diferenciação floral no pessegueiro ocorre entre meados e fim do verão, sendo que este processo é finalizado durante o período de repouso vegetativo (Castro; Barbieri, 2014). Este processo é caracterizado por modificações morfológicas no meristema apical (Engin; Ünal, 2007), compreendendo a transição de um meristema vegetativo para um reprodutivo. O desenvolvimento floral se completa no período de dormência com a formação das pétalas, sépalas, corola e estilete. As anteras com os grãos de pólen e o ovário, que completa sua formação pouco antes do pré-florescimento (Nava *et al.*, 2011), são as últimas estruturas formadas. Diversos fatores influenciam na formação das gemas florais, dentre estes a relação carbono/nitrogênio (C/N): quando a relação está equilibrada, a indução e diferenciação floral é favorecida; por outro lado, uma baixa relação C/N promove o crescimento vegetativo em detrimento à diferenciação floral (Mediene *et al.*, 2002; Tromp, 2000).

Após completada a diferenciação em uma gema florífera, a frutificação efetiva depende do sucesso nas etapas de polinização e fecundação durante a floração (Westwood, 1978). No pessegueiro geralmente não há a necessidade de polinização cruzada (alogamia) em virtude da predominância da autopolinização (autogamia) entre flores de uma mesma planta (Barbosa, 1990). De acordo com a cultivar e o ano, estima-se que a alogamia em pessegueiro varia entre 5 a 33% (Nyéki *et al.*, 1998). Szabó e Nyéki (2000) observaram em uma coleção de pessegueiros alta taxa de frutificação efetiva em flores com polinização aberta, ocorrendo simultaneamente autopolinização e polinização cruzada. Os autores reforçam que são esperadas altas taxas de frutificação efetiva em período de floração coincidente com dias ensolarados, secos e amenos.

O embrião de frutos em desenvolvimento estimula a formação de giberelina que será utilizada posteriormente na germinação da semente. Uma carga excessiva de frutos pode resultar em elevada concentração deste hormônio justamente nos períodos de indução e diferenciação floral das gemas, influenciando negativamente no número de gemas floríferas para o próximo ciclo (Bangerth, 2006).

2.5 Zona de abscisão e a queda natural de frutos

Muitas espécies frutíferas desenvolveram mecanismos de autorregulação para buscar o equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Costa; Vizzotto, 2000), especialmente em condições de elevada taxa de frutificação efetiva. Nesse sentido, a queda

natural de frutos observada em plantas de espécies frutíferas é resultado da ativação da zona de abscisão nos frutos jovens. A zona de abscisão é uma região anatômica diferenciada morfológica e bioquimicamente presente no pecíolo foliar e pedicelo de flores e frutos (Taiz *et al.*, 2017).

Sinais internos ou externos iniciam o processo de abscisão que, de acordo com Taiz *et al.* (2017), pode ser dividido em três fases distintas de desenvolvimento: (1) fase de manutenção; (2) fase da indução da abscisão; e, (3) fase da abscisão. Auxina, etileno e ácido abscísico são hormônios relacionados fundamentais nesse processo (Costa; Botton; Vizzotto, 2018). Na fase de manutenção, a auxina mantém as células da zona de abscisão insensíveis ao etileno, impedindo que o processo de abscisão ocorra. Quando é observada uma redução na concentração da auxina na zona de abscisão, esta torna-se sensível ao etileno e o processo é iniciado. As células sensibilizadas ao etileno respondem através da síntese de enzimas que degradam e proteínas que remodelam a parede celular, caracterizando a fase da abscisão.

Enquanto através do transporte polar basípeto houver níveis suficientes de auxina na zona de abscisão, nenhuma queda de flores ou de frutos será observada (Wertheim, 1997). O ácido indolacético (AIA) é a principal auxina que mantém as células da zona de abscisão insensíveis ao etileno. Porém, um aumento nos níveis de etileno reduz o metabolismo e o transporte polar de auxina (Beyer; Morgan, 1971; Riov; Dror; Goren, 1982), iniciando-se o processo de abscisão. O aumento nos níveis de etileno pode ser tanto endógeno, decorrente da entrada em senescência, maturação ou como resposta a estresses bióticos ou abióticos, quanto pode ser exógeno em virtude da aplicação de reguladores de crescimento. O regulador de crescimento etefon após ser absorvido pela planta move-se no citoplasma, liberando etileno e estimulando a planta a produzir mais etileno endógeno e, assim, iniciando os processos bioquímicos da ativação da zona de abscisão (Rascio *et al.*, 1985; Zanchin *et al.*, 1993). O ácido abscísico atua como um intensificador dos processos de senescência e abscisão (Taiz *et al.*, 2017).

Contudo, o mecanismo de autorregulação da carga final de frutos pode ser excessivo ou, no caso do pessegueiro, insuficiente para se obter frutos com adequada qualidade para a comercialização e para evitar a alternância de produção (Bangerth, 2000). Dessa forma, visto que normalmente o pessegueiro apresenta floração abundante e elevada taxa de frutificação efetiva, o raleio torna-se uma prática obrigatória em pomares comerciais (Agustí, 2010).

2.6 Raleio

A maioria das cultivares comerciais atuais de pêssego obtém uma carga de frutos maior do que as plantas conseguem suportar para uma produção comercial adequada (Njoroge; Reighard, 2008), mesmo quando apropriadamente podadas (Dejong; Grossman, 1994). No pessegueiro a floração ocorre antes do desenvolvimento foliar, assim, após o período de repouso hibernar, a retomada do ciclo vegetativo é suportada pelas reservas de carbono e nitrogênio, pois a fotossíntese líquida é insuficiente (Bassi; Monet, 2008; Lopez; Dejong, 2007). O número elevado de frutos por planta associado com a limitação de carboidratos de reserva limita o crescimento e reduz o tamanho dos frutos (Dejong; Grossman, 1995; Pavel; Dejong, 1993).

O raleio de frutos é uma técnica agrônômica empregada na remoção do excesso de carga da planta visando à obtenção de frutos com adequada qualidade para a comercialização (Pereira; Raseira, 2014). Visto que no mercado consumidor do pêssego de mesa o tamanho do fruto é uma característica fundamental (Trevisan *et al.*, 2010), o raleio é prática indispensável em virtude da estreita relação entre o número de frutos na planta e o tamanho final dos frutos (Johnson; Handley, 1989 citado por Pereira; Raseira, 2014).

Além de possibilitar o aumento no tamanho, o raleio bem executado proporciona melhor coloração e qualidade dos frutos, elimina os frutos danificados por pragas ou doenças ou com algum defeito, reduz a quebra de galhos, aumenta a eficiência dos tratamentos fitossanitários, reduz o custo de colheita, mitiga a ocorrência de alternância de produção, equilibra o vigor da planta e torna as plantas mais resistentes às baixas temperaturas (Bernardi; Hoffmann, 2003; Costa; Vizzotto, 2000; Pereira; Raseira, 2014).

O raleio deve ser executado no momento em que a divisão celular nos frutos está elevada, visto que a competição pelos carboidratos de reserva na fase inicial de desenvolvimento dos frutos tende a diminuir a atividade mitótica, limitando o potencial de crescimento dos frutos, ainda que a frutificação seja ajustada posteriormente para os níveis recomendados (Grossman; Dejong, 1995a, 1995b.; Stover, 2000; Stover *et al.*, 2001). O período para a execução do raleio no pessegueiro abrange desde a floração até o início da lignificação do endocarpo (caroço). De acordo com Grossman e DeJong (1995a), os melhores resultados são observados, especialmente em relação ao tamanho dos frutos, se o raleio for realizado durante o florescimento e até trinta dias depois da queda de pétalas do pessegueiro.

O raleio realizado na fase de botões florais ou durante o florescimento reduz os efeitos da competição por nutrientes entre os frutos remanescentes, maximizando o potencial de crescimento do fruto (Grossman; Dejong, 1995b). Contudo, visto que nestas fases a

frutificação efetiva ainda não aconteceu, a redução de carga por planta pode ser excessiva caso ocorram problemas de polinização e fertilização ou de queda natural excessiva (Byers; Marini, 1994). Para muitas regiões produtoras a probabilidade de ocorrência de geadas tardias é um fator limitante à execução do raleio nos estádios fenológicos anteriores à frutificação efetiva (Baugher *et al.*, 1991; Osborne; Robinson, 2008). Nestas condições, o potencial de perda e redução na produção pode ser mais significativo que o potencial de crescimento e desenvolvimento dos frutos (Njoroge; Reighard, 2008).

O padrão de crescimento de frutos do pessegueiro é duplo sigmoidal, compreendendo a três estágios distintos: fase I de rápido crescimento (divisão celular); fase II de crescimento muito lento (lignificação do endocarpo); e, fase III novamente de rápido crescimento (inchamento do fruto) (Gage; Stutte, 1991). A fase I é caracterizada pelo rápido crescimento tanto em tamanho quanto em peso do pericarpo e da semente, ocorrendo durante cerca de cinquenta dias após o florescimento, sendo este período variável com a cultivar e a temperatura. A divisão celular é responsável pelo crescimento do fruto nesta fase, contudo, é observada alguma expansão celular, assim como a formação do espaço intercelular durante a segunda metade da fase I de desenvolvimento. Durante a fase II é observada a redução na taxa de crescimento do mesocarpo e a lignificação do endocarpo. A duração desta fase pode variar de alguns dias nas cultivares de ciclo muito precoce a semanas nas cultivares tardias. Visto que nas cultivares muito precoces e precoces este período é muito curto, a realização de um raleio adequado é dificultado. A fase III é o momento em que ocorre o aumento no tamanho e peso do fruto devido à expansão das células do mesocarpo oportunizada pela absorção e acúmulo de água e nutrientes.

O raleio deve ser realizado antes da fase II para se obter frutos com padrão comercialmente adequado, visto que as reservas de carboidratos são limitadas no início do ciclo do pessegueiro e o tamanho do fruto está relacionado ao número de células do mesmo. Nas condições edafoclimáticas do sul do Brasil, o raleio é realizado de cinco a oito semanas após a plena floração, o que geralmente corresponde com os frutos apresentando um diâmetro de 15 a 20 mm (Pereira; Raseira, 2014). O diâmetro e o peso do fruto diminuem significativamente tanto com o aumento no período de realização do raleio (Njoroge; Reighard, 2008) quanto com o maior número de frutos por planta (Sutton *et al.*, 2020).

A relação no número de folhas por fruto, o espaçamento entre os frutos nos ramos, o número total de frutos por planta e a previsão do tamanho final dos frutos são critérios que podem ser utilizados para definir a intensidade do raleio a ser realizado (Chanana *et al.*, 2002). A adoção da distância de 8 a 10 cm entre os frutos nos ramos vigorosos e de 12 a 15 cm nos ramos de menor vigor é um critério bastante utilizado. Outro critério prático a ser

utilizado é o número total de frutos por planta, considerando-se a capacidade produtiva da planta com base no seu vigor e tamanho. Para tal, utiliza-se a área da seção do tronco a 20 cm acima do solo, deixando-se 5 a 7 frutos por centímetro quadrado de seção do tronco, de acordo com o ciclo da cultivar (Nachtigal; Kersten, 2008).

Quanto à localização dos frutos no ramo, se na base ou na extremidade, não foi encontrada correlação com o tamanho dos frutos (Lemus, 1993). Contudo, Marini e Sowers (1994) observaram que ramos mais longos tendem a proporcionar frutos maiores do que ramos curtos. Segundo Weinberger (1931), a relação de 30 a 40 folhas por fruto é considerada adequada para a obtenção de pêssegos de maior calibre e qualidade. Considerando que a translocação de fotoassimilados ocorre a curta distância e que a posição do fruto no ramo não influencia no seu tamanho final, o número de frutos por planta é mais importante que a distribuição na árvore. Sendo assim, o raleio pode ser realizado através de distintos métodos, tais como: manual, mecânico ou químico.

2.6.1 Raleio manual

Em muitas regiões produtoras do mundo o raleio manual é utilizado nos pomares de pessegueiros, sendo realizado até a lignificação do endocarpo, cerca de 45 a 50 dias após a plena floração (Meitei *et al.*, 2013). Esse raleio é realizado apenas com as mãos, retirando-se flores ou frutos de forma que permite a seleção dos frutos ao eliminar aqueles danificados por pragas ou doenças ou com algum defeito (Pereira; Raseira, 2014). A intensidade do raleio manual pode ser definida com base em um dos critérios mais utilizados: número de frutos por planta em função da área da seção do tronco a 20 cm; ou, distanciando os frutos de acordo com o vigor de cada ramo.

Trata-se de uma prática que requer tempo e uma quantidade elevada de mão de obra especializada, impactando sobremaneira no custo de produção (Nachtigal; Kersten, 2008). No Rio Grande do Sul o raleio manual de frutos em pessegueiros cultivados em distintas regiões produtoras, Serra Gaúcha e Metade Sul, demanda cerca de 40 dias/homem/ha (Madail; Reichert; Dossa, 2002; Protas; Freire, 2003) – necessidade que pode variar de acordo com a cultivar, frutificação do ano, densidade de plantio, vigor, idade da planta (Petri *et al.*, 2016b; Taheri *et al.*, 2012) e sistema de condução.

Em certas regiões produtoras de pêssego do Rio Grande do Sul, no intuito de substituir o raleio manual, realiza-se o desponte dos ramos produtivos. Contudo, Oliveira *et al.* (2017) observaram que o desponte de metade e de um terço dos ramos mistos resultaram em menor diâmetro dos frutos, em comparação aos tratamentos com raleio manual. Dessa forma, pesquisas com outros métodos de raleio, como o mecânico e o químico, têm sido

realizadas visando reduzir ou, inclusive, eliminar a necessidade do raleio manual nos pomares de pessegueiros (Barreto *et al.*, 2019; Farias *et al.*, 2019b; Martin-Gorriz; Torregrosa; García-Brunton, 2011; Torres; Giné-Bordonaba; Asín, 2021).

2.6.2 Raleio mecânico

Na busca por melhorar a eficácia do raleio no aumento do calibre dos frutos de pessegueiros, uma série de métodos mecânicos foram avaliados ao longo dos anos para a remoção do excesso de flores e frutos, desde o uso de vibradores de tronco à aspersão de água em alta pressão (Baugher *et al.*, 1991; Byers, 1990 citado por Glenn *et al.*, 1994; Glenn *et al.*, 1994). Recentemente, diversos trabalhos avaliaram em pomares de pessegueiros a viabilidade do raleio mecânico, principalmente com o auxílio de implementos acoplados ao trator ou através de equipamentos mecânicos manuais (Barreto *et al.*, 2019; Martin-Gorriz; Torregrosa; García-Brunton, 2011; Reighard; Henderson, 2012; Sauerteig; Cline, 2013).

A máquina Darwin, desenvolvida na Alemanha pela empresa Fruit Tec[®] para o raleio de flores em pomares de macieiras, demonstrou potencial também para uso no raleio de flores em pomares de pessegueiros. Em avaliações realizadas por Reighard e Henderson (2012), o modelo Darwin 250 obteve melhores resultados quando utilizado em pomares conduzidos nos sistemas ‘V’ e ‘Quad-V’. Para o sucesso desse método, as plantas precisam ser devidamente conduzidas e podadas, permitindo acesso adequado das cordas ao dossel (Marini; Reighard, 2008). Utilizando o modelo Darwin 300 em um pomar conduzido em sistema ‘Spindle’, Sauerteig e Cline (2013) observaram porcentagens de remoção de flores que variaram de 42 a 75% no raleio mecânico e aumento na porcentagem de frutos com calibre superior a 70 mm. Sugere-se que aproximadamente 50% das flores sejam removidas para se obter uma produção de pêssegos com padrão comercial (Marini; Reighard, 2008).

A utilização de equipamentos mecânicos manuais é uma estratégia possível de ser adotada no raleio mecânico, pois independe do sistema de condução da planta (Martin-Gorriz; Torregrosa; García-Brunton, 2010). Barreto *et al.* (2019) obtiveram porcentagens de raleio próximas ao recomendado pela literatura com o equipamento Carpa Electro[®] no raleio de flores (46,28%) e com o equipamento derriçadeira no raleio de flores (52,68%) e de frutos (55,50%). Em comparação ao raleio manual de frutos, neste mesmo trabalho houve uma redução de 38,88%, 44,44% e 41,11% do tempo para a realização do raleio dos pessegueiros nos tratamentos com o equipamento Carpa Electro[®] no raleio de flores, derriçadeira no raleio de flores e de frutos, respectivamente. A maior porcentagem de frutos na classe de calibre acima de 75 mm foi obtida no raleio de flores com derriçadeira (20%).

Avaliando quatro distintos equipamentos mecânicos manuais no raleio de flores em pessegueiros na Espanha, Martin-Gorriz, Torregrosa e García-Brunton (2011) obtiveram porcentagem de frutos com tamanho acima de 76 mm semelhante ao raleio manual para todos os equipamentos (46% em média) e redução de 89% no tempo de execução do raleio mecânico, em comparação ao raleio manual (385 h ha⁻¹).

Visto que para muitas regiões produtoras a probabilidade de ocorrência de geadas é um fator limitante à execução do raleio nos estádios fenológicos anteriores à frutificação efetiva (Baugher et al., 1991; Osborne; Robinson, 2008), pode-se optar pela remoção parcial das flores com o raleio mecânico, aumentando-se a velocidade do trator, e, após a frutificação efetiva, finalizar o ajuste de carga com o raleio manual de frutos (Reighard; Henderson, 2012). De acordo com Baugher *et al.* (2009, 2010), a implementação parcial do raleio mecânico de flores pode reduzir os custos com a mão de obra do raleio manual e, posteriormente, aumentar o tamanho de frutos na colheita.

2.6.3 Raleio químico

A utilização de raleantes químicos na floração ou logo após (frutificação/vingamento), resultando na abscisão de flores ou frutos, insere-se perfeitamente no contexto em que se busca eliminar ou diminuir a dependência da mão de obra para execução do raleio nas frutíferas de clima temperado, principalmente nas rosáceas (Pavanello; Ayub, 2012). Contudo, a ação individual ou em conjunto de uma série de fatores, como o princípio ativo e a concentração do produto, cultivar, idade e vigor da planta, estágio fenológico, condição meteorológica do dia da aplicação e dos dias anteriores e posteriores, horário da aplicação, tem influenciado nos resultados e, conseqüentemente, na adoção ou não do raleio químico pelo setor produtivo (Coneva; Cline, 2006).

Segundo Byers, Costa e Vizzotto (2003), o raleio químico em frutíferas de clima temperado pode ser alcançado pelo uso de substâncias químicas inibidoras da formação de gemas floríferas, reduzindo a densidade da floração, ou por indutoras da abscisão de flores ou frutos quando aplicadas na floração ou pós-floração, respectivamente. De acordo com Nachtigal e Kersten (2008), desde a década de 1970 mais de 100 produtos já foram avaliados como raleantes químicos em frutíferas, entretanto, poucos são os que apresentam resultados satisfatórios e consistentes. As substâncias raleantes podem ser separadas entre aquelas com ação cáustica e as de ação hormonal (Byers, 2003).

Dentre as de ação cáustica, destacam-se o tiosulfato de amônio, ureia, cianamida hidrogenada, calda sulfocálcica, óleos vegetais e outros compostos à base de enxofre. O óleo essencial eugenol pode ser uma alternativa de raleio químico de ação cáustica para o

pessegueiro, principalmente em sistemas orgânicos de produção (Miller; Tworkoski, 2010). As substâncias cáusticas quando aplicadas na floração provocam danos às estruturas florais e aos grãos de pólen, impedindo a polinização e fertilização de parte da florada (Osborne; Robinson; Parra-Quezada, 2006).

O uso de substâncias com ação cáustica no raleio químico de flores em pessegueiros já demonstrou potencial para reduzir a frutificação efetiva, aumentar o tamanho e a proporção de frutos em categorias de calibre superior e substituir o raleio manual (Byers, 1999; Coneva; Cline, 2006; Fallahi, 1997; Osborne; Robinson, 2008; Osborne; Robinson; Parra-Quezada, 2006; Southwick; Weis; Yeager, 1996; Yoon; Osborne; Robinson, 2011). Conforme Marodin, Molinos e Lucchese (1994), a cianamida hidrogenada apresentou viabilidade para uso no raleio químico de gemas floríferas em pessegueiros das cultivares 'Marli' e 'Diamante'. Contudo, a opção pelo raleio químico em fase anterior à frutificação efetiva deve levar em consideração a possibilidade de ocorrência de geadas tardias. Precaução esta que também se estende à aplicação do ácido giberélico a partir da plena floração visando reduzir a diferenciação de gemas floríferas para o ciclo seguinte (Costa; Vizotto, 2000).

Atualmente, além do ácido giberélico, destacam-se os seguintes raleantes químicos com ação hormonal para uso nas frutíferas de clima temperado: ácido naftaleno acético, carbaryl, etefon, benziladenina, ácido abscísico e metamitron (Petri *et al.*, 2016b). Recentemente, o ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) tem sido testado e proposto como um novo raleante químico para as frutas de caroço (Costa; Botton, 2022).

O etefon é um raleante químico efetivo quando aplicado tanto na floração quanto na pós-floração e em frutos com até 30 mm de calibre (Byers, 2003). Após ser absorvido pela planta, move-se pelo citoplasma liberando e promovendo a síntese de etileno e, assim, estimula a abscisão de flores e frutos (Dennis, 2000). Torres, Giné-Bordonaba e Asín (2021), ao avaliarem a aplicação do etefon na cultivar de pêsego chato 'Flatbeauti', observaram que a frutificação efetiva foi significativamente reduzida sob as concentrações de 150 e 300 mg L⁻¹ aplicadas de 30% da plena floração (PF) a 40 dias após a plena floração (DAPF). Nos três anos do referido trabalho, a cada aumento em 75 mg L⁻¹ (de 0 a 300 mg L⁻¹) na concentração, houve uma redução de 8 a 9% na frutificação, um aumento de 3 a 14% no tamanho dos frutos e uma redução de 10 a 16% na produção. Segundo os autores, a concentração de 150 mg L⁻¹ e o período da floração aos 40 DAPF são indicados para uma produção comercialmente adequada. Outras concentrações foram propostas para diferentes cultivares em distintas regiões (Anzanello; Tedesco, 2020; Giovanaz *et al.*, 2016; Meitei *et*

al., 2013; Taheri *et al.*, 2012), o que sugere uma forte influência do material genético e do ambiente na eficácia do raleio químico com etefon.

As citocininas também são substâncias com ação hormonal para uso no raleio químico em pós-floração, destacando-se a benziladenina (BA) (6-benzil-adenina), que é um regulador de crescimento indutor da divisão celular. Quando aplicada na fase de rápido crescimento dos frutos, a benziladenina apresenta efeito raleante, possivelmente em virtude da limitação de carboidratos (Yuan; Greene, 2000). Barreto *et al.* (2018), ao avaliarem a aplicação aos 45 DAPF de diferentes concentrações de BA (100, 200 e 400 mg L⁻¹) no pessegueiro ‘Maciel’, observaram que a concentração de 400 mg L⁻¹ e o tratamento raleio manual aos 45 DAPF resultaram em frutos com o maior calibre. Contudo, nesta concentração a produção por planta foi menor. A concentração de 200 mg L⁻¹ de BA proporcionou abscisão de frutos semelhante ao raleio manual e com maior produção por planta. Greene (1993) observa que raleio excessivo e frutos assimétricos podem ocorrer em macieiras com concentrações acima de 150 mg L⁻¹ de BA. Condições meteorológicas, principalmente a temperatura, e fatores intrínsecos da planta devem ser considerados para a eficácia da benziladenina e de outras substâncias como raleantes químicos (Wertheim, 2000).

O ácido abscísico (ABA) está associado à abscisão foliar e à dormência das gemas e sementes, mas também atua na abertura e fechamento dos estômatos durante períodos de estresse hídrico (Taiz *et al.*, 2017). É utilizado na viticultura para melhorar a cor das bagas, porém tem sido avaliado como raleante visto que pode influenciar nas reservas de carboidratos ao atuar no fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e, conseqüentemente, a fotossíntese (Greene; Costa, 2013; Lakso, 2011). De acordo com Giovanaz *et al.* (2015), a aplicação de 500 mg L⁻¹ de ABA aos 24 DAPF e aos 52 DAPF não surtiu efeito na redução da carga de frutos do pessegueiro ‘Chiripá’, contudo quando aplicada aos 42 DAPF o raleio foi excessivo – o que pode encontrar explicação em uma maior competição pelas reservas de carboidratos decorrente da biossíntese da lignina necessária para a lignificação do endocarpo, favorecendo a eficácia do raleante. Os autores também constataram aumento na produção de etileno após a aplicação de ABA exógeno. Pesquisas nas culturas da macieira (Greene; Schupp; Winzeler, 2011; McCartney *et al.*, 2014) e da pereira (Greene, 2012) também tem buscado explorar o efeito raleante do ABA, avaliando diferentes concentrações e épocas de aplicação. Em condições de radiação solar elevada, a aplicação de ABA pode não promover a redução necessária na fotossíntese para que ocorra a ação raleante, contudo acréscimos na concentração não tem se mostrado uma opção interessante em virtude do aumento na abscisão foliar (Arrington; Pasa; Einhorn, 2017).

O metamiltron é um herbicida seletivo do grupo triazinona com ação sistêmica que reduz a fotossíntese por um período de 7 a 10 dias ao inibir em até 60% o transporte de elétrons no fotossistema II (McCartney; Obermiller; Arellano, 2012). Dessa forma, a redução na produção e oferta de carboidratos aumenta a competição entre os drenos e ocorre a abscisão dos frutos mais fracos. O metamiltron demonstrou efetividade no raleio da macieira em pós-floração (Francescato; Lordan; Robinson, 2020; Gabardo *et al.*, 2017; Penzel; Kröling, 2020; Petri *et al.*, 2016a), principalmente em frutos com 5 a 15 mm de diâmetro. O efeito raleante do metamiltron em pessegueiro da cultivar Maciel foi avaliado por Farias *et al.* (2019b) em distintas épocas (200 mg L⁻¹ aos 20, 30, 40, 50 e 60 DAPF) e concentrações (100, 200, 300 e 400 mg L⁻¹ aos 40 DAPF), observando que a concentração de 100 mg L⁻¹ aplicada aos 40 DAPF resultou em abscisão de frutos superior à observada no tratamento de raleio manual e a concentração de 200 mg L⁻¹ aplicada antes dos 40 DAPF também promoveu o raleio de frutos. Segundo os autores, a aplicação do metamiltron nos estágios iniciais de desenvolvimento aumentou a abscisão dos frutos, provavelmente em virtude do balanço de carboidratos nesta fase de intensa divisão celular e rápido crescimento. A concentração de 100 mg L⁻¹ de metamiltron promoveu abscisão de frutos similar ao raleio manual no pessegueiro ‘BRS Kampai’ (Farias *et al.*, 2019a). Neste trabalho os autores observaram que a massa média dos frutos nos tratamentos com metamiltron (100, 200, 300 e 400 mg L⁻¹ aos 40 DAPF) foram similares às obtidas no tratamento de raleio manual. Contudo, com o aumento na concentração houve um decréscimo no número de frutos por planta e na produção – corroborando com o trabalho realizado por Farias *et al.* (2019b). Em 2016, as concentrações de 300 e 400 mg L⁻¹ de metamiltron resultaram em abscisão de frutos similar à observada no tratamento de raleio manual no pessegueiro ‘PS 10711’, entretanto no ano de 2017, efeito raleante semelhante ao raleio manual foi obtido com as concentrações de 100 e 200 mg L⁻¹ (Farias *et al.*, 2020). Os autores atribuem às diferenças observadas entre os anos a carga inicial de frutos, a temperatura e a radiação solar global diária nos 30 dias após a aplicação do raleante químico.

O ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), precursor imediato do etileno, tem sido testado e proposto como um potencial novo raleante químico para as frutas de caroço (Ceccarelli *et al.*, 2016; Cline; Bakker; Beneff, 2020; Theron; Steenkamp; Steyn, 2017). O aminoácido metionina é convertido a etileno pela rota de biossíntese que compreende duas etapas com reações enzimáticas: primeiramente, ocorre a conversão da S-adenosil-metionina (SAM) a ACC pela ação da enzima ACC sintase e, após, o ACC é metabolizado a etileno pela enzima ACC oxidase (Kende, 1993; Yang; Hoffman, 1984). A formação de etileno a partir da aplicação exógena de ACC só ocorrerá em tecidos nos quais

a ACC oxidase está presente; o tecido deve também estar sensível ao etileno para que ocorra qualquer resposta ao ACC exógeno (Mcartney, 2011).

Theron, Steenkamp e Steyn (2017) avaliaram o efeito raleante do ACC nas ameixeiras ‘Letícia’, ‘Fortune’ e ‘African RoseTM’ em duas safras (2013/2014 e 2014/2015). As aplicações foram realizadas nos frutos com 7 a 10 mm de diâmetro. Na primeira safra, apenas a concentração de 500 mg L⁻¹ na cv. ‘African RoseTM’ reduziu significativamente a quantidade de frutos a serem raleados manualmente, em comparação ao tratamento controle. Nenhuma diferença significativa entre os tratamentos foi observada na produção por planta, produtividade, peso médio dos frutos e na distribuição da colheita – indicando que o raleio promovido não foi excessivo. Na segunda safra, concentrações maiores de ACC (600 e 800 mg L⁻¹) foram aplicadas na cv. ‘African RoseTM’. A concentração de 800 mg L⁻¹ raleou em demasia, reduzindo significativamente a produtividade. No tratamento com a concentração de 600 mg L⁻¹, observou-se o melhor efeito no calibre dos frutos e a produtividade não diferiu do controle. Na cv. ‘Fortune’, a concentração de 200 mg L⁻¹ não demonstrou um efeito raleante significativo, enquanto que as concentrações de 400 e 600 mg L⁻¹ reduziram significativamente tanto o repasse de raleio manual quanto a produtividade – indicando, dessa forma, que o raleio foi excessivo. Visto que a concentração de 400 mg L⁻¹ apresentou o melhor resultado em termos de tamanho dos frutos, os autores sugerem que a concentração recomendada para a cv. ‘Fortune’ está entre 200 a 400 mg L⁻¹ nas condições avaliadas. Para a cv. ‘Letícia’ os autores indicam a concentração de 400 mg L⁻¹ visto que promoveu o raleio e o aumento no tamanho dos frutos, sem comprometer a produtividade.

Diferentes concentrações de ACC e épocas de aplicação foram avaliadas por Ceccarelli *et al.* (2016) no pessegueiro ‘Flaminia’ (350, 500 e 750 mg L⁻¹ na queda de pétalas e nos frutos com 10-15 mm de diâmetro), enquanto que na nectarineira ‘Stark Red Gold’ avaliou-se a aplicação de 750 mg L⁻¹ de ACC na queda de pétalas e nos frutos com 20 mm de diâmetro. De maneira geral, os autores não observaram efeito raleante significativo do ACC nas condições avaliadas tanto para o pessegueiro quanto para a nectarineira e a concentração mais alta resultou em fitotoxicidade foliar no pessegueiro que, embora transitória, deve ser evitada. Cline, Bakker e Beneff (2020) avaliaram a aplicação de 300 e 600 mg L⁻¹ de ACC durante os estádios fenológicos de plena floração, queda de sépalas e início de frutificação e frutos com 20 mm de diâmetro nos anos de 2018 e 2019. Embora a resposta da cv. ‘Redhaven’ tenha variado nos dois anos de avaliações, os autores destacaram que a concentração de 600 mg L⁻¹ aplicada na plena floração (2018) e nos frutos com 20 mm (2019) resultou em uma redução de 66 e 59% no número de frutos retirados no repasse de raleio manual, respectivamente. O ACC reduziu a produção por planta e total nos dois anos

de avaliação, porém no ano de 2019 promoveu o aumento no peso médio dos frutos e reduziu o número de frutos com calibre menor que 60 mm. De modo geral, os autores observaram que o pessegueiro ‘Redhaven’ respondeu às aplicações de ACC em todos os estádios fenológicos avaliados.

Dessa forma, considerando os fatores que influenciam na eficácia raleante das substâncias com ação hormonal (cultivar, estágio fenológico, carga inicial de frutos, luz, temperatura, concentração, entre outros), mais pesquisas nas distintas condições edafoclimáticas de produção são necessárias para que o raleio químico no pessegueiro se torne uma realidade nos pomares.

2.7 Referências

AGUSTÍ, M. **Fruticultura**. 2. ed. Madrid: Mundi Prensa, 2010. 507 p.

AMARANTE, C. V. T.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C. A. Cultivo de macieira em ambiente protegido. *In*: CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. (ed.). **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 75-104.

AMARANTE, C. V. T. *et al.* Disponibilidade de luz em macieiras 'Fuji' cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 664-670, 2009.

AMARANTE, C. V. T. *et al.* Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras ‘Royal Gala’ cobertas com telas antigranizo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 7, p. 925–931, 2007.

ANDREINI, L.; BARTOLINI, S. Morphological changes in the apex of *Prunus persica* L. during floral transition and effects of gibberellin on flower bud differentiation. **Journal of Applied Horticulture**, Lucknow, v. 10, n. 2, p. 93-99, 2008.

ANZANELLO, R. *et al.* **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 in the chemical thinning of fruits of peach cultivar Chimarrita. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 6, p. 66-71, 2020.

ARJONA, C.; RODRÍGUEZ, M. E.; PODESTÁ, L. La tela antigranizo en la maduración de ciruelas japonesas (*Prunus salicina* Lindl.). **Revista FCA UNCuyo**, Chacras de Coria, v. 34, n. 1, p. 99-108, 2002.

ARRINGTON, M.; PASA, M. S.; EINHORN, T. Postbloom thinning response of ‘Bartlett’ pears to abscisic acid. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 52, n. 12, p. 1765-1771, 2017.

- AYUB, R. A. *et al.* Different methods of thinning influenced by variety and hail nets in apple orchards. **Agricultural Research & Technology**, [Califórnia], v. 22, n. 3, p. 1, 2019.
- BANGERTH, F. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, p. 43–59, 2000.
- BANGERTH, F. Flower induction in perennial fruit trees: still a enigma? **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 727, p. 177–196, 2006.
- BARBOSA, W. *et al.* **Ecofisiologia do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do pessegueiro em região subtropical**. Campinas: IAC, 1990. 37 p. (Documentos IAC, 17).
- BARRETO, C. F. *et al.* Effect of chemical thinning using 6-benzyladenine (BA) on Maciel peach (*Prunus persica* L.). **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 12, n. 6, p. 980-984, 2018.
- BARRETO, C. F. *et al.* Raleio mecânico como alternativa no cultivo de pessegueiros. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 2, p. 502-508, 2019.
- BASSI, D.; MONET, R. Botany and taxonomy. *In*: LAYNE, D. R.; BASSI, D. (ed.). **The Peach: botany, production, and uses**. Wallingford: CABI, 2008. 615 p.
- BAUGHER, T. A. *et al.* Improved methods of mechanically thinning peaches at full bloom. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, VA, v. 116, n. 5, p. 766-769, 1991.
- BAUGHER, T. A. *et al.* Mechanical string thinner reduces crop load at variable stages of bloom development of peach and nectarine trees. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 45, n. 9, p. 1327–1331, 2010.
- BAUGHER, T. A. *et al.* Horizontal string blossom thinner reduces labor input and increases fruit size in peach trees trained to open-center systems. **HortTechnology**, Alexandria, VA, v. 19, n. 4, p. 755-761, 2009.
- BERNARDI, J.; HOFFMANN, A. Condução, poda e raleio. *In*: SISTEMA de produção de pêssego de mesa na região da serra gaúcha. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 3). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/conducao.htm>. Acesso em: 22 dez. 2021.
- BEYER, E. M.; MORGAN, P. W. Abscission: the role of ethylene modification of auxin transport. **Plant Physiology**, Rockville, v. 48, p. 208–212, 1971.
- BHUSAL, N.; BHUSAL, S. J.; YOON, T. M. Comparisons of physiological and anatomical characteristics between two cultivars in bi-leader apple trees (*Malus x domestica* Borkh.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 231, p. 73–81, 2018.
- BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G. A. B. Solar radiation effects on growth, anatomy, and physiology of apple trees in a temperate climate of Brazil. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 64, n. 11, p. 1969-1980, 2020.

- BOSCO, L. C. *et al.* Microclimate alterations caused by agricultural hail net coverage and effects on apple tree yield in subtropical climate of Southern Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 77, n. 1, p. 181–192, 2018.
- BRAVETTI, M. *et al.* Photo-selective plastic nets in young peach orchards. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1304, p. 229-236, 2021.
- BYERS, R. E. Flower and fruit thinning and vegetative: fruiting balance. *In*: FERRE, D. C.; WARRINGTON, I. J. (ed.). **Apples: botany, production and uses**. Wallingford: CABI, 2003. p. 409-436.
- BYERS, R. E. Effects of bloom-thinning chemicals on peach fruit set. **Journal of Tree Fruit Production**, Binghamton, v. 2, n. 2, p. 59-78, 1999.
- BYERS, R. E.; COSTA, G.; VIZZOTTO, G. Flower and fruit thinning of Peach and other *Prunus*. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 28, p. 352-392, 2003.
- BYERS, R. E.; MARINI, R. P. Influence of blossom and fruit thinning on peach flower bud tolerance to an early spring freeze. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 29, n. 3, p. 146–148, 1994.
- 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, DF: Embrapa, 2014. p. 25-44.
- CECCARELLI, A. *et al.* Are ABA and ACC suitable thinning agents for peach and nectarine? **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1138, p. 69–74, 2016.
- CHANANA, Y. R. *et al.* Effect of chemical and hand thinning on maturity, yield and fruit quality of peaches (*Prunus persica* (L.) Batsch.). **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 592, p. 309-315, 2002.
- CITADIN, I. *et al.* Adaptability and stability of fruit set and production of peach trees in a subtropical climate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 71, 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**, Ottawa, v. 101, n. 1, p. 17-29, 2020.
- CONEVA, E. D.; CLINE, J. A. Blossom thinners reduce crop load and increase fruit size and quality of peaches. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 41, n. 5, p.1253-1258, 2006.
- COSTA, G.; BOTTON, A. Thinning in peach: past, present and future of an indispensable practice. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 296, [art.] 110895, 2022.
- COSTA, G.; BOTTON, A.; VIZZOTTO, G. Fruit thinning: advances and trends. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 46, p. 185-226, 2018.
- COSTA, G.; VIZZOTTO, G. Fruit thinning of peach trees. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, p. 113–119, 2000.

- DEJONG, T. M.; GROSSMAN, Y. L. A supply and demand approach to modeling annual reproductive and vegetative growth of deciduous fruit trees. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 29, n. 12, p. 1435–1442, 1994.
- DEJONG, T. M.; GROSSMAN, Y. L. Quantifying sink and source limitations on dry matter partitioning to fruit growth in peach trees. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 95, n. 3, p. 437–443, 1995.
- DENNIS, F. G. The history of fruit thinning. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, p. 1-16, 2000.
- ENGIN, H.; ÜNAL, A. Examination of flower bud initiation and differentiation in sweet cherry and peach by scanning electron microscope. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 31, p. 373–379, 2007.
- FALCHI, R. *et al.* Sugar metabolism in stone fruit: source-sink relationships and environmental and agronomical effects. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 11, [art.] 573982, 2020.
- FALLAHI, E. Applications of endothalic acid, pelargonic acid, and hydrogen cyanamide for blossom thinning in apple and peach. **HortTechnology**, Alexandria, VA, v. 7, n. 4, p. 395-399, 1997.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production**. [Base de Dados FAOSTAT]. Rome: FAO, [2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: 5 fev. 2023.
- FARIAS, R. M. *et al.* Metamitron in the chemical thinning of ‘PS 10711’ peach trees. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 5, p. 1923-1936, 2020.
- FARIAS, R. M. *et al.* Chemical thinning of ‘BRS Kampai’ peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 54, [art.] e01353, 2019a.
- FARIAS, R. M. *et al.* Time of metamitron application and concentration in the chemical thinning of ‘Maciel’ peach. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 4, [art.] e-017, 2019b.
- FRANCESCATTO, P.; LORDAN, J.; ROBINSON, T. L. Efficacy of metamitron as a postbloom thinner - The American Northeast experience. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1281, p. 413-420, 2020.
- 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, DF: Embrapa, 2014. p. 19-24.
- GABARDO, G. C. *et al.* Use of metamitron as an apple thinner. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 3, p. 1-9, 2017.
- GAGE, J.; STUTTE, G. Developmental indices of peach: an anatomical framework. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 26, n. 5, p. 459-463, 1991.

GARIGLIO, N. *et al.* Effect of artificial chilling on the depth of endodormancy and vegetative and flower budbreak of peach and nectarine cultivars using excised shoots. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 108, n. 4, p. 371-377, 2006.

GIACCONE, M.; FORLANI, M.; BASILE, B. Tree vigor, fruit yield and quality of nectarine trees grown under red photosensitive anti-hail nets in southern Italy. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 962, p. 387-394, 2012.

GIOVANAZ, M. A. *et al.* Abscisic acid as a potential chemical thinner for peach. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 10, p. 989-992, 2015.

GIOVANAZ, M. A. *et al.* Chemical thinning affects yield and return flowering in 'Jubileu' peach. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 63, n. 3, p. 329-333, 2016.

GIRONA, J. *et al.* Effect of hail nets on the microclimate, irrigation requirements, tree growth, and fruit yield of peach orchards in Catalonia (Spain). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 87, n. 6, p. 545-550, 2012.

GLENN, D. M. *et al.* Mechanical thinning of peaches is effective postbloom. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 29, n. 8, p. 850-853, 1994.

GORDON, D.; DAMIANO, C.; DEJONG, T. M. Preformation in vegetative buds of *Prunus persica*: factors influencing number of leaf primordial in overwintering. **Tree Physiology**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 537-544, 2006.

GRANDO, M. Z. **Pequena agricultura em crise: o caso da colônia francesa no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEE, 1990.

GREENE, D. W. A review of the use of benzyladenine (BA) as a chemical thinner for apples. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 329, p. 231-236, 1993.

GREENE, D. W. Influence of abscisic acid and benzyladenine on fruit set and fruit quality of 'Bartlett' pears. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 47, n. 11, p. 1607-1611, 2012.

GREENE, D. W.; COSTA, G. Fruit thinning in pome- and stone-fruit: state of the art. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 998, p. 93-102, 2013.

GREENE, D. W.; SCHUPP, J. R.; WINZELER, H. E. Effect of abscisic acid and benzyladenine on fruit set and fruit quality of apples. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 46, n. 4, p. 604-609, 2011.

GROSSMAN, Y. L.; DEJONG, T. M. Maximum fruit growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach growth. **Annals of Botany**, Oxford, v. 75, n. 6, p. 473-482, 1995a.

GROSSMAN, Y. L.; DEJONG, T. M. Maximum fruit growth potential following resource limitation during peach growth. **Annals of Botany**, Oxford, v. 75, n. 6, p. 561-567, 1995b.

GUR, A; COHEN, Y. The peach replant problem: some causal agents. **Soil Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 21, n. 6, p. 829-34, 1989.

HAWERROTH, F. J. *et al.* Manejo de pomares sob telas antigranizo. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO*, 15., 2017, Fraiburgo. **Anais [...]**. Caçador: Epagri, 2017. v. 1, p. 53-57.

HEDRICK, U. P. **The peaches of New York**. Albany: J. B. Lyon, 1917. 541 p.

HERTER, F. G. *et al.* Adaptação edafoclimática. *In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). Pessegueiro*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 45-56.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**: Tabela 5 - Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos produtos das lavouras permanentes, segundo o Brasil, as Grandes Regiões e as Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2021a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=29008&t=resultados>. Acesso em: 5 fev. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**: Tabela 6.21 - Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 2021b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=29008&t=resultados>. Acesso em: 5 fev. 2023.

KENDE, H. Ethylene biosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 44, p. 283–307, 1993.

LAKSO, A. N. Apple. *In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (ed.). Environmental physiology of fruit crops: temperate crops*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 3-44.

LAKSO, A. N. Early fruit growth and drop - the role of carbon balance in the apple tree. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 903, p. 733–742, 2011.

LEMUS, S. G. Raleo. *In: LEMUS, S. G. (ed.). El duraznero en Chile*. Valparaiso: Editorial Los Andes, 1993. p. 102-114.

LIMA, L. M. *et al.* Valoração de atributos de qualidade em pêssegos comercializados no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 465-484, 2009.

LOPEZ, G.; DEJONG, T. M. Spring temperatures have a major effect on early stages of peach fruit growth. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 82, n. 4, p. 507–512, 2007.

MADAIL, J. C. M. Economia do pêssego no Brasil. *In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). Pessegueiro*. Brasília, DF: Embrapa, 2014a. p. 687-704.

MADAIL, J. C. M. O cultivo do pessegueiro no Rio Grande do Sul. *In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). Pessegueiro*. Brasília, DF: Embrapa, 2014b. p. 615-624.

- MADAIL, J. C. M.; REICHERT, L. J.; DOSSA, D. **Análise de rentabilidade dos sistemas empresarial e familiar de produção de pêsego no sul do Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 43 p. (Documentos, 86).
- MANJA, K; AOUN, M. The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 246, p. 110-122, 2019.
- MARINI, R. P.; REIGHARD, G. L. Crop load management. *In*: LAYNE, D. R.; BASSI, D. (ed.). **The peach: botany, production, and uses.** Wallingford: CABI, 2008. p. 289-302.
- MARINI, R. P.; SOWERS, D. 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**, Alexandria, VA, v. 119, n. 2, p. 180-184, 1994.
- MARODIN, G. A. B.; MOLINOS, P. R.; LUCCHESI, O. A. Raleio químico de gemas floríferas em pessegueiros ‘Marli’ e ‘Diamante’ com cianamida hidrogenada e óleo mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 16, n.1, p. 127-133, 1994.
- MARTIN-GORRIZ, B.; TORREGROSA, A.; GARCÍA-BRUNTON, J. Feasibility of peach bloom thinning with hand-held mechanical devices. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, p. 91-97, 2011.
- MARTIN-GORRIZ, B.; TORREGROSA, A.; GARCÍA-BRUNTON, J. Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, p. 658-665, 2010.
- MARTINS, J. A. *et al.* Climatology of destructive hailstorms in Brazil. **Atmospheric Research**, Amsterdam, v. 184, p. 126–138, 2017.
- MAYER, N. A.; UENO, B. A morte precoce do pessegueiro no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Agrociencia Uruguay**, Montevideo, v. 25, p. NE1-NE1, 2021.
- MCARTNEY, S. J. Effects of 1-aminocyclopropane carboxylic acid on the rate of ethylene release from detached fruiting spurs and on fruit abscission in apple. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 86, n. 6, p. 640–644, 2011.
- MCARTNEY, S. J. *et al.* Effects of S-abscisic acid and (+)-8'-Acetylene abscisic acid on fruit set and stomatal conductance in apple. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 49, n. 4, p. 763–768, 2014.
- MCARTNEY, S. J.; OBERMILLER, J. D.; ARELLANO, C. Comparison of the effects of metamitron on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 47, n. 4, p. 509-514, 2012.
- MEDIENE, S. *et al.* The influence of severe shoot pruning in growth, carbon and nitrogen status in young peach trees (*Prunus persica*). **Tree Physiology**, Oxford, v. 22, p. 1289–1296, 2002.
- MEITEI, S. B. *et al.* Effect of chemical thinning on yield and quality of peach cv. Flordasun. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 8, n. 27, p. 3358-3565, 2013.

MIDDLETON, S.; MCWATERS, A. Hail netting of apple orchards: australian experience. **Compact Fruit Tree**, East Lansing, v. 35, p. 51-55, 2002.

MILLER, S. S.; TWORKOSKI, T. Blossom thinning in apple and peach with an essential oil. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 45, n. 8, p. 1218-1225, 2010.

NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Raleio. In: FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 103-113.

NAVA, G. A. *et al.* Desenvolvimento floral e produção de pessegueiros 'granada' sob distintas condições climáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 472-481, 2011.

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.

NJOROGE, S. M.; REIGHARD, G. Thinning time during stage I and fruit spacing influences fruit size of 'Contender' peach. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 115, p. 352-359, 2008.

NYÉKI, J. *et al.* Nectar production and pollination in peach. **International Journal of Horticultural Science**, Debrecen, v. 6, n. 3, p. 123-126, 2000.

OJER, M. *et al.* Durazneros bajo tela antigranizo: efectos sobre la madurez y calidad. **Revista FCA UNCuyo**, Chacras de Coria, v. 34, n. 1, p. 17-23, 2002.

OKIE, W. R.; WERNER, D. J. Genetic influence on flower bud density in peach and nectarine exceeds that of environment. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 31, n. 6, p. 1010-1012, 1996.

OLIVEIRA, P. D. *et al.* Heading of shoots and hand thinning of flowers and fruits on 'BRS Kampai' peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 52, n. 11, p. 1006-1016, 2017.

OSBORNE, J. L.; ROBINSON, T. Chemical peach thinning: understanding the relationship between crop load and crop value. **New York Fruit Quarterly**, Rochester, v. 16, n. 4, p. 19-23, 2008.

OSBORNE, J. L.; ROBINSON, T. L.; PARRA-QUEZADA, R. Chemical blossom thinning agents reduce crop load of 'Rising Star' peach in New York. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 727, p. 423-428, 2006.

PAVANELLO, A. P.; AYUB, R. A. Aplicação de ethephon no raleio químico de ameixeira e seu efeito sobre a produtividade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 309-316, 2012.

PAVEL, E. W.; DEJONG, T. M. Source- and sink-limited growth periods of developing peach fruits indicated by relative growth rate analysis. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, VA, v. 118, n. 6, p. 820-824, 1993.

- PENSO, G. A. *et al.* Consumption, preferences and habits of purchasing consumers of peaches and nectarines. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, [art.] e-497 2018.
- PENSO, G. A. *et al.* Development of peach flower buds under low winter chilling conditions. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 3, [art.] 428, [p. 1-20], 2020.
- PENZEL, M.; KRÖLING, C. Thinning efficacy of metamitron on young 'RoHo 3615' (Evelina®) apple. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 272, [art.] 109586, 2020.
- PEREIRA, J. F. M.; RASEIRA, A. Raleio. *In*: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 309-328.
- PETRI, J. L. *et al.* Metamitron replacing carbaryl in post bloom thinning of apple trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 4, p. 1-14, 2016a.
- PETRI, J. L. *et al.* **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016b. 141 p.
- PIMENTEL, P. *et al.* Physiological and morphological responses of *Prunus* species with different degree of tolerance to long-term root hypoxia. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 180, p. 14-23, 2014.
- PROTAS, J. F. S.; FREIRE, J. M. Custos e rentabilidade. *In*: SISTEMA de produção de pêsego de mesa na região da serra gaúcha. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 3). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegueiro/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/custos.htm>. Acesso em: 13 dez. 2021.
- PROTAS, J. F. S.; MADAIL, J. C. M. Características econômicas e sociais da produção de pêsego no Rio Grande do Sul. *In*: SISTEMA de produção de pêsego de mesa na região da serra gaúcha. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 3). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegueiro/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- RASCIO, N. *et al.* Structural and biochemical aspects of peach fruit abscission (*Prunus persica* L. Batsch). **Planta**, Berlin, v. 164, n. 1, p. 1-11, 1985.
- RASEIRA, M. C. B.; BYRNE, D. H.; FRANZON, R. C. Pessegueiro: tradição e poesia. *In*: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 679-705.
- RASEIRA, M. C. B.; CENTELLAS QUEZADA, A. (ed.). **Pêssego: produção**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 162 p. (Frutas do Brasil, 49).
- RASEIRA, M. C. B.; FRANZON, R. C. Melhoramento Genético. *In*: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 57-72.
- RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H. Pessegueiro. *In*: BRUCKNER, C. H. (ed.). **Melhoramento de fruteiras de clima temperado**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 89-126.

RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 776 p.

REIGHARD, G. L.; HENDERSON, W. G. Mechanical blossom thinning in South Carolina peach orchards. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 965, p. 117-121, 2012.

RIOV, J.; DROR, N.; GOREN, R. Effect of ethylene on (¹⁴C) indole-3-acetic acid metabolism in leaf tissue of woody plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 70, p. 1265–1270, 1982.

ROBINSON, T. L.; LAKSO, A. N. Predicting chemical thinner response with a carbohydrate model. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 903, p. 743-750, 2011.

SACHS, S.; CAMPOS, A. D. O pessegueiro. *In*: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa - SPI, 1998. p. 13-19.

SAMACH, A.; SMITH, H. M. Constraints to obtaining consistent annual yields in perennials. II: Environment and fruit load affect induction of flowering. **Plant Science**, Clare, v. 207, p. 168-176, 2013.

SAUERTEIG, K. A.; CLINE, J. A. Mechanical blossom thinning of ‘Allstar’ peaches influences yield and quality, **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 160, p. 243-250, 2013.

SILVA, D.; HAN, L.; COSTES, E. Light interception efficiency of apple trees: a multiscale computational study based on MAppleT Model. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 290, p. 45-53, 2014.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Coloured hail nets alter light transmission, spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction of apple. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 56, n. 3, p. 211-218, 2008.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. The microclimate under coloured hailnets affects leaf and fruit temperature, leaf anatomy, vegetative and reproductive growth as well as fruit coloration un apple. **Annals of Applied Biology**, Warwickshire, v. 156, n. 1, p. 121–136, 2010.

SOUTHWICK, S. M.; WEIS, K. G.; YEAGER, J. T. Bloom thinning ‘Loadel’ cling peach with a surfactant. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, VA, v. 121, n. 2, p. 334-338, 1996.

STEPHAN, J. *et al.* Light interception and partitioning between shoots in apple cultivars influenced by training. **Tree Physiology**, Oxford, v. 28, n. 3, p. 331-342, 2008.

STOVER, E. *et al.* Fruit weight, cropload, and return bloom of ‘Empire’ apple following thinning with 6-benzyladenine and NAA at several phenological stages. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 36, n. 6, p.1077-1081, 2001.

STOVER, E. Relationship of flowering intensity and cropping in fruit species. **HortTechnology**, Alexandria, VA, v. 10, n. 4, p. 729-732, 2000.

- SUTTON, M. *et al.* Optimizing fruit-thinning strategies in peach (*Prunus persica*) production. **Horticulturae**, Basel, v. 6, n. 3, [art.] 41, [p. 1-16], 2020.
- SZABÓ, Z.; NYÉKI, J. Floral biology and fertility in peaches. **International Journal of Horticultural Science**, Debrecen, v. 6, n. 1, p. 10-15, 2000.
- TAHERI, A. *et al.* Ethephon induced abscission of “Redhaven” peach. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 3, n. 2, p. 295-301, 2012.
- TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- 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**, Alexandria, VA, v. 1, p. 110-115, 2017.
- TORRES, E.; GINÉ-BORDONABA, J.; ASÍN, L. Thinning flat peaches with ethephon and its effect on endogenous ethylene production and fruit quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 278, [art.] 109872, 2021.
- TREVISAN, R. *et al.* Perfil e preferências do consumidor de pêssego (*Prunus persica*) em diferentes regiões produtoras no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 90-100, 2010.
- TROMP J. Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, p. 27–34, 2000.
- VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; MUÑOZ, V. A. Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul associados a complexos convectivos de mesoescala. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 91-105, 2009.
- VUKOVIĆ, M. *et al.* Vegetative and reproductive traits of young peaches and nectarines grown under red photoselective net. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, Zagreb, v. 81, n. 3, p. 181-185, 2016.
- WEINBERGER, J. H. The relation of leaf area to size and quality of peaches. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, College Park, v. 28, p. 18-22, 1931.
- WERTHEIM, S. J. Developments in the chemical thinning of apple and pear. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, p. 85-100, 2000.
- WERTHEIM, S. J. Chemical thinning of deciduous fruit trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 463, p. 445–462, 1997.
- WESTWOOD, M. N. **Temperate-zone pomology**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1978. 428 p.
- YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 35, p. 155-189, 1984.

YOON, T. M.; OSBORNE, J. L.; ROBINSON, T. L. Blossom thinning of 'Redhaven' and 'Babygold 5' peaches with different chemicals. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 903, p. 833-839, 2011.

YUAN, R.; GREENE, D. W. Benzyladenine as a chemical thinner for 'McIntosh' apples: fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and nonstructural carbohydrates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, VA, v. 125, n. 2, p. 169-176, 2000.

ZANCHIN, A. *et al.* Abscission in leaf and fruit explants of *Prunus persica* (L.) Batsch. **New Phytologist**, Oxford, v. 123, p. 555-565, 1993.

ZHENG, Y.; CRAWFORD, G.; CHEN, X. Archaeological evidence for peach (*Prunus persica*) cultivation and domestication in China. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 9, n. 9, [art.] e106595, [p. 1-9], 2014.

3 ARTIGO 1

Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiros ‘PS 10711’*

* Artigo formatado conforme as normas da Revista Brasileira de Fruticultura

Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiros ‘PS 10711’

Resumo – A obtenção de pêssegos com padrão comercial demanda tempo e uma quantidade elevada de mão de obra para realizar o raleio de frutos, impactando no custo de produção. A utilização de raleantes químicos busca diminuir a mão de obra para executar essa prática. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações e épocas de aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiros ‘PS 10711’ no sul do Brasil. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3×2 (300, 450 e 600 mg L⁻¹ de ACC na plena floração e na queda de pétalas), possuindo como tratamentos adicionais 150 mg L⁻¹ de etefon na plena floração e plantas sem raleio químico (controle). Avaliou-se frutificação efetiva, abscisão de frutos, frutos retirados no raleio manual, produção, produtividade, eficiência produtiva, peso médio e calibre dos frutos, firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT. Os tratamentos de ACC obtiveram taxas de abscisão média de 17,77% e 17,56% na plena floração e na queda de pétalas, respectivamente. A aplicação do ACC não resultou em efetivo raleio e não interferiu na produção e qualidade dos frutos do pessegueiro ‘PS 10711’.

Termos para indexação: *Prunus persica*, floração, abscisão, etileno, tamanho do fruto

1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in the reduction of manual fruit thinning of 'PS 10711' peach trees

Abstract – Obtaining commercial standard peaches takes time and a high amount of labor to thin the fruits, greatly impacting the cost of production. The use of chemical thinners seeks to reduce the dependence on labor to carry out this practice. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of different concentrations and times of application of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in reducing manual fruit thinning of 'PS 10711' peach trees in southern Brazil. The experimental design was in randomized blocks in a 3×2 factorial arrangement (300, 450 and 600 mg L⁻¹ of ACC applied at full bloom and at petal fall), with 150 mg L⁻¹ of ethephon at full bloom and plants without chemical thinning (control) as additional treatments. Effective fruiting, fruit abscission, number of fruits removed in hand thinning, production per plant, productivity, productive efficiency, average weight and fruit caliber, pulp firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (TA) and SS/AT ratio were evaluated. ACC treatments achieved average abscission rates of 17.77% and 17.56% at full bloom and at petal fall, respectively. The application of ACC did not result in effective thinning and did not interfere in the production and fruit quality of 'PS 10711' peach tree.

Terms index: *Prunus persica*, bloom, abscission, ethylene, fruit size

Introdução

O estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor nacional de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch) com aproximadamente 126 mil toneladas produzidas em 2021, tanto para o consumo in natura quanto para a indústria (IBGE, 2023). Destaca-se a Serra Gaúcha como importante polo produtor de pêssegos para consumo in natura (MADAIL, 2014) e, considerando que a estrutura fundiária desta região é caracterizada por propriedades familiares e minifúndios com uso de mão de obra essencialmente familiar (PROTAS; MADAIL, 2003), a atividade se torna de elevada importância econômica e social.

Na comercialização do pêssego de mesa, tamanho (calibre), cor da epiderme e ausência de defeitos são algumas das características do fruto que o consumidor observa com mais atenção no momento da compra (PENSO et al., 2018; TREVISAN et al., 2010). Ao analisar os atributos determinantes do preço de venda do pêssego para consumo in natura, Lima et al. (2009) constataram que, tanto no atacado quanto no varejo, frutos de maior calibre obtiveram maior valoração em relação aos frutos de menor calibre.

O pessegueiro normalmente apresenta floração abundante e elevada taxa de frutificação efetiva, dessa forma o raleio torna-se uma prática obrigatória em pomares comerciais (AGUSTÍ, 2010). O raleio pode ser realizado através de distintos métodos, tais como: manual, mecânico ou químico. O raleio manual é realizado até a lignificação do endocarpo, cerca de 45 a 50 dias após a plena floração (MEITEI et al., 2013). No Rio Grande do Sul, o raleio manual de frutos em pessegueiros demanda cerca de 40 dias/homem/ha (MADAIL et al., 2002; PROTAS; FREIRE, 2003), impactando sobremaneira no custo de produção.

A utilização de raleantes químicos no pessegueiro busca diminuir a dependência da mão de obra para a execução do raleio. Segundo Byers et al. (2003), o raleio químico em frutíferas de clima temperado pode ser alcançado pelo uso de substâncias químicas inibidoras da formação de gemas floríferas, reduzindo a densidade da floração, ou por indutoras da abscisão de flores ou frutos quando aplicadas na floração ou pós-floração, respectivamente. As substâncias raleantes podem ser separadas entre aquelas com ação cáustica ou hormonal (BYERS, 2003).

O ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), precursor imediato do etileno, tem sido testado e proposto como um novo raleante químico de ação hormonal para as frutas de caroço (COSTA; BOTTON, 2022). Contudo, a ação individual ou em conjunto de uma série de fatores, como o princípio ativo e a concentração do produto, cultivar, idade e vigor da planta, estágio fenológico, condição meteorológica do dia da aplicação e dos dias

anteriores e posteriores, horário da aplicação, tem influenciado nos resultados e, conseqüentemente, na adoção ou não do raleio químico pelo setor produtivo (CONEVA; CLINE, 2006).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações e épocas de aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos e seu efeito sobre os aspectos produtivos e qualitativos do pessegueiro 'PS 10711' cultivado nas condições edafoclimáticas e produtivas da Serra Gaúcha.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante a safra agrícola 2022/2023 em Pinto Bandeira, município localizado na região fisiográfica Encosta Superior do Nordeste (Serra Gaúcha) do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O clima predominante na região é o subtropical úmido (Cfb), de acordo com a classificação de Köppen. As temperaturas mínima e máxima apresentam valores médios de 8,5 °C e de 17,4 °C, respectivamente, nos meses mais frios do ano (inverno). Durante a estação mais quente do ano (verão), os valores médios das temperaturas mínima e máxima são 16,4 °C e de 27,3 °C, respectivamente. A precipitação pluvial normal esperada é em torno de 1700 mm ano⁻¹, de forma bem distribuída ao longo das estações (INMET, 2023). A normal climatológica (1981-2010) da estação meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, localizada em Bento Gonçalves (RS), aponta para o acúmulo de 409 horas de frio (HF) com temperatura do ar abaixo ou igual a 7,2 °C durante os meses de abril a setembro (ALVES et al., 2019). Em 2022 foram registradas 357 HF de maio a setembro, período frequentemente empregado no monitoramento de HF em frutíferas de clima temperado, sendo que o total observado foi de 426 HF de março a novembro. O solo do local do experimento pertence à classe dos Cambissolos Háplicos (FLORES et al., 2005).

Foram utilizadas plantas de um pomar comercial de pessegueiro 'PS 10711' (latitude 29°7'54.75"S, longitude 51°26'25.13"O e altitude de 714 m), com 4 anos de idade, enxertadas sobre a cv. Capdeboscq, com espaçamento de 4,3 m entre fileiras e 3,5 m entre plantas e conduzidas com quatro a cinco pernadas no sistema do tipo vaso. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com três repetições de quatro plantas por tratamento, sendo os tratamentos aplicados e as avaliações realizadas nas duas plantas centrais de cada unidade experimental. Utilizou-se uma fileira de bordadura entre os blocos para evitar a deriva entre os tratamentos.

Arranjou-se os tratamentos em esquema fatorial com tratamentos adicionais [(3 × 2) + 2], sendo três concentrações do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) (300, 450 e 600 mg L⁻¹) e duas épocas de aplicação (plena floração e queda de pétalas); 150 mg L⁻¹ do ác. 2-cloroetil-fosfônico (etefon) na plena floração; e, plantas sem raleio químico (controle). Considerou-se o estágio fenológico de plena floração quando mais de 70% das gemas florais se apresentavam abertas, assim como o estágio de queda de pétalas foi considerado quando mais de 70% das flores apresentavam no máximo duas a três pétalas remanescentes.

Utilizou-se como fonte de ACC o produto comercial Accede[®] (40% i.a.) e como fonte de etefon o produto Ethrel[®] 240 (24% i.a.). Foi adicionado 0,05% do espalhante adesivo não iônico Silwet AG[®] aos tratamentos com ACC e etefon. As aplicações foram realizadas em cobertura total com um pulverizador costal motorizado Jacto PJM-25 com 2 pontas cônicas, utilizando-se 0,8 L planta⁻¹ de volume de calda.

Os tratamentos da plena floração foram aplicados no dia 26 de julho de 2022, registrando-se 24,4 °C de temperatura média, 63,0% de umidade relativa do ar e 2,9 km h⁻¹ de velocidade do vento. No dia 02 de agosto de 2022 foram aplicados os tratamentos da época de queda de pétalas, registrando-se 20,1 °C de temperatura média, 63,2% de umidade relativa do ar e 1,8 km h⁻¹ de velocidade do vento. Para o registro das condições meteorológicas no momento das aplicações, utilizou-se o termo-higro-anemômetro-luxímetro digital modelo THAL-300.

Durante o período de repouso vegetativo, foram marcados quatro ramos do estrato mediano da copa de cada planta útil, contemplando os quatro quadrantes, totalizando oito ramos avaliados por repetição de cada tratamento. Nos ramos previamente marcados foi contado o número de flores na plena floração antes da aplicação dos tratamentos e o número de frutos aos 40 dias após a plena floração (DAPF). Em posse desses dados, a frutificação efetiva e a taxa de abscisão foram calculadas e expressas em porcentagem (%). Com o auxílio de uma fita métrica, a circunferência do tronco de cada planta útil foi mensurada a 20 cm acima da superfície do solo para determinação da área da seção do tronco (cm²).

Aos 40 DAPF, quando no geral os frutos atingiram um diâmetro de 15 a 20 mm, realizou-se o repasse de raleio manual em todos os tratamentos. Contabilizou-se o número de frutos retirados, classificando-os em frutos com diâmetro superior a 8 mm e frutos com diâmetro igual ou inferior a 8 mm (pigmeus) com base em uma amostra padrão dos diâmetros de interesse. Observou-se a distância de 8 a 10 cm entre os frutos nos ramos de maior vigor e de 12 a 15 cm nos ramos de menor vigor.

Para a estimativa da produção por planta (kg) multiplicou-se o número total de frutos, contabilizados antes do início da colheita, pelo peso médio da amostra de 20 frutos de cada planta útil retirada no repasse da colheita mais representativa. Os frutos foram coletados nos quatro quadrantes e em todos os estratos (superior, mediano e inferior) da copa das plantas úteis de cada tratamento. A produtividade (kg ha^{-1}) foi calculada multiplicando-se a produção por planta (kg) com a densidade de cultivo (kg ha^{-1}). Em posse da produção por planta (kg) e da área da seção do tronco a 20 cm (cm^2), obteve-se a eficiência produtiva (kg cm^{-2}).

O diâmetro de 20 frutos por planta útil foi aferido com um paquímetro analógico, classificando-os em três categorias de acordo com o calibre em milímetros (mm): ≤ 60 mm, 61 a 69 mm e ≥ 70 mm. Estas classes correspondem a frutos pequenos a médios, grandes e muito grandes, respectivamente (RASEIRA et al., 2014). Uma amostra de 10 frutos por planta útil foi separada para análise das seguintes variáveis de qualidade: firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis e acidez titulável. A firmeza da polpa, expressa em Newton (N), foi determinada através de um penetrômetro de bancada com ponteira de 8 mm, realizando-se dois pontos por fruto na região equatorial após a retirada da casca. O teor de sólidos solúveis (SS) foi analisado com um refratômetro analógico e expresso em °Brix. Homogeneizada em centrífuga elétrica, a acidez titulável (AT) foi determinada por titulação com hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, sendo expressa em % de ácido cítrico. A partir dos valores de SS e AT foi calculada a relação SS/AT.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para experimentos em fatorial duplo com dois tratamentos adicionais em DBC através do pacote ExpDes (*Experimental Designs*) no programa estatístico RStudio versão 2023.03.0+386. Quando o teste F indicou significância, a respectiva variável teve suas médias separadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5%. Comparou-se os tratamentos adicionais por contrastes ortogonais: C1) tratamentos de raleio químico x controle; C2) tratamentos de ACC x tratamento de etefon.

Resultados e Discussão

A aplicação do ACC nas concentrações e épocas avaliadas não resultou em diferença estatística na taxa de abscisão de frutos do pessegueiro ‘PS 10711’ na safra 2022/2023 (Tabela 1). Os tratamentos de ACC obtiveram taxas de abscisão média de 17,77% e 17,56% na plena floração (PF) e na queda de pétalas (QP), respectivamente, sendo valores muito próximos aos observados no tratamento com etefon na PF (14,89%). Embora a utilização da

concentração mais alta (600 mg L⁻¹) do ACC tanto na PF quanto na QP não tenha resultado em efetivo raleio, tampouco foram observados sintomas de fitotoxicidade foliar. Dessa forma, acredita-se que seja possível avaliar concentrações mais elevadas do ACC na cv. PS 10711, visto que se trata de uma cultivar que tem apresentado vigor médio a alto, adequado enfolhamento e alta taxa de frutificação efetiva nas condições edafoclimáticas de cultivo da Serra Gaúcha.

Tabela 1. Frutificação efetiva e abscisão de frutos aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração (ACC)	Frutificação Efetiva (%)	Abscisão de Frutos (%)
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	82.35 ^{ns}	17.65 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	87.15	12.85
	600 mg L ⁻¹	77.18	22.82
	Média	82.23 ^{ns}	17.77 ^{ns}
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	87.32 ^{ns}	12.68 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	82.91	17.09
	600 mg L ⁻¹	77.40	22.60
	Média	82.54	17.46
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		85.11	14.89
Controle (sem raleio químico)		91.66	8.34
CV (%)		8.49	44.20
Contrastes ⁽¹⁾		Valor de Probabilidade	
C1		0.146 ^{ns}	0.146 ^{ns}
C2		0.869 ^{ns}	0.869 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Cline et al. (2020) observaram que a concentração de 600 mg L⁻¹ de ACC aplicada em 2018 na plena floração e em 2019 nos frutos com 20 mm reduziu a frutificação efetiva no pessegueiro ‘Redhaven’ no Canadá. Apenas a concentração de 750 mg L⁻¹ aplicada na queda de pétalas apresentou algum efeito raleante em trabalho realizado com o pessegueiro ‘Flaminia’ cultivado na Itália (CECCARELLI et al., 2016). Contudo, nesta concentração os autores observaram uma fitotoxicidade foliar que, embora transitória, deve ser evitada. Em trabalho realizado com ameixeiras japonesas (*Prunus salicina*) na África do Sul, Theron, Steenkamp e Steyn (2017) encontraram distintas concentrações ideais do ACC em aplicação nos frutos com 7-10 mm de diâmetro para as cultivares Fortune (entre 200 a 400 mg L⁻¹), Letícia (400 mg L⁻¹) e African RoseTM (600 mg L⁻¹), sem observarem sintomas de fitotoxicidade foliar. Com base nestes resultados, os autores destacam que a concentração do ACC deve ser determinada separadamente por cultivar.

Concomitante às baixas taxas de abscisão do presente trabalho, observou-se um grande número de frutos com diâmetro menor ou igual a 8 mm (pigmeus), por ocasião do raleio manual executado aos 40 DAPF em todos os tratamentos (Tabela 2). Os tratamentos de ACC não diferiram entre si na PF, enquanto que na QP o tratamento com 300 mg L⁻¹

resultou no menor valor, porém sem diferir do tratamento com 600 mg L⁻¹. Considerando o efeito da época dentro do nível concentração, ainda na variável frutos pigmeus, não houve diferença na concentração de 600 mg L⁻¹ e nas demais não se observou um padrão de resposta em função do aumento da concentração de 300 para 450 mg L⁻¹. Em virtude das condições meteorológicas observadas após as aplicações do ACC na plena floração ou na queda de pétalas (Figura 1), supõem-se que o elevado número de frutos pigmeus observado em todos os tratamentos seja resultante da precipitação e queda na temperatura ocorridos, pois inclusive no tratamento controle foi contabilizado um elevado número. Não houve diferença estatística entre os tratamentos em relação aos frutos raleados com diâmetro maior que 8 mm. No total de frutos retirados no raleio manual observou-se diferença na QP, sendo que o tratamento com 300 mg L⁻¹ resultou no menor valor, porém sem diferir do tratamento com 600 mg L⁻¹.

Tabela 2. Frutos retirados no raleio manual aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração (ACC)	Total de Frutos	Frutos > 8 mm	Frutos ≤ 8 mm	
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	1428 ^{ns}	362 ^{ns}	1066 Ba	
	450 mg L ⁻¹	1620	332	1288 Aa	
	600 mg L ⁻¹	1309	355	954 Aa	
	Média	1452 ^{ns}	350 ^{ns}	1103 ^{ns}	
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	1905 a	473 ^{ns}	1432 Aa	
	450 mg L ⁻¹	1129 b	297	832 Bb	
	600 mg L ⁻¹	1375 ab	321	1054 Aab	
	Média	1470	364	1106	
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		1219	273	946	
Controle (sem raleio químico)		1537	343	1194	
CV (%)		21,96	47,58	16,24	
		Contrastes ⁽¹⁾ Valor de Probabilidade			
		C1	0.926 ^{ns}	1.000 ^{ns}	0.733 ^{ns}
		C2	0.600 ^{ns}	0.793 ^{ns}	0.518 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. * Médias seguidas da mesma letra minúscula (concentração dentro do nível época) e maiúscula (época dentro do nível concentração) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

O etileno regula uma série de respostas em plantas, dentre estas a tolerância ao estresse térmico por baixa temperatura (TAIZ et al., 2017). Aplicações exógenas de ACC aumentaram a síntese de etileno e a tolerância ao estresse por frio em videiras (*Vitis vinifera*) e macieiras (*Malus x domestica*) (SUN et al., 2016; WANG et al., 2021). Torres e Asín (2022) avaliaram a ação raleante do ACC e do etefon sob diferentes temperaturas (10, 15 e 20 °C) em pessegueiros ‘Sweet Lady’. Os resultados sugerem que o ACC pode ser mais eficaz que o etefon no raleio de frutos em condições meteorológicas com temperatura inferior a 15 °C. Dessa forma, espera-se que, teoricamente, a ocorrência de baixas temperaturas no momento ou logo após a aplicação do ACC não interfira negativamente na

sua eficácia raleante. No presente trabalho, registrou-se a temperatura mínima de 5,5 °C cerca de três dias após a aplicação dos tratamentos na PF e de 6,8 °C aproximadamente quatro dias após a realização dos tratamentos na QP (Figura 1). Contudo, conforme relatado anteriormente, as taxas de abscisão foram baixas tanto nos tratamentos com o ACC quanto com o etefon.

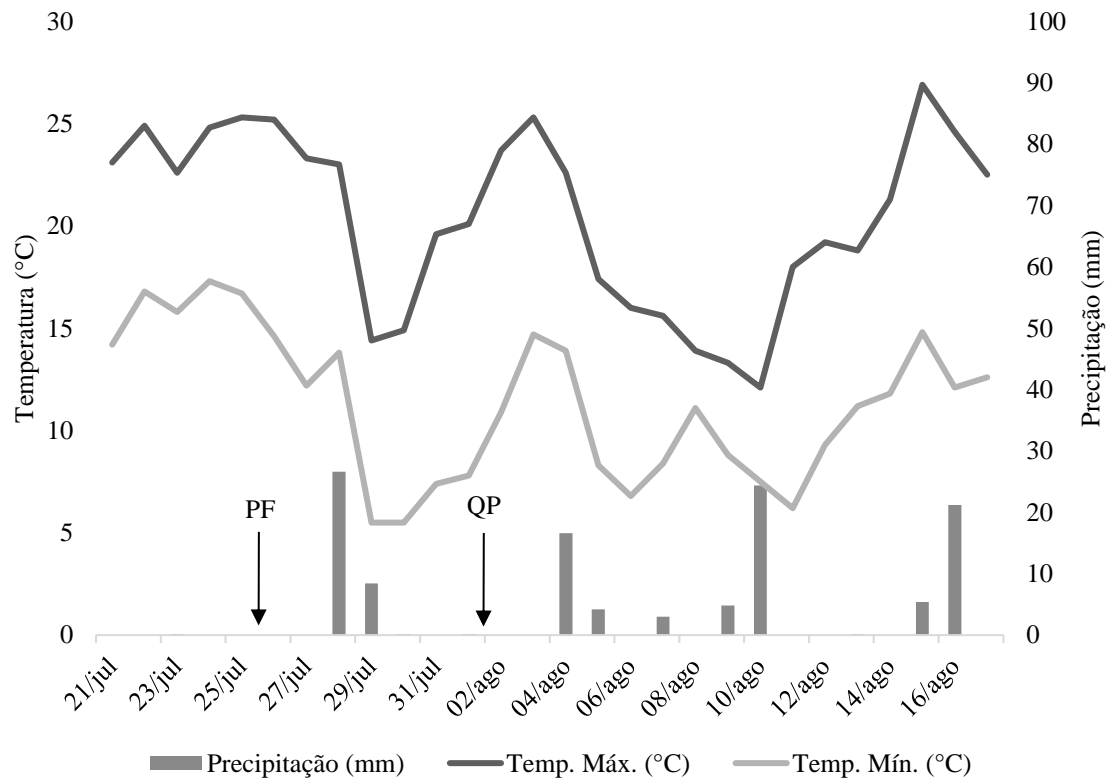


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e precipitação antes, durante e após a aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) em plena floração (PF) e queda de pétalas (QP) no pessegueiro ‘PS 10711’. Fonte dos dados: Estação Meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves/RS, Brasil.

As variáveis número de frutos por planta na colheita, massa média de frutos, produção por planta, produtividade e eficiência produtiva não apresentaram diferença significativa entre as concentrações ou épocas de aplicação do ACC e com os tratamentos adicionais (Tabela 3). Os tratamentos de ACC na PF e na QP obtiveram média de 237 e 254 frutos colhidos por planta, respectivamente, sendo valores semelhantes ao tratamento de raleio manual (255 frutos) e ao tratamento com etefon (214 frutos). Os valores de massa média de frutos também foram semelhantes com 150,4 gramas (g), 153,2 g, 150,0 g e 151,6 g para a média dos tratamentos de ACC na PF, ACC na QP, controle e etefon, respectivamente. Os tratamentos de raleio químico (ACC e etefon) não diferiram do padrão de raleio manual aos 40 DAPF executado no tratamento controle para as variáveis de produção por planta, produtividade e eficiência produtiva. Possivelmente as variáveis citadas

acima não apresentaram diferenças significativas visto que neste trabalho as taxas de abscisão de frutos entre os tratamentos avaliados foram semelhantes, resultando em carga de frutos similares, principalmente após o repasse de raleio manual.

Tabela 3. Frutos colhidos por planta, massa média de frutos, produção por planta, produtividade e eficiência produtiva de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração ACC	Frutos planta ⁻¹	Massa Média (g)	Produção (kg planta ⁻¹)	Produtividade (t ha ⁻¹)	Eficiência Produtiva (kg cm ⁻²)
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	254 ^{ns}	150.6 ^{ns}	38.2 ^{ns}	25.3 ^{ns}	0.292 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	198	151.0	36.1	24.0	0.263
	600 mg L ⁻¹	259	149.6	38.6	25.6	0.304
	Média	237 ^{ns}	150.4 ^{ns}	37.6 ^{ns}	25.0 ^{ns}	0.286 ^{ns}
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	277 ^{ns}	152.2 ^{ns}	41.9 ^{ns}	27.8 ^{ns}	0.343 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	235	149.9	34.8	23.1	0.269
	600 mg L ⁻¹	249	157.5	39.0	25.9	0.334
	Média	254	153.2	38.6	25.6	0.315
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		214	151.6	32.6	21.7	0.248
Controle (sem raleio químico)		255	150.0	38.3	25.4	0.291
CV (%)		22.12	6.12	22.81	22.81	21.99
Contrastes ⁽¹⁾		Valor de Probabilidade				
C1		0.974 ^{ns}	0.975 ^{ns}	0.998 ^{ns}	0.998 ^{ns}	0.999 ^{ns}
C2		0.823 ^{ns}	1.000 ^{ns}	0.756 ^{ns}	0.756 ^{ns}	0.453 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Todos os tratamentos apresentaram maior frequência de frutos na classe de 61 a 69 mm de diâmetro, sendo 69,2% a média geral observada (Figura 2). Considerando a frequência de frutos com diâmetro maior ou igual a 61 mm, a aplicação de 300, 450 e 600 mg L⁻¹ de ACC na PF resultou em 90,0, 85,0 e 98,4%, respectivamente, enquanto que a aplicação na QP os percentuais foram de 96,6, 90,0 e 98,3%, respectivamente. Nesta mesma classificação, os percentuais para os tratamentos etefon e controle foram de 96,7 e 95,0%, respectivamente. Os menores percentuais de frutos com calibre menor ou igual a 60 mm foram observados na aplicação de 600 mg L⁻¹ de ACC, tanto em PF (1,6%) quanto em QP (1,7%). A similaridade da frequência de frutos na mesma classe entre os tratamentos pode ser decorrente das baixas taxas de abscisão observadas, pela execução do repasse de raleio manual e pela amostragem de frutos realizada em um único momento.

Em pessegueiros, o raleio deve ser realizado antes da lignificação do endocarpo para se obter frutos com padrão comercialmente adequado (PEREIRA; RASEIRA, 2014). O raleio realizado na fase de botões florais ou durante o florescimento maximiza o potencial de crescimento do fruto, pois reduz os efeitos da competição por nutrientes entre os frutos remanescentes (GROSSMAN; DEJONG, 1995). Contudo, Ceccarelli et al. (2016) também

não encontraram diferenças significativas na distribuição do tamanho dos frutos em classes comerciais no pessegueiro ‘Flaminia’ e na nectarineira ‘Stark Red Gold’ entre os tratamentos de ACC, ácido abscísico e raleio manual. Considerando a frequência de frutos com diâmetro maior ou igual a 60 mm, igualmente não foi significativo o efeito dos tratamentos com ACC no pessegueiro ‘Redhaven’ (CLINE et al., 2020).

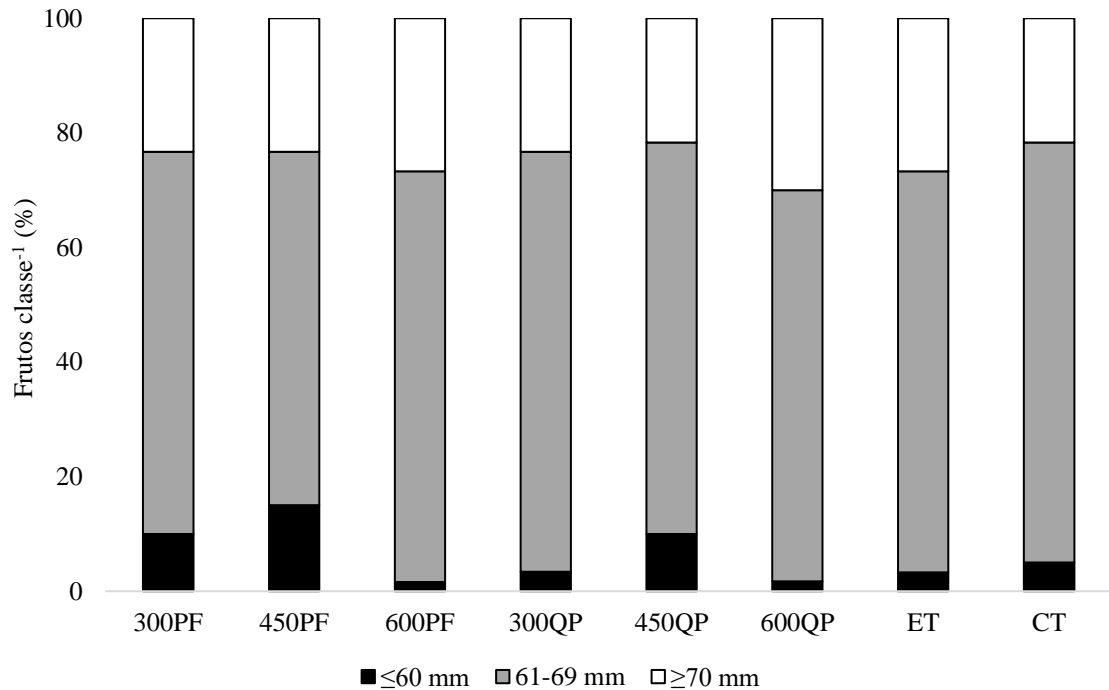


Figura 2. Porcentagem de frutos nas classes de diâmetro ≤ 60 mm, 61 a 69mm e ≥ 70 mm de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos a diferentes concentrações de ACC (300, 450 e 600 mg L⁻¹) na plena floração (PF) e na queda de pétalas (QP), à aplicação de etefon (ET) e ao controle (CT). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

As variáveis firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT não apresentaram diferenças significativas entre as médias dos tratamentos (Tabela 4). A comparação da média dos tratamentos de raleio químico (ACC e etefon) com a média do tratamento controle resultou em diferença nas variáveis firmeza de polpa e AT com os maiores valores observados no tratamento controle, indicando que os frutos deste tratamento eram mais firmes e ácidos no momento da colheita. Entretanto, não foi observado atraso na maturação dos frutos no tratamento sem a aplicação de raleantes químicos indutores da síntese do etileno. Os valores médios dos tratamentos para as variáveis firmeza de polpa, SS e AT foram 51,7 N, 8,2 °Brix e 0,67% ácido cítrico, respectivamente.

Tabela 4. Firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de pessegueiros ‘PS 10711’ submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração ACC	Firmeza de Polpa (N)	SS (°Brix)	AT (% ácido cítrico)	Relação SS/AT
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	52.5 ^{ns}	8.1 ^{ns}	0.73 ^{ns}	11.2 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	48.9	8.7	0.64	14.0
	600 mg L ⁻¹	50.2	8.0	0.64	12.8
	Média	50.5 ^{ns}	8.3 ^{ns}	0.67 ^{ns}	12.7 ^{ns}
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	48.1 ^{ns}	8.5 ^{ns}	0.63 ^{ns}	13.7 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	50.6	8.0	0.60	13.2
	600 mg L ⁻¹	52.4	7.7	0.67	11.7
	Média	50.4	8.1	0.63	12.9
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		50.6	8.0	0.63	11.9
Controle (sem raleio químico)		60.5	8.2	0.83	10.3
CV (%)		6.32	9.67	14.03	18.94
Contrastes ⁽¹⁾					
C1		0.004 [*]	1.000 ^{ns}	0.030 [*]	0.268 ^{ns}
C2		1.000 ^{ns}	0.975 ^{ns}	0.945 ^{ns}	0.878 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

De maneira geral, não tem sido observadas alterações significativas nas características físico-químicas dos frutos pela aplicação do ACC em pessegueiros e nectarineira (CECCARELLI et al., 2016), ameixeiras (THERON; STEENKAMP; STEYN, 2017), macieiras (CORTENS; CLINE, 2019; FALLAHI; MCARTNEY, 2022) e pereiras (CLINE et al., 2017). Dessa forma, os valores médios observados nas variáveis firmeza de polpa, SS e AT indicam que a aplicação do ACC no início do ciclo do pessegueiro ‘PS 10711’ não exerce influência na maturação dos frutos.

Conclusões

1. A aplicação do ACC não resultou em efetivo raleio e não interferiu na produção e qualidade dos frutos do pessegueiro ‘PS 10711’.

Referências

- AGUSTÍ, M. **Fruticultura**. 2 ed. Madrid: Mundi Prensa, 2010. 507 p.
- ALVES, M. E. B.; TONIETTO, J.; SANTOS, H. P. Evidências de invernos mais curtos em regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul com base na temperatura mínima. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 27, n. 1, p. 43-52, 2019.

- BYERS, R. E. Flower and fruit thinning and vegetative: fruiting balance. In: FERRE, D. C.; WARRINGTON, I. J. (ed.). **Apples: Botany, Production and Uses**. Wallingford: CABI, 2003. p. 409-436.
- BYERS, R. E.; COSTA, G.; VIZZOTTO, G. Flower and fruit thinning of Peach and other *Prunus*. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 28, p. 352-392, 2003.
- CECCARELLI, A.; VIDONI, S.; ROCCHI, L.; TAIOLI, M.; COSTA, C. Are ABA and ACC suitable thinning agents for peach and nectarine? **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 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**, Ottawa, v. 101, n. 1, p. 17-29, 2020.
- CLINE, J. A.; CARTER, K.; GUNTER, A.; BAKKER, C.; GREEN, A. C. Response of Bosc and Cold Snap™ pears to thinning with NAA, 6-BA, ACC, and s-ABA. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 98, n. 4, p. 830-843, 2017.
- CONEVA, E. D.; CLINE, J. A. Blossom thinners reduce crop load and increase fruit size and quality of peaches. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 41, n. 5, p.1253-1258, 2006.
- CORTENS, M. H.; CLINE, J. A. Effects of the bioregulators ACC, 6-BA, ABA, and NAA as thinning agents on Gala apples. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 100, n. 2, p. 185-201, 2019.
- COSTA, G.; BOTTON, A. Thinning in peach: past, present and future of an indispensable practice. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 296, [art.] 110895, 2022.
- FALLAHI, E.; MCARTNEY, S. J. Impacts of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as a late post-bloom thinner on fruit set, yield, and fruit quality in “Gala” and “Fuji” apples. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 13, p. 481-493, 2022.
- FLORES, C. A.; MANDELLI, F.; FALCADE, I.; TONIETTO, J.; SALTON, M. A.; ZANUS, M. C. **Vinhos de Pinto Bandeira: Características de identidade regional para uma Indicação Geográfica**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Circular Técnica, 55)
- GROSSMAN, Y. L.; DEJONG, T. M. Maximum fruit growth potential following resource limitation during peach growth. **Annals of Botany**, Oxford, v. 75, n. 6, p. 561–567, 1995.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 5 - Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos produtos das lavouras permanentes, segundo o Brasil, as Grandes Regiões e as Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=29008&t=resultados>. Acesso em: 5 fev. 2023.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos Climatológicos – Bento Gonçalves/RS**. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>. Acesso em: 18 mar. 2023.

LIMA, L. M.; FILHO, J. V. C.; KASSOUF, A. L.; AMORIM, L. Valoração de atributos de qualidade em pêssegos comercializados no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 465-484, 2009.

MADAIL, J. C. M. O cultivo do pessegueiro no Rio Grande do Sul. In: RASEIRA, M. C. B; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 615-624.

MADAIL, J. C. M.; REICHERT, L. J.; DOSSA, D. **Análise de rentabilidade dos sistemas empresarial e familiar de produção de pêssego no sul do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 43 p. (Documentos, 86)

MEITEI, S. B.; PATEL, R. K.; DEKA, B. C.; DESHMUKH, N. A.; SINGH, A. Effect of chemical thinning on yield and quality of peach cv. Flordasun. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 8, n. 27, p. 3358-3565, 2013.

PENSO, G. A.; SANTOS, C. E. M.; BRUCKNER, C. H.; COSTA, J. C. F.; CITADIN, I. Consumption, preferences and habits of purchasing consumers of peaches and nectarines. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, [art.] e-497 2018.

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

PROTAS, J. F. S.; FREIRE, J. M. Custos e rentabilidade. In: SISTEMA de produção de pêssego de mesa na região da serra gaúcha. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 3). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/custos.htm>. Acesso em: 13 dez. 2021.

PROTAS, J. F. S.; MADAIL, J. C. M. Características econômicas e sociais da produção de pêssego no Rio Grande do Sul. In: SISTEMA de produção de pêssego de mesa na região da serra gaúcha. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 3). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/>. Acesso em: 15 dez. 2021.

- 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, DF: Embrapa, 2014. p. 73-142.
- SUN, X.; ZHAO, T.; GAN, S.; REN, X.; FANG, L.; KARUNGO, S. K.; WANG, Y.; CHEN, L.; LI, S.; XIN, H. Ethylene positively regulates cold tolerance in grapevine by modulating the expression of ETHYLENE RESPONSE FACTOR 057. **Scientific Reports**, v. 6, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- 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**, 2022.
- 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**, Alexandria, VA, v. 1, p. 110-115, 2017.
- TREVISAN, R.; PIANA, C. F. de B.; TREPTOW, R. O.; GONÇALVES, E. D.; ANTUNES, L. E. C. Perfil e preferências do consumidor de pêssego (*Prunus persica*) em diferentes regiões produtoras no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 90-100, 2010.
- WANG, Y.; JIANG, H.; MAO, Z.; LIU, W.; JIANG, S.; XU, H.; SU, M.; ZHANG, J.; WANG, N.; ZHANG, Z.; CHEN, X. Ethylene increases the cold tolerance of apple via the MdERF1B–MdC1bHLH1 regulatory module. **The Plant Journal**, Oxford, 2021, v. 106, n. 2, p. 379–393, 2021.

4 ARTIGO 2

Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiros 'PS 10711' sob tela antigranizo*

* Artigo formatado conforme as normas da Revista Brasileira de Fruticultura

Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo

Resumo – A utilização de raleantes químicos no pessegueiro busca diminuir a dependência da mão de obra para a execução do raleio. Contudo, fatores meteorológicos e culturais têm influenciado nos resultados e, conseqüentemente, na adoção do raleio químico pelo setor produtivo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações e épocas de aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo no sul do Brasil. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3×2 (300, 450 e 600 mg L⁻¹ de ACC na plena floração e na queda de pétalas), possuindo como adicionais 150 mg L⁻¹ de etefon na plena floração e plantas sem raleio químico (controle). Avaliou-se frutificação efetiva, abscisão de frutos, frutos retirados no raleio manual, produção, produtividade, eficiência produtiva, peso médio e calibre dos frutos, firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT. A aplicação do ACC na queda de pétalas não resultou em efetivo raleio. A aplicação de 600 mg L⁻¹ do ACC na plena floração reduziu em 19% a frutificação efetiva do pessegueiro ‘PS 10711’ sob tela antigranizo, sem interferir na produção e qualidade dos frutos.

Termos para indexação: *Prunus persica*, floração, abscisão, etileno, tamanho do fruto

1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in the reduction of manual fruit thinning of 'PS 10711' peach trees under hail net

Abstract – The use of chemical thinners on peach trees seeks to reduce the dependence on labor for thinning. However, meteorological and cultural factors have influenced the results and, consequently, the adoption of chemical thinning by the productive sector. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of different concentrations and times of application of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in the reduction of manual fruit thinning of 'PS 10711' peach trees under hail net in southern Brazil. The experimental design was in randomized blocks in a 3×2 factorial arrangement (300, 450 and 600 mg L⁻¹ of ACC at full bloom and at petal fall), with 150 mg L⁻¹ of ethephon at full bloom and plants without chemical thinning (control) as additional treatments. Effective fruiting, fruit abscission, number of fruits removed in hand thinning, production per plant, productivity, productive efficiency, average weight and fruit caliber, pulp firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (TA) and SS/AT ratio were evaluated. Application of ACC at petal fall did not result in effective thinning. The application of 600 mg L⁻¹ of ACC at full bloom reduced by 19% the effective fruiting, without interfering in the production and quality of the fruits.

Terms index: *Prunus persica*, bloom, abscission, ethylene, fruit size

Introdução

A maioria das cultivares comerciais atuais de pêsego obtém uma carga de frutos maior do que as plantas conseguem suportar (NJOROGÉ; REIGHARD, 2008), mesmo quando apropriadamente podadas (DEJONG; GROSSMAN, 1994). Dessa forma, o raleio de frutos é uma técnica empregada nos pomares para a remoção do excesso de carga da planta que visa o equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo e a obtenção de frutos com adequada qualidade para a comercialização.

O raleio manual realizado até a lignificação do endocarpo segue como o método mais utilizado nos pomares de pessegueiros de muitas regiões produtoras. Contudo, trata-se de uma prática que requer tempo e uma quantidade elevada de mão de obra especializada, impactando sobremaneira no custo de produção. Neste cenário, a utilização de raleantes químicos busca diminuir o custo e a dependência da mão de obra para a execução do raleio nas frutíferas de clima temperado, principalmente nas rosáceas (PAVANELLO; AYUB, 2012).

Distintos raleantes químicos com ação hormonal têm sido avaliados para a cultura do pessegueiro tanto em floração quanto em pós-floração, tais como: etefon (ANZANELLO; TEDESCO, 2020; TORRES et al., 2021); benziladenina (BARRETO et al., 2018); ácido abscísico (GIOVANAZ et al., 2015); e, metamitron (FARIAS et al., 2019a; 2019b; 2020). Contudo, observa-se uma forte influência do material genético e do ambiente na eficácia do raleio químico, impactando na adoção ou não do raleio químico pelo setor produtivo (CONEVA; CLINE, 2006).

O ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), precursor imediato do etileno, tem sido testado e proposto como um novo raleante químico para as frutas de caroço (COSTA; BOTTON, 2022). A ação raleante do ACC é resultado da ativação da zona de abscisão do pedicelo das flores e frutos, pelo aumento nos níveis de etileno que reduz o metabolismo e o transporte polar de auxina (BEYER; MORGAN, 1971; RIOV et al., 1982), iniciando-se o processo de abscisão.

O uso do cultivo protegido na fruticultura tem crescido significativamente nos últimos anos com o objetivo de reduzir os danos do granizo nos pomares (MANJA; AOUN, 2019). A utilização da tela antigranizo implica em modificações no microclima do pomar, principalmente em relação à radiação solar incidente, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento (AMARANTE et al., 2012; BOSCO et al., 2018), demandando ajustes na concentração dos raleantes químicos visto que estes apresentam maior efetividade em condições de sombreamento em virtude da redução da disponibilidade de fotoassimilados.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações e épocas de aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) na redução do raleio manual de frutos e seu efeito sobre os aspectos produtivos e qualitativos do pessegueiro ‘PS 10711’ cultivado sob tela antigranizo, nas condições edafoclimáticas e produtivas da Serra Gaúcha.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante a safra agrícola 2022/2023 em Pinto Bandeira, município localizado na região fisiográfica Encosta Superior do Nordeste (Serra Gaúcha) do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O clima predominante na região é o subtropical úmido (Cfb), de acordo com a classificação de Köppen. As temperaturas mínima e máxima apresentam valores médios de 8,5 °C e de 17,4 °C, respectivamente, nos meses mais frios do ano (inverno). Durante a estação mais quente do ano (verão), os valores médios das temperaturas mínima e máxima são 16,4 °C e de 27,3 °C, respectivamente. A precipitação pluvial normal esperada é em torno de 1700 mm ano⁻¹, de forma bem distribuída ao longo das estações (INMET, 2023). A normal climatológica (1981-2010) da estação meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, localizada em Bento Gonçalves (RS), aponta para o acúmulo de 409 horas de frio (HF) com temperatura do ar abaixo ou igual a 7,2 °C durante os meses de abril a setembro (ALVES et al., 2019). Em 2022 foram registradas 357 HF de maio a setembro, período frequentemente empregado no monitoramento de HF em frutíferas de clima temperado, sendo que o total observado foi de 426 HF de março a novembro. O solo do local do experimento pertence à classe dos Cambissolos Háplicos (FLORES et al., 2005).

Foram utilizadas plantas de um pomar comercial de pessegueiro ‘PS 10711’ (latitude 29°7'8.57"S, longitude 51°26'14.77"O e altitude de 695 m), cultivadas sob tela antigranizo, com 4 anos de idade, enxertadas sobre a cv. Capdeboscq, com espaçamento de 5,0 m entre fileiras e 2,5 m entre plantas e conduzidas com quatro a cinco pernadas no sistema do tipo vaso. A tela antigranizo foi instalada no ano de 2020 em formato de duas águas, com abertura de 15 cm nas entrelinhas para escoamento do granizo, possuindo as seguintes características: material polietileno (100%), cor pérola, sombreamento de 20% e largura de 5,2 m. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com três repetições de quatro plantas por tratamento, sendo os tratamentos aplicados e as avaliações realizadas nas duas plantas centrais de cada unidade experimental. Utilizou-se uma fileira de bordadura entre os blocos para evitar a deriva entre os tratamentos.

Arranjou-se os tratamentos em esquema fatorial com tratamentos adicionais [(3 × 2) + 2], sendo três concentrações do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) (300, 450 e 600 mg L⁻¹) e duas épocas de aplicação (plena floração e queda de pétalas); 150 mg L⁻¹ do ác. 2-cloroetil-fosfônico (etefon) na plena floração; e, plantas sem raleio químico (controle). Considerou-se o estágio fenológico de plena floração quando mais de 70% das gemas florais se apresentavam abertas, assim como o estágio de queda de pétalas foi considerado quando mais de 70% das flores apresentavam no máximo duas a três pétalas remanescentes.

Utilizou-se como fonte de ACC o produto comercial Accede® (40% i.a.) e como fonte de etefon o produto Ethrel® 240 (24% i.a.). Foi adicionado 0,05% do espalhante adesivo não iônico Silwet AG® aos tratamentos com ACC e etefon. As aplicações foram realizadas em cobertura total com um pulverizador costal motorizado Jacto PJM-25 com 2 pontas cônicas, utilizando-se 0,8 L planta⁻¹ de volume de calda.

Os tratamentos da plena floração foram aplicados no dia 27 de julho de 2022, registrando-se 19,7 °C de temperatura média, 66,9% de umidade relativa do ar e 4,0 km h⁻¹ de velocidade do vento. No dia 03 de agosto de 2022 foram aplicados os tratamentos da época de queda de pétalas, registrando-se 20,8 °C de temperatura média, 73,0% de umidade relativa do ar e 1,8 km h⁻¹ de velocidade do vento. Para o registro das condições meteorológicas no momento das aplicações, utilizou-se o termo-higro-anemômetro-luxímetro digital modelo THAL-300.

Durante o período de repouso vegetativo, foram marcados quatro ramos do estrato mediano da copa de cada planta útil, contemplando os quatro quadrantes, totalizando oito ramos avaliados por repetição de cada tratamento. Nos ramos previamente marcados foi contado o número de flores na plena floração antes da aplicação dos tratamentos e o número de frutos aos 40 dias após a plena floração (DAPF). Em posse desses dados, a frutificação efetiva e a taxa de abscisão foram calculadas e expressas em porcentagem (%). Com o auxílio de uma fita métrica, a circunferência do tronco de cada planta útil foi mensurada a 20 cm acima da superfície do solo para determinação da área da seção do tronco (cm²).

Aos 40 DAPF, quando no geral os frutos atingiram um diâmetro de 15 a 20 mm, realizou-se o repasse de raleio manual em todos os tratamentos. Contabilizou-se o número de frutos retirados, classificando-os em frutos com diâmetro superior a 8 mm e frutos com diâmetro igual ou inferior a 8 mm (pigmeus) com base em uma amostra padrão dos diâmetros de interesse. Observou-se a distância de 8 a 10 cm entre os frutos nos ramos de maior vigor e de 12 a 15 cm nos ramos de menor vigor.

Para a estimativa da produção por planta (kg) multiplicou-se o número total de frutos, contabilizados antes do início da colheita, pelo peso médio da amostra de 20 frutos de cada planta útil retirada no repasse da colheita mais representativa. Os frutos foram coletados nos quatro quadrantes e em todos os estratos (superior, mediano e inferior) da copa das plantas úteis de cada tratamento. A produtividade (kg ha⁻¹) foi calculada multiplicando-se a produção por planta (kg) com a densidade de cultivo (kg ha⁻¹). Em posse da produção por planta (kg) e da área da seção do tronco a 20 cm (cm²), obteve-se a eficiência produtiva (kg cm⁻²).

O diâmetro de 20 frutos por planta útil foi auferido com um paquímetro analógico, classificando-os em três categorias de acordo com o calibre em milímetros (mm): ≤60 mm, 61 a 69 mm e ≥70 mm. Estas classes correspondem a frutos pequenos a médios, grandes e muito grandes, respectivamente (RASEIRA et al., 2014). Uma amostra de 10 frutos por planta útil foi separada para análise das seguintes variáveis de qualidade: firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis e acidez titulável. A firmeza da polpa, expressa em Newton (N), foi determinada através de um penetrômetro de bancada com ponteira de 8 mm, realizando-se dois pontos por fruto na região equatorial após a retirada da casca. O teor de sólidos solúveis (SS) foi analisado com um refratômetro analógico e expresso em °Brix. Homogeneizada em centrífuga elétrica, a acidez titulável (AT) foi determinada por titulação com hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹, sendo expressa em % de ácido cítrico. A partir dos valores de SS e AT foi calculada a relação SS/AT.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para experimentos em fatorial duplo com dois tratamentos adicionais em DBC através do pacote ExpDes (*Experimental Designs*) no programa estatístico RStudio versão 2023.03.0+386. Quando o teste F indicou significância, a respectiva variável teve suas médias separadas pelo teste de Tukey ambos ao nível de 5%. Comparou-se os tratamentos adicionais por contrastes ortogonais: C1) tratamentos de raleio químico x controle; C2) tratamentos de ACC x tratamento de etefon.

Resultados e Discussão

A aplicação de 600 mg L⁻¹ de ACC na plena floração resultou na maior taxa de abscisão de frutos no pessegueiro ‘PS 10711’ sob tela antigranizo na safra 2022/2023, diferindo das demais concentrações (300 e 450 mg L⁻¹) aplicadas na mesma época (Tabela 1). Contudo, a aplicação das diferentes concentrações de ACC na época de queda de pétalas não resultou em diferença significativa nas variáveis frutificação efetiva e abscisão de frutos.

Igualmente não se observou efeito significativo de uma mesma concentração de ACC em distintas épocas de aplicação. O tratamento controle apresentou a menor média de abscisão de frutos (7,35%), porém sem diferir dos demais tratamentos.

Tabela 1. Frutificação efetiva e abscisão de frutos aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração ACC	Frutificação Efetiva (%)	Abscisão de Frutos (%)
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	90.38 a	9.62 b
	450 mg L ⁻¹	89.48 a	10.52 b
	600 mg L ⁻¹	74.84 b	25.16 a
	Média	84.90 ^{ns}	15.10 ^{ns}
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	92.47 ^{ns}	7.53 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	85.69	14.31
	600 mg L ⁻¹	84.79	15.21
	Média	87.65	12.35
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		85.59	14.41
Controle (sem raleio químico)		92.65	7.35
CV (%)		7.57	50.60
Contrastes ⁽¹⁾		Valor de Probabilidade	
C1		0.276 ^{ns}	0.276 ^{ns}
C2		0.996 ^{ns}	0.996 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. * Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

A ação raleante do ACC e do etefon é relacionada à ativação da zona de abscisão no pedicelo de flores e frutos, em virtude do aumento dos níveis de etileno nesta região. Porém, Torres e Asín (2022) propõem que, após a aplicação do ACC e do etefon, a abscisão de frutos em pessegueiros também pode ser em virtude do déficit de carboidratos decorrente da redução na condução estomática nos dias posteriores à aplicação. O uso de telas antigranizo influencia na taxa fotossintética e, conseqüentemente, na produção de carboidratos em macieiras (AMARANTE et al., 2012). Dessa forma, é possível que a maior abscisão de frutos observada no tratamento de 600 mg L⁻¹ de ACC na plena floração também esteja associada a um déficit de carboidratos em virtude do sombreamento ocasionado pela tela.

Concentrações mais altas de ACC resultaram em alguma ação raleante nos pessegueiros ‘Flaminia’ (CECCARELLI et al., 2016) e ‘Redhaven’ (CLINE et al., 2020) cultivados na Itália e no Canadá, respectivamente. Para a cv. Flaminia a concentração de 750 mg L⁻¹ de ACC na queda de pétalas apresentou algum efeito raleante, enquanto que para a cv. Redhaven, a concentração de 600 mg L⁻¹ em 2018 na plena floração e em 2019 nos frutos com 20 mm foi a mais eficaz em reduzir a frutificação efetiva, resultando em uma redução de 66 e 59% no número de frutos retirados no repasse de raleio manual, respectivamente. Cabe lembrar que a aplicação de altas concentrações do ACC pode também resultar em

maior senescência e abscisão foliar e, assim, comprometer a fotossíntese e a produção de fotoassimilados necessários para os frutos em desenvolvimento.

Segundo Ceccarelli et al. (2016), a aplicação de 750 mg L⁻¹ de ACC na queda de pétalas ou em frutos com 20 mm na nectarineira ‘Stark Red Gold’ cultivada na Itália não resultou em ação raleante e tampouco foram observados sintomas de fitotoxicidade foliar. Sem também observar nenhum sintoma de fitotoxicidade após a aplicação de diferentes concentrações de ACC nos frutos com 7-10 mm de diâmetro de ameixeiras japonesas (*Prunus salicina*) cultivadas na África do Sul, Theron et al. (2017) observaram que a concentração recomendada do ACC para a ameixeira ‘Fortune’ está entre 200 a 400 mg L⁻¹, enquanto que para a cv. Letícia a concentração de 400 mg L⁻¹ promoveu o raleio e o aumento no tamanho dos frutos, sem comprometer a produtividade. Para a cv. African RoseTM, a concentração de 600 mg L⁻¹ resultou no melhor efeito em termos de calibre dos frutos e produtividade, não diferindo do controle. Dessa forma, os resultados encontrados até o momento indicam que a concentração recomendada do ACC para fins de raleio químico em frutas de caroço deve ser determinada separadamente por espécie e cultivar.

No repasse de raleio manual executado aos 40 DAPF não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos no total de frutos, frutos com diâmetro maior que 8 mm e frutos com diâmetro menor ou igual a 8 mm (pigmeus) (Tabela 2). Não se observou redução no número de frutos retirados no repasse de raleio manual sequer no tratamento de 600 mg L⁻¹ na plena floração, apesar deste ter resultado em menor frutificação efetiva. A aplicação dos tratamentos de raleio químico (ACC e etefon) não aumentou o número de frutos pigmeus no pessegueiro ‘PS 10711’. Em virtude das condições meteorológicas observadas após as aplicações do ACC na plena floração ou na queda de pétalas (Figura 1), supõem-se que o elevado número de frutos pigmeus observado em todos os tratamentos seja resultante da precipitação e queda na temperatura ocorridos, pois inclusive no tratamento controle foi contabilizado um elevado número.

Tabela 2. Frutos retirados no raleio manual aos 40 dias após a plena floração de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração ACC	Total de Frutos	Frutos > 8 mm	Frutos ≤ 8 mm
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	1617 ^{ns}	252 ^{ns}	1365 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	1531	183	1348
	600 mg L ⁻¹	1484	131	1353
	Média	1544 ^{ns}	189 ^{ns}	1355 ^{ns}
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	1486 ^{ns}	279 ^{ns}	1207 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	1454	304	1150
	600 mg L ⁻¹	1399	223	1176
	Média	1446	269	1177
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		1231	163	1068
Controle (sem raleio químico)		1759	231	1528
CV (%)		15,19	57,86	21,32
Contrastes ⁽¹⁾		Valor de Probabilidade		
C1		0,104 ^{ns}	0,997 ^{ns}	0,223 ^{ns}
C2		0,176 ^{ns}	0,723 ^{ns}	0,508 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

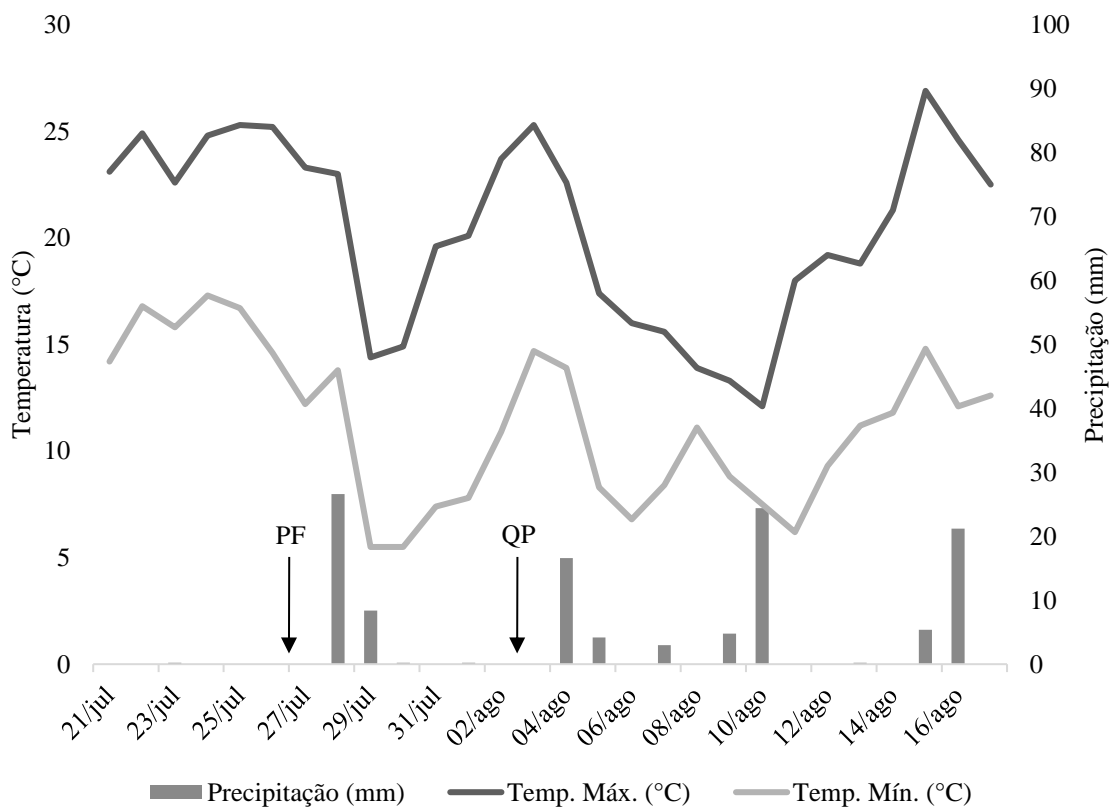


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e precipitação antes, durante e após a aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) em plena floração (PF) e queda de pétalas (QP) no pessegueiro ‘PS 10711’ sob tela antigranizo. Fonte dos dados: Estação Meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves/RS, Brasil.

Na colheita não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nas variáveis número de frutos por planta, massa média de frutos, produção por planta, produtividade e eficiência produtiva (Tabela 3). Destaca-se que a aplicação de 600 mg L⁻¹ de ACC na plena floração, tratamento de menor frutificação efetiva, não resultou em menor número de frutos colhidos por planta e não reduziu significativamente a produção por planta e a produtividade em relação ao padrão de raleio manual aos 40 DAPF executado no tratamento controle. A massa média de frutos foi similar entre os tratamentos provavelmente em virtude das baixas taxas de abscisão observadas, pela execução do repasse de raleio manual e pela amostragem de frutos realizada em um único momento.

Tabela 3. Frutos colhidos por planta, massa média de frutos, produção por planta, produtividade e eficiência produtiva de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração ACC	Frutos planta ⁻¹	Massa Média (g)	Produção (kg planta ⁻¹)	Produtividade (t ha ⁻¹)	Eficiência Produtiva (kg cm ⁻²)
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	202 ^{ns}	142.3 ^{ns}	28.4 ^{ns}	22.7 ^{ns}	0.350 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	210	141.3	29.7	23.8	0.316
	600 mg L ⁻¹	179	141.0	25.1	20.1	0.249
	Média	197 ^{ns}	141.5 ^{ns}	27.7 ^{ns}	22.2 ^{ns}	0.305 ^b
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	273 ^{ns}	144.7 ^{ns}	39.7 ^{ns}	31.8 ^{ns}	0.455 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	219	140.2	30.6	24.5	0.419
	600 mg L ⁻¹	201	143.9	28.7	22.9	0.397
	Média	231	142.9	33.0	26.4	0.424 ^a
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		185	143.1	26.7	21.3	0.361
Controle (sem raleio químico)		204	140.1	28.4	22.7	0.265
CV (%)		25.49	3.96	25.81	25.81	34.95
Contrastes ⁽¹⁾		Valor de Probabilidade				
C1		0.994 ^{ns}	0.835 ^{ns}	0.976 ^{ns}	0.976 ^{ns}	0.338 ^{ns}
C2		0.703 ^{ns}	0.987 ^{ns}	0.757 ^{ns}	0.757 ^{ns}	0.999 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. * Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Considerando a média dos tratamentos com os raleantes químicos benziladenina ou metamitron, Ayub et al. (2019) observaram que a tela antigranizo preta reduziu em 26% e em 22% o número de frutos e a produção por planta em macieiras, respectivamente, em comparação à média dos tratamentos com tela antigranizo branco e sem tela antigranizo. Visto que no presente trabalho a tela antigranizo utilizada era da cor pérola, semelhante à cor branco, provavelmente as baixas taxas de abscisão e a execução do repasse de raleio manual nos tratamentos de raleio químico explicam a ausência de diferença significativa entre as variáveis número de frutos por planta na colheita, massa média de frutos, produção por planta, produtividade e eficiência produtiva.

Na classificação dos frutos em categorias, conforme o calibre, não houve diferença entre os tratamentos. A média geral observada foi de 11,5, 73,8 e 14,8% na frequência de frutos nas categorias ≤ 60 mm, 61 a 69 mm e ≥ 70 mm, respectivamente (Figura 2). Considerando a frequência de frutos com diâmetro ≤ 60 mm, a média dos tratamentos de ACC na plena floração foi menor (8,3%) que a média dos tratamentos de ACC na queda de pétalas (18,3%). Os tratamentos de ACC na plena floração resultaram em uma maior frequência de frutos com diâmetro ≥ 70 mm em relação aos tratamentos de ACC na queda de pétalas: 18,9% contra 8,9%. A frequência de frutos na categoria com diâmetro de 61 a 69 mm foi igual entre as médias das duas épocas de aplicação do ACC (72,8%). O tratamento de etefon resultou na menor frequência de frutos com diâmetro ≤ 60 mm (1,7%) e na maior frequência de frutos com diâmetro maior ou igual a 61 mm (98,3%). As baixas taxas de abscisão observadas, a execução do repasse de raleio manual e a realização da amostragem de frutos em um único momento da colheita podem explicar a similaridade da frequência de frutos na mesma classe entre os tratamentos neste trabalho.

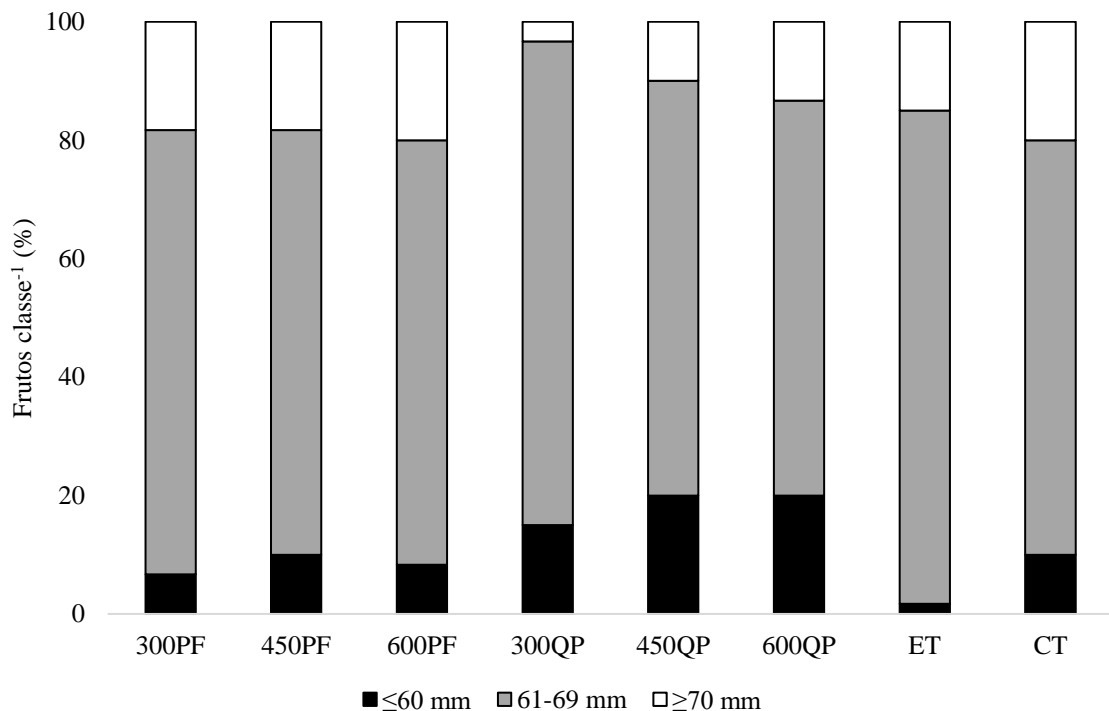


Figura 2. Porcentagem de frutos nas classes de diâmetro ≤ 60 mm, 61 a 69mm e ≥ 70 mm de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigranizo submetidos a diferentes concentrações de ACC (300, 450 e 600 mg L⁻¹) na plena floração (PF) e na queda de pétalas (QP), à aplicação de etefon (ET) e ao controle (CT). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

O raleio realizado na fase de botões florais ou durante o florescimento maximiza o potencial de crescimento do fruto do pessegueiro, aumentando a proporção de frutos em categorias de calibre superior (CONEVA; CLINE, 2006; GROSSMAN; DEJONG, 1995). Porém, os tratamentos de ACC, ácido abscísico e raleio manual não diferiram na distribuição do tamanho dos frutos em classes comerciais no pessegueiro ‘Flaminia’ e na nectarineira ‘Stark Red Gold’ (CECCARELLI et al., 2016). Diferentes concentrações de ACC (300 e 600 mg L⁻¹) e épocas de aplicação (plena floração, queda de sépalas e início de frutificação e frutos com 20 mm) igualmente não resultaram em diferença significativa na frequência de frutos com diâmetro ≥ 60 mm no pessegueiro ‘Redhaven’ (CLINE et al., 2020).

As variáveis firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT não apresentaram diferença significativa entre as concentrações ou épocas de aplicação do ACC e com os tratamentos adicionais (Tabela 4). Em rosáceas, alterações significativas nas características físico-químicas dos frutos pela aplicação do ACC não têm sido observadas em pessegueiros e nectarineira (CECCARELLI et al., 2016), ameixeiras (THERON et al., 2017), macieiras (CORTENS; CLINE, 2019; FALLAHI; MCARTNEY, 2022) e pereiras (CLINE et al., 2017). No presente trabalho, os valores médios dos tratamentos para as variáveis firmeza de polpa, SS e AT foram 45,3 N, 8,9 °Brix e 0,66% ácido cítrico, respectivamente. Dessa forma, a maturação do pessegueiro ‘PS 10711’ não foi influenciada pela aplicação do ACC com a finalidade de raleio, seja na plena floração ou na queda pétalas.

Tabela 4. Firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de pessegueiros ‘PS 10711’ sob tela antigirizo submetidos à aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Pinto Bandeira/RS, safra 2022/2023.

Época	Concentração ACC	Firmeza de Polpa (N)	SS (°Brix)	AT (% ácido cítrico)	Relação SS/AT
Plena Floração	300 mg L ⁻¹	47.1 ^{ns}	9.4 ^{ns}	0.70 ^{ns}	13.5 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	42.9	8.3	0.61	13.5
	600 mg L ⁻¹	45.9	9.2	0.64	12.6
	Média	45.3 ^{ns}	9.0 ^{ns}	0.65 ^{ns}	13.2 ^{ns}
Queda de Pétalas	300 mg L ⁻¹	45.1 ^{ns}	8.7 ^{ns}	0.66 ^{ns}	13.2 ^{ns}
	450 mg L ⁻¹	44.9	8.1	0.63	14.8
	600 mg L ⁻¹	42.3	8.8	0.62	14.1
	Média	44.1	8.5	0.64	14.0
Etefon 150 mg L ⁻¹ na Plena Floração		43.2	9.2	0.72	12.8
Controle (sem raleio químico)		50.6	9.1	0.71	12.8
CV (%)		11.53	11.72	12.38	9.77
Contrastes ⁽¹⁾					
	C1	0.204 ^{ns}	0.956 ^{ns}	0.637 ^{ns}	0.752 ^{ns}
	C2	0.941 ^{ns}	0.816 ^{ns}	0.295 ^{ns}	0.648 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: tratamentos de raleio químico x controle; C2: tratamentos de ACC x tratamento de etefon. ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Conclusões

1. A aplicação de 600 mg L⁻¹ de ACC na plena floração reduziu em 19% a frutificação efetiva do pessegueiro ‘PS 10711’ sob tela antigranizo.
2. A aplicação do ACC na plena floração ou na queda de pétalas não interfere na produção e qualidade dos frutos do pessegueiro ‘PS 10711’ sob tela antigranizo.

Referências

- ALVES, M. E. B.; TONIETTO, J.; SANTOS, H. P. Evidências de invernos mais curtos em regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul com base na temperatura mínima. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 27, n. 1, p. 43-52, 2019.
- AMARANTE, C. V. T.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C. A. Cultivo de macieira em ambiente protegido. In: CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. (ed.). **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.75-104.
- ANZANELLO, R.; TEDESCO, A. Ethephon in the chemical thinning of fruits of peach cultivar Chimarrita. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 6, p. 66-71, 2020.
- AYUB, R. A.; PAVANELLO, A. P.; ZOTH, M.; LOS, K. K. S. Different methods of thinning influenced by variety and hail nets in apple orchards. **Agricultural Research & Technology**, [Califórnia], v. 22, n. 3, p. 1, 2019.
- BARRETO, C. F.; NAVROSKI, R.; ZANDONÁ, R. R.; FARIAS, R. M.; MALGARIM, M. B.; MELLO-FARIAS, P. C. Effect of chemical thinning using 6-benzyladenine (BA) on Maciel peach (*Prunus persica* L.). **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 12, n. 6, p. 980-984, 2018.
- BEYER, E. M.; MORGAN, P. W. Abscission: the role of ethylene modification of auxin transport. **Plant Physiology**, Rockville, v. 48, p. 208–212, 1971.
- BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; PAULA, V. A.; MARODIN, G. A. B.; BRAUNER, P. C. Microclimate alterations caused by agricultural hail net coverage and effects on apple tree yield in subtropical climate of Southern Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 77, n. 1, p. 181–192, 2018.
- CECCARELLI, A.; VIDONI, S.; ROCCHI, L.; TAIOLI, M.; COSTA, C. Are ABA and ACC suitable thinning agents for peach and nectarine? **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 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**, Ottawa, v. 101, n. 1, p. 17-29, 2020.
- CLINE, J. A.; CARTER, K.; GUNTER, A.; BAKKER, C.; GREEN, A. C. Response of Bosc and Cold Snap™ pears to thinning with NAA, 6-BA, ACC, and s-ABA. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 98, n. 4, p. 830-843, 2017.
- CONEVA, E. D.; CLINE, J. A. Blossom thinners reduce crop load and increase fruit size and quality of peaches. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 41, n. 5, p.1253-1258, 2006.
- CORTENS, M. H.; CLINE, J. A. Effects of the bioregulators ACC, 6-BA, ABA, and NAA as thinning agents on Gala apples. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 100, n. 2, p. 185-201, 2019.
- COSTA, G.; BOTTON, A. Thinning in peach: past, present and future of an indispensable practice. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 296, [art.] 110895, 2022.
- DEJONG, T. M.; GROSSMAN, Y. L. A supply and demand approach to modeling annual reproductive and vegetative growth of deciduous fruit trees. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 29, n. 12, p. 1435–1442, 1994.
- FALLAHI, E.; MCARTNEY, S. J. Impacts of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as a late post-bloom thinner on fruit set, yield, and fruit quality in “Gala” and “Fuji” apples. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 13, p. 481-493, 2022.
- FARIAS, R. de M.; BARRETO, C. F.; ZANDONÁ, R. R.; HELLWIG, C. G.; MARTINS, C. R.; MALGARIN, M. B.; MARODIN, G. A. B. Metamitron in the chemical thinning of ‘PS 10711’ peach trees. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 5, p. 1923-1936, 2020.
- FARIAS, R. de M.; BARRETO, C. F.; ZANDONÁ, R. R.; MARTINS, C. R.; MELLO-FARIAS, P.; MARODIN, G. A. B. Chemical thinning of ‘BRS Kampai’ peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 54, [art.] e01353, 2019a.
- FARIAS, R. de M.; MARTINS, C. R.; BARRETO, C. F.; GIOVANAZ, M. A.; MALGARIN, M. B.; MELLO-FARIAS, P. Time of metamitron application and concentration in the chemical thinning of ‘Maciel’ peach. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 4, [art.] e-017, 2019b.
- FLORES, C. A.; MANDELLI, F.; FALCADE, I.; TONIETTO, J.; SALTON, M. A.; ZANUS, M. C. **Vinhos de Pinto Bandeira: Características de identidade regional para uma Indicação Geográfica**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Circular Técnica, 55)

- GIOVANAZ, M. A.; SPAGNOL, D.; BARTZ, J.; PASA, M. S.; CHAVES, F. C.; FACHINELLO, J. C. Absciscic acid as a potential chemical thinner for peach. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 10, p. 989-992, 2015.
- GROSSMAN, Y. L.; DEJONG, T. M. Maximum fruit growth potential following resource limitation during peach growth. **Annals of Botany**, Oxford, v. 75, n. 6, p. 561–567, 1995.
- INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos Climatológicos – Bento Gonçalves/RS**. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>. Acesso em: 18 mar. 2023.
- MANJA, K; AOUN, M. The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 246, p. 110-122, 2019.
- NJOROGE, S. M.; REIGHARD, G. Thinning time during stage I and fruit spacing influences fruit size of ‘Contender’ peach. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 115, p. 352–359, 2008.
- PAVANELLO, A. P.; AYUB, R. A. Aplicação de ethephon no raleio químico de ameixeira e seu efeito sobre a produtividade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 309-316, 2012.
- 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, DF: Embrapa, 2014. p. 73-142.
- RIOV, J.; DROR, N.; GOREN, R. Effect of ethylene on (¹⁴C)indole-3-acetic acid metabolism in leaf tissue of woody plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 70, p. 1265–1270, 1982.
- 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. 1, p. 110-115, 2017.
- 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, p. 4253-4262 2022.
- TORRES, E.; GINÉ-BORDONABA, J.; ASÍN, L. Thinning flat peaches with ethephon and its effect on endogenous ethylene production and fruit quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 278, [art.] 109872, 2021.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do raleio em pessegueiros na época recomendada, até a lignificação do endocarpo, permanece como um dos maiores desafios deste setor produtivo. O raleio manual, ainda o principal método empregado nos pomares, requer quantidade elevada de mão de obra especializada e de tempo, o que eleva o custo de produção e, muitas vezes, limita o potencial de crescimento dos frutos – principalmente para as cultivares precoces, pois estas apresentam uma menor “janela” para a realização do raleio. Conforme apresentado na revisão bibliográfica, pesquisas com o raleio mecânico e químico tem sido realizadas visando reduzir a dependência da mão de obra para a execução do raleio.

No presente trabalho, a utilização de diferentes concentrações e épocas de aplicação do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) não resultou na ação raleante esperada. Uma série de fatores tem influenciado nos resultados do uso de substâncias raleantes, cáusticas ou hormonais. Distintas pesquisas com a aplicação do ACC em frutas de caroço têm demonstrado uma forte influência da espécie e cultivar nos resultados. Neste trabalho, somente a aplicação de 600 mg L⁻¹ de ACC na plena floração do pessegueiro ‘PS 10711’ sob tela antigranizo resultou em algum efeito raleante, sem apresentar sintomas de fitotoxicidade foliar. Com base neste resultado, acredita-se que a aplicação de concentrações mais elevadas do ACC na plena floração possa resultar em efetivo raleio na cultivar PS 10711.

A exemplo da utilização da cianamida hidrogenada para a superação da dormência de espécies frutíferas caducifólias cultivadas em locais com baixo acúmulo de horas frio, a utilização de um adequado volume de calda parece ser fundamental para que o ACC demonstre seu potencial como raleante químico. Neste trabalho, as plantas da área a céu aberto apresentavam maior vigor que as da área sob tela antigranizo. Considerando que foi utilizado o mesmo volume de calda para ambas as áreas, este pode ter sido um fator que influenciou na não observância de efeito raleante do ACC na área a céu aberto.

A ocorrência de baixas temperaturas antes, durante e após a aplicação do ACC é um fator que também merece ser melhor elucidado visto que sob estresse térmico há aumento

na produção de etileno pelas plantas – condição que, teoricamente, intensificaria a ação raleante do ACC exógeno. Dessa forma, um melhor ajuste na concentração e época de aplicação do ACC é necessário para que se obtenha o efeito desejado, considerando as distintas espécies, cultivares e condições edafoclimáticas de cultivo.

6 APÊNDICE

APÊNDICE 1. Ramo com frutos com diâmetro ≤ 8 mm (pigmeus) e > 8 mm antes do repasse de raleio manual aos 40 DAPF no pessegueiro 'PS 10711' sob tela antigranizo.



APÊNDICE 2. Contagem de frutos com diâmetro ≤ 8 mm (pigmeus) e > 8 mm retirados no repasse de raleio manual aos 40 DAPF no pessegueiro 'PS 10711'.

