

**FERNANDA PELIZZARI MAGRIN DE MACEDO**

**REGULADORES DE CRESCIMENTO PARA CONTROLE DE VIGOR E DE  
MATURAÇÃO DE FRUTOS EM POMARES DE MACIEIRA SOB TELA  
ANTIGRANIZO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar

**LAGES, SC  
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Macedo, Fernanda Pelizzari Magrin de  
Reguladores de crescimento para controle de vigor e de  
maturação de frutos em pomares sob tela antigranizo / Fernanda  
Pelizzari Magrin de Macedo. -- 2019.  
147 p.

Orientadora: Aike Anneliese Kretzschmar  
Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina,  
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação  
em Produção Vegetal, Lages, 2019.

1. *Malus domestica* Borkh. . 2. Proexadiona cálcica. 3. Ácido  
naftaleno acético. 4. 1-metilciclopropeno. 5. Tela antigranizo. I.  
Kretzschmar, Aike Anneliese. II. Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

**FERNANDA PELIZZARI MAGRIN DE MACEDO**

**REGULADORES DE CRESCIMENTO PARA CONTROLE DE VIGOR E DE  
MATURAÇÃO DE FRUTOS EM POMARES DE MACIEIRA SOB TELA  
ANTIGRANIZO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

**Banca Examinadora:**

Orientadora: \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC  
Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Leo Rufato  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC  
Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV

Membro: \_\_\_\_\_

Dr. Alberto Ramos Luz  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC  
Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Fabiano Simões  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)  
Campus de Vacaria – RS

Membro: \_\_\_\_\_

Dr. Fernando José Hawerth  
Embrapa Uva e Vinho  
Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (EFCT) – Vacaria – RS

Lages, 18 de Dezembro de 2019

Dedico aos meus pais, Antenor Divino Magrin e Onira Pelizzari Magrin, e ao meu esposo, Charle Kramer Borges de Macedo.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar meus passos sempre pelo caminho do bem e por me dar forças nos momentos mais difíceis (que não foram poucos) dessa caminhada, permitindo alcançar meu SONHO de realização do doutorado...

Aos meus pais, Antenor e Onira, pelo amor, carinho e cuidado que sempre tiveram, pelo incentivo constante na busca do saber e por tudo que abdicaram em prol do crescimento de seus filhos. Agradeço por cada ‘marcha’ executada pelo meu pai no caminhão, nas suas idas e vindas por esse país, as quais ajudaram nos custos, contribuindo para o conhecimento que tenho hoje... e pela força de minha mãe na administração da casa e na árdua tarefa de ser mãe e pai, em muitas ocasiões, em função da profissão de meu pai... Amo muito vocês!!!

Ao meu esposo, Charle, que foi um presente que a agronomia me proporcionou e a partir de então traçamos nosso caminho na mesma direção! Obrigada pelo amor, carinho, atenção, paciência, incentivo, planos e também pela ajuda nos experimentos. Amo você!!!

Ao meu irmão, Mateus e à sua família, pelo carinho, amizade e incentivo e aos meus sobrinhos, Júlia e Davi, que com seus sorrisos me fazem voltar a ser criança!

Aos meus sogros, Maria Helena e Erlim, por serem meus ‘segundos pais’, pelo incentivo e apoio em todas as minhas conquistas!

Ao meu cunhado, Michel e à sua família, pelo carinho e companheirismo e ao meu afilhado, João Victor, pelo amor e carinho constantes apesar da distância.

À toda minha família que sempre mostrou interesse pelos meus estudos e à minha ‘nona’ Maria, pela sua força e garra no alto dos seus 93 anos de vida.

Ao pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Dr. Fernando José Hawerth, pela amizade, auxílio, ensinamentos ao longo desta etapa que proporcionaram conhecimentos técnicos e práticos e pela parceria fundamental na condução e avaliação dos experimentos. Obrigada!!!

À minha orientadora, prof. Dra. Aike Anneliese Kretschmar e ao prof. Dr. Leo Rufato, pelos conhecimentos, ensinamentos, pelo apoio e incentivo em um momento fundamental do doutorado, por toda a ajuda e compreensão. Obrigada!!!

Ao prof. Dr. Cassandro Vidal Talamini do Amarante e ao prof. Dr. Cristiano André Steffens, pela amizade, ensinamentos e por permitirem o uso do laboratório, materiais e equipamentos.

Ao pesquisador Dr. Luis Carlos Argenta, meu orientador durante o mestrado, pela amizade, apoio e pela disponibilidade em auxiliar no doutorado.

Ao prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela disponibilidade e rapidez em solucionar dúvidas.

Ao Dr. Gilmar Ribeiro Nachtigall, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, e ao prof. Dr. Fabiano Simões, da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), pela amizade, auxílio e permissão de utilização de laboratórios, materiais e equipamentos.

Aos amigos e colegas do laboratório de Fisiologia e Manejo de Frutíferas, da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, da Embrapa Uva e Vinho: Charle, Joseane, Danyelle, Giovanni, Leonardo, Natália, Lisiane, Mauricio, Diana, Filipe, Lenir Caroline, Brenda, Daiane, Lindomar, Daniel e Yan, pelo auxílio, companheirismo, trabalho em equipe e responsabilidade na condução e avaliação dos experimentos. Agradeço também pelos momentos de descontração, que permitiram criar vínculos de amizade, pelas viagens sempre produtivas e divertidas e pelas inúmeras fotos, que possibilitaram belas recordações.

Aos funcionários da Embrapa Uva e Vinho, Marcelo, Celestino, Tiago, Jurandir, João Carlos, Jocemar, Cláudio e João Paulo, pela amizade e auxílio na avaliação dos experimentos.

Às empresas do setor da maçã, que disponibilizaram seus pomares para a realização dessa pesquisa.

À EFCT pela parceria e disponibilidade de infra-estrutura.

Aos colegas de mestrado e doutorado, que residem em Vacaria, pela parceria nos trabalhos de sala de aula e nos estudos, pelos momentos divertidos, pelos assuntos proveitosos que conversamos entre tantas idas e vindas à Lages.

Aos colegas de classe e à toda equipe do Laboratório de Fisiologia Vegetal e Fisiologia Pós-Colheita da UDESC/CAV, pela amizade e auxílio na condução das atividades.

À UDESC, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e aos seus professores, pelo ensino público, gratuito e de qualidade.

Aos funcionários da Secretaria Administrativa, Kátia Wiggeres e Gustavo Gabriel Theiss, e da Secretaria de Ensino de Pós-Graduação, Leandro Luiz Hoffmann e Ederson Padilha, pelo profissionalismo e por sempre sanarem as dúvidas de maneira rápida e clara.

Ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP), pela concessão parcial da bolsa de doutorado.

Aos membros da banca de qualificação e da banca final do doutorado, pelas suas importantes contribuições.

À todas as pessoas que contribuíram para a realização desta pesquisa e para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Muito obrigada!!!

## RESUMO

MACEDO, Fernanda Pelizzari Magrin de. **Reguladores de crescimento para controle de vigor e de maturação de frutos em pomares de macieira sob tela antigranizo**. 2019. 147 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

Os reguladores de crescimento estão sendo muito empregados na fruticultura, especialmente na produção de maçãs, uma vez que possibilitam redução do uso de mão de obra e melhoram a produção e a qualidade dos frutos. Para o presente trabalho foram conduzidos dois experimentos independentes, utilizando reguladores de crescimento para controle de vigor e de maturação de frutos em pomares de macieira sob tela antigranizo. O objetivo do primeiro capítulo foi avaliar os efeitos da aplicação dos reguladores de crescimento, inibidor da biossíntese de giberelina (proexadiona cálcica, PCa) e auxina (ácido naftaleno acético, ANA), no controle do vigor, retorno de floração, controle do 'bitter pit' e na qualidade na colheita e pós-colheita em macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' cultivadas sob tela antigranizo em Vacaria, RS. Macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' foram tratadas com PCa na quantidade anual total de 330 g ha<sup>-1</sup>, parcelada em em três épocas, sendo a primeira realizada quando as brotações da testemunha apresentaram crescimento de 5 cm, e a segunda e terceira realizadas aos 30 e 60 dias após a primeira aplicação, respectivamente, na dose de 110 g ha<sup>-1</sup> em cada aplicação; e com ANA na dose de 10 mg L<sup>-1</sup>, 20 mg L<sup>-1</sup> e 10 mg L<sup>-1</sup> aplicado na fase de pré-colheita (apenas em 'Fuji Suprema'). Os tratamentos de ANA na dose de 10 mg L<sup>-1</sup> e 20 mg L<sup>-1</sup> foram aplicados a cada sete e quinze dias, respectivamente e o tratamento em pré-colheita foi efetuado 15 dias que antecederam a data de previsão de início da colheita. Foram realizadas avaliações relacionadas ao crescimento vegetativo, retorno de floração, 'bitter pit' e qualidade na colheita e após a armazenagem. A PCa controla o crescimento vegetativo de macieiras 'Galaxy' e 'Fuji Suprema' cultivadas sob tela antigranizo em Vacaria, RS. Em 'Galaxy', a aplicação de PCa e ANA não altera a produção, o retorno da floração e a incidência de podridões nos frutos após a armazenagem e não aumenta a coloração vermelha dos frutos. Em 'Fuji Suprema', a PCa e o ANA não alteram a coloração vermelha dos frutos e não alteram a incidência e o índice de 'bitter pit', bem como as podridões. O objetivo do segundo capítulo foi avaliar a eficiência da aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP), em meio aquoso, em pré-colheita no controle da maturação de maçãs 'Fuji Kiku 8', cultivadas sob tela antigranizo em Vacaria, RS. Macieiras 'Fuji Kiku 8' foram pulverizadas com 1-MCP (75, 125, 175 e 225 mg L<sup>-1</sup>), em meio aquoso, em pré-colheita e com AVG (124 mg L<sup>-1</sup>), sete e 21 dias antes da data prevista para colheita comercial, respectivamente. Macieiras não tratadas foram utilizadas como testemunha. Os frutos foram colhidos semanalmente, por quatro semanas, a partir do sétimo dia após a aplicação do 1-MCP, em meio aquoso, e analisados em relação à maturação e à qualidade, um dia após cada colheita. Índices de maturação e qualidade foram estimados pela análise de regressão quando a firmeza da polpa atingiu 15 e 14 lb, na planta. A aplicação de 1-MCP, em meio aquoso, pré-colheita, em todas as doses estudadas, retardou a produção de etileno, mas não alterou a firmeza de polpa dos frutos. O tratamento de 1-MCP, em meio aquoso, em pré-colheita, na dose de 125 mg L<sup>-1</sup>, não atrasou o desenvolvimento da coloração vermelha de maçãs 'Fuji Kiku 8'. O tempo para maçãs dessa cultivar atingirem firmeza de polpa de 15 lb na planta foi retardado em 2,3; 2,4 e 2,2 dias pelos tratamentos de 1-MCP, em meio aquoso, em pré-colheita nas doses de 75 mg L<sup>-1</sup>, 125 mg L<sup>-1</sup> e 225 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação à testemunha.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh. Proexadiona cálcica. Ácido naftaleno acético. 1-metilciclopropeno. Tela antigranizo.

## ABSTRACT

MACEDO, Fernanda Pelizzari Magrin de. **Plant growth regulators to control vigor and fruit ripening in apple orchards under hail net**. 2019. 147 f. Thesis (Doctorate in Crop Production). University of Santa Catarina State. Graduate Program in Crop Production, Lages, 2019.

Plant growth regulators are being widely used in fruit growing, especially apple production, as they reduce labor use and improve fruit production and quality. For the present work, two independent experiments were conducted, using plant growth regulators to control vigor and fruit ripening in apple orchards under hail net. The objective of the first chapter was to evaluate the effects of the application of plant growth regulators, inhibitor of gibberellins biosynthesis (prohexadione calcium, PCa) and auxin (naphthalene acetic acid, NAA) in the control of vigor, return bloom, control of 'bitter pit' and quality in harvest and postharvest in 'Galaxy' and 'Fuji Suprema' apple trees under hail net in Vacaria, RS. 'Galaxy' and 'Fuji Suprema' apple trees were treated with PCa in the total annual amount of 330 g ha<sup>-1</sup>, split in three times, the first being performed when the control shoots showed growth of 5 cm, and the second and third performed at 30 and 60 days after the first application, respectively, at a dose of 110 g ha<sup>-1</sup> in each application; and with NAA in the dose of 10 mg L<sup>-1</sup>, 20 mg L<sup>-1</sup> and 10 mg L<sup>-1</sup> applied in preharvest (only in 'Fuji Suprema'). NAA treatments at a dose of 10 mg L<sup>-1</sup> and 20 mg L<sup>-1</sup> were applied every seven and fifteen days, respectively, and the preharvest treatment was carried out 15 days before the predicted date for the beginning of the harvest. Evaluations were carried out related to vegetative growth, return bloom, 'bitter pit' and quality at harvest and after storage. PCa controls the vegetative growth of 'Galaxy' and 'Fuji Suprema' apple trees grown under hail net in Vacaria, RS. In 'Galaxy', the application of PCa and NAA does not alter the yield, return bloom and the incidence of fruit rot after storage and does not increase the red coloration of the fruits. In 'Fuji Suprema', PCa and NAA do not increase the red color of the fruits and do not alter the incidence and index of 'bitter pit' as well as rot. The objective of the second chapter was to evaluate the efficiency of the application of 1-methylcyclopropene (1-MCP), in aqueous form, in preharvest to control ripening apples 'Fuji Kiku 8', under hail net in Vacaria, RS. 'Fuji Kiku 8' apple trees were sprayed with 1-MCP (75, 125, 175 and 225 mg L<sup>-1</sup>), in aqueous form, in preharvest and with AVG (124 mg L<sup>-1</sup>), seven and 21 days before the commercial harvest date, respectively. Apple trees not sprayed were used as control. The fruits were harvested weekly, for four weeks, from the 7<sup>th</sup> day after the application of 1-MCP, in aqueous form, and analyzed for maturity and quality, one day after each harvest. Maturation and quality indexes were estimated by regression analysis when the flesh firmness reached 15 and 14 lb in the tree. The application of 1-MCP, in aqueous form, in preharvest, in all the studied doses, delayed the ethylene production, but did not alter the flesh firmness. 1-MCP treatment, in aqueous form, in preharvest at a dose of 125 mg L<sup>-1</sup> did not delay the development of the 'Fuji Kiku 8' red skin color. The time for apples of this cultivar to reach the flesh firmness of 15 lb was delayed in 2.3; 2.4 and 2.2 days for the treatments of 1-MCP, in aqueous form, in preharvest in the doses of 75 mg L<sup>-1</sup>, 125 mg L<sup>-1</sup> and 225 mg L<sup>-1</sup>, respectively, in relation to control.

Keywords: *Malus domestica* Borkh. Prohexadione calcium. Naphthalene acetic acid. 1-methylcyclopropene. Hail net.