

ALBERTO RAMOS LUZ

**TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE VIGOR E AUMENTO DA
FRUTIFICAÇÃO DE PEREIRAS EUROPEIAS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientadora: Dra. Aike Anneliese Kretzschmar.

**LAGES, SC
2016**

Luz, Alberto Ramos

Técnicas de redução de vigor e aumento da frutificação de pereiras europeias/Alberto Ramos
Luz. Lages - 2016.

163p.: il.; 21 cm

Orientadora: Aike Anneliese Kretzschmar

Co-orientador: Leo Rufato

Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências

Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. *Pyrus communis* L. 2. Reguladores de crescimento. 3. Anelamento. 4. Corte de tronco. 5. Frutificação efetiva. I. Anneliese Kretzschmar, Aike. II Rufato, Leo. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

ALBERTO RAMOS LUZ

**TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE VIGOR E AUMENTO DA
FRUTIFICAÇÃO DE PEREIRAS EUROPEIAS**


Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias, na 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

Membro interno: _____
(Prof. Dr. Leo Rufato)
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro interno: _____
(Dra. Mayra Juline Gonçalves)
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro externo: 

(Dr. André Amarildo Sezerino)
Epagri - Caçador

Membro externo: _____
(Prof. Dr. Bruno Dalazen Machado)
IFSC - Urupema

Lages, SC, 29/02/2016

Ao meu amor Maria Cecilia de Souza pelo apoio constante e amor incondicional. Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da existência;

À minha família, ao meu pai Alvaro Alves da Luz, à minha mãe Denise Ramos Luz e ao meu irmão Leonardo Ramos Luz, meus grandes incentivadores desta e de todas as conquistas em minha vida, meu amor e minha eterna gratidão.

À minha esposa Maria Cecilia, minha eterna namorada, anjo que Deus pôs em minha vida;

Ao programa de Pós Graduação em Produção Vegetal do CAV – UDESC, pelo auxílio em minha formação, profissional e humana.

Aos professores Leo, Aike e Andrea, pela orientação, ensinamentos, apoio, pela oportunidade de trabalharmos juntos compartilhando de seus conhecimentos, e acima de tudo, pela amizade.

À empresa Agropecuária Schio, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Marcos De Rossi, e ao Engenheiro Agrônomo Genor Mussatto por colocar a nossa disposição seus pomares, possibilitando a realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos do grupo FRUTICULTURA TOTAL, pela colaboração, pelo companheirismo, pela troca de conhecimentos, tornando a rotina de trabalho e estudos mais divertido e me ensinando o grande valor do trabalho em EQUIPE.

À Universidade da Califórnia, Cooperative Extension e Department of Plant Sciences, nas pessoas dos pesquisadores Bruce D. Lampinen e Rachel B. Elkins, pela oportunidade de realizar o doutorado sanduiche, pelo aprendizado, pela amizade e por muitas outras coisas que palavras não descrevem.

À Capes pela concessão das bolsas de estudos.

À todos que de alguma forma me ajudaram e incentivaram nesta caminhada.

MUITO OBRIGADO!

“O homem não é nada além
daquilo que a educação faz
dele.”

Immanuel Kant

RESUMO

LUZ, Alberto Ramos. **Técnicas de redução de vigor e aumento da frutificação de pereiras europeias**. 2016. 163 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal – Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2016.

As diversas tentativas falhas de produção de peras no Brasil são impulsionadas pelo elevado consumo, que apresenta um cenário crescente de importação para atender a demanda interna. Em 2015, foram importadas 179 mil toneladas de peras, sendo a maior parte da Argentina e Portugal. A limitação do cultivo de pereira não tem sido por falta de mercado, mas devido a diversos fatores, como por exemplo, a baixa frutificação efetiva, a insuficiente formação de estruturas de produção e o excesso de crescimento vegetativo. Esses fatores interferem diretamente na produtividade dos pomares, tornando a atividade pouco atrativa economicamente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo e frutificação efetiva de pereiras europeias submetidas a diferentes técnicas de redução de vigor, bem como avaliar a interação do clima na polinização e frutificação da pereira 'Rocha' além da utilização de técnicas para incrementar a frutificação. Também objetivou-se avaliar os efeitos da redução de acúmulo de frio hibernal em pereiras cultivadas na Califórnia, Estados Unidos, sobre a frutificação e qualidade de frutos comparando as faces norte e sul das pereiras. De acordo com os resultados obtidos foi possível observar que a utilização da técnica de anelamento e corte de tronco incrementa o retorno de

floração e também a produtividade das pereiras 'Abate Fetel' e 'Carrick' nas condições edafoclimáticas de Vacaria, RS. Com relação a frutificação da pereira 'Rocha', verificou-se que as taxas naturais de autopolinização e partenocarpia são baixas e não asseguram produções comercialmente rentáveis. As condições climáticas durante a floração, embora não favoráveis, permitem a fecundação e frutificação da pereira 'Rocha' nas condições de estudo e, a pulverização de thidiazuron (20 mg L^{-1}) aumenta a frutificação efetiva e a produtividade da pereira 'Rocha', tornando-se uma ferramenta fundamental, principalmente em safras com condições climáticas adversas, como foi o último ano em estudo. As mudanças climáticas estão afetando a fenologia das pereiras 'Tosca', 'Golden Russet Bosc', 'Abate Fetel' e 'William's' cultivadas na Califórnia, em que a face sul das pereiras está apresentando atraso no florescimento em relação a face norte da mesma planta, devido ao maior tempo exposto a radiação solar durante o inverno, fato que está cancelando parte do acúmulo de frio hibernar. Esta diferença fenológica ocasionou maior frutificação efetiva na face sul das pereiras cv. Tosca, e maior frutificação e produção de frutos na cv. Abate Fetel nesta mesma face.

Palavras-chave: *Pyrus communis* L.; Reguladores de crescimento; Anelamento; Corte do tronco; Frutificação efetiva.

ABSTRACT

LUZ, Alberto Ramos. **Vegetative growth control techniques and increasing fruit production of European pears.** 2016. 163 f. Thesis (Ph. D. in Plant Production - Areas: Agricultural Sciences and Agronomy) - University of the State of Santa Catarina. Graduate Program in Agricultural Sciences, Lages, 2016.

The various failed attempts to produce pears in Brazil are boosted by the high consumption that presents a growing scenario of import to attend the Brazilian demand. In 2015 were imported 179 thousand tons of pears, mainly from Argentina and Portugal. The limitation of pear cultivation has not been a lack of market, but due to various factors, as the insufficient formation of production structures and excessive vegetative growth. These factors directly affect the productivity of orchards, making it an unattractive economically activity. The objective of this study was to evaluate the vegetative growth and fruit set of European pear under different growth control techniques, and assess climate interactions in pollination and fruit set of 'Rocha' pear and the use of techniques to increase fruiting. It also aimed to evaluate the effects of low chilling accumulation of pear grown in California, USA, on fruit set and fruit quality by comparing the north versus south faces of the pear trees. The use of girdling technique and trunk cutting increment the flowering return and the productivity of 'Abate Fetel' and 'Carrick' pears at conditions of Vacaria, RS. With respect to fruit set process of 'Rocha' pear, it was found that natural parthenocarpy and self pollination are very low and do not provide commercially productions. The climatic conditions during flowering, while not favorable, allow

fertilization and fruit production of the 'Rocha' pear in the conditions studied, and the thidiazuron spray (20 mg L^{-1}) increases fruit set and productivity of 'Rocha' pear, becoming an essential tool especially in seasons with adverse weather conditions as was the last year of study. The climate changes is affecting phenology timing of the pears 'Tosca', 'Golden Russet Bosc', 'Abate Fetel' and 'William's' grown in California, where the south face of the pear is presenting flowering delay compared to north side of the same plant, due to longer exposure to sunlight during the winter, a fact that is canceling part of the chilling accumulation. This phenological difference resulted in higher fruit set on the south face of pear cv. Tosca, and increased fruit set and fruit yield in cv. Abate Fetel at the south face.

Key-words: *Pyrus communis* L.; Plant growth regulators; Trunk cutting; Fruit set; Abnormal bloom; Girdling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Anelamento simples e anelamento duplo realizado em pereira ‘Packham’s Triumph’ no município de Vacaria – RS, durante o início de floração da safra 2012/13.....69
- Figura 2 – Corte de tronco simples e corte de tronco duplo realizado em pereira ‘Packham’s Triumph’ no município de Vacaria – RS, durante o início de floração da safra 2012/13.....70
- Figura 3 – Temperaturas máximas, médias, mínimas e precipitação pluviométrica diária durante o início da safra 2014/15, Vacaria, RS.....109
- Figura 4 – Temperaturas máximas, médias, mínimas e precipitação pluviométrica diária durante o início da safra 2015/16, Vacaria, RS.....110
- Figura 5 – Danos em pistilos de flores de pereira Rocha ocasionados por geada.....111
- Figura 6 – Bloom and fruit set stages of ‘William’s’ pear.....130
- Figura 7 – Differences in leaf size and bloom on north and south side in ‘Abate Fetel’ (A) and Bartlett (B), April 8, 2014.....134
- Figura 8 – Fruit growth of European pears, Kelseyville, CA, USA, 2014.....135
- Figura 9 – Fruit set on six cultivars of pear, Kelseyville, CA, USA, 2014.....137

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Frutificação efetiva de pereiras europeias submetidas a tratamentos de controle de vigor, durante a safra 2012/13, no município de Vacaria – RS.....76
- Tabela 2 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira ‘Abate Fetel’ submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.....77
- Tabela 3 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira ‘Carrick’ submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.....78
- Tabela 4 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira ‘William’s’ submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.....79
- Tabela 5 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira ‘Red Bartlett’ submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.....80
- Tabela 6 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira ‘Packham’s Triumph’ submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.....81
- Tabela 7 - Comprimento médio do ramo do ano das pereiras europeias submetidas a tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria – RS.....84

Tabela 8 – Crescimento médio anual ($m\ planta^{-1}$) das pereiras europeias submetidas a tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria – RS.....85

Tabela 9 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Abate Fetel’ submetida a tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria – RS.....86

Tabela 10 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Carrick’ submetida a tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria – RS.....87

Tabela 11 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘William’s’ submetida a tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.....88

Tabela 12 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Red Bartlett’ submetida a tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria – RS.....89

Tabela 13 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Packham’s’ submetida a tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria – RS.....90

Tabela 14 – Frutificação efetiva e retorno de floração das pereiras ‘Abate Fetel’ e ‘Carrick’ submetidas aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14 em Vacaria - RS.....93

Tabela 15 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira ‘Abate Fetel’ submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.....94

Tabela 16 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'Carrick' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.....	95
Tabela 17 – Qualidade físico-química dos frutos da pereira 'Abate Fetel' submetida a tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.....	96
Tabela 18 – Qualidade físico-química dos frutos da pereira 'Carrick' submetida a tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.....	97
Tabela 19 - Porcentagem de retorno de florada, frutificação efetiva, produtividade e massa média de peras 'Rocha', na safra 2014/15, Vacaria, RS.....	114
Tabela 20 - Características físico-químicas e porcentagem de peras 'Rocha' em diferentes classes de diâmetro, safra 2014/15.....	115
Tabela 21 - Porcentagem de peras 'Rocha' em diferentes classes de deformação, safra 2014/15.....	116
Tabela 22 - Porcentagem de retorno de florada, frutificação efetiva, produtividade e massa média de peras 'Rocha', na safra 2015/16, Vacaria, RS.....	120
Tabela 23 - Características físico-químicas e porcentagem de peras 'Rocha' em diferentes classes de diâmetro, safra 2015/16.....	121
Tabela 24 - Porcentagem de peras 'Rocha' em diferentes classes de deformação, safra 2015/16.....	122
Tabela 25 - Percentage of floral clusters of pear trees at different phenology stages, Kelseyville, CA, USA, April 8 th 2014.....	131

Tabela 26 - Percentage of floral clusters of pear trees at different phenology stages, Kelseyville, CA, USA, April 14 th 2014.....	132
Tabela 27 - Percentage of floral clusters of pear trees at different phenology stages, Kelseyville, CA, USA, April 21 th 2014.....	133
Tabela 28 - Number and weight of fruits per tree, and average fruit weight, north (N) versus south (S) facing, Kelseyville, CA, USA, 2014.....	138
Tabela 29 - Number and weight of fruits per tree, and average fruit weight, north (N) versus south (S) facing, Kelseyville, CA, USA, 2014.....	139

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1 PRODUÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA DE PERA EUROPEIA	27
2.2 CONSUMO E IMPORTAÇÃO DE PERA	28
2.3 CULTIVARES	30
2.3.1 ROCHA	30
2.3.2 WILLIAMS	32
2.3.3 RED BARTLETT	33
2.3.4 PACKHAM'S TRIUMPH	33
2.3.5 ABATE FETEL	34
2.3.6 CARRICK	35
2.3.7 TOSCA	36
2.3.8 NORMA	36
2.3.9 CARMEN	37
2.3.10 GOLDEN RUSSET BOSCH	37
2.4 PORTAENXERTOS	38
2.4.1 <i>Pyrus calleryana</i>	39
2.4.2 <i>Pyrus betulaefolia</i>	40
2.4.3 Série OHxF	41
2.4.4 Marmeleiro 'BA 29'	43
2.5 CLIMA	44
2.5.1 VACARIA – RS	45
2.5.2 KELSEYVILLE – CA	46
2.6 CLIMA X FRUTIFICAÇÃO	47
2.7 POLINIZAÇÃO	48
2.8 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA	50
2.9 USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA CULTURA DA PEREIRA	51
2.9.1 Progibb®	54
2.9.2 Promalin®	55
2.9.3 Thidiazuron (TDZ)	57

2.9.4	Aminoetoxivinilglicina (AVG).....	58
2.9.5	Trinexapac-etil.....	59
2.9.6	STRG	60
2.10	CRESCIMENTO VEGETATIVO DA PEREIRA	60
2.10.1	Anelamento	62
2.10.2	Corte de tronco.....	66
3	REDUÇÃO DE VIGOR EM PEREIRAS EUROPEIAS UTILIZANDO MÉTODOS FÍSICOS E QUÍMICOS	67
3.1	INTRODUÇÃO.....	67
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	678
3.2.1	VARIÁVEIS AVALIADAS.....	700
3.2.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	72
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
3.4	CONCLUSÕES.....	98
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
4	POLINIZAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO DA PEREIRA ROCHA EM VACARIA - RS	101
4.1	INTRODUÇÃO.....	101
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	102
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	108
4.4	CONCLUSÕES.....	123
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
5	DIFFERENCES IN PHENOLOGICAL DEVELOPMENT DURING PEAR BLOOM AND EARLY FRUIT SET DUE TO INTERRUPTIONS IN WINTER CHILLING	125
5.1	INTRODUCTION	125
5.2	MATERIAL AND METHODS	128
5.3	RESULTS AND DISCUSSION	128
5.4	CONCLUSIONS	139
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140

1 INTRODUÇÃO

A pereira pertence à família Rosaceae, subfamília Pomoideae e gênero *Pyrus*. Compreende mais de 20 espécies, todas nativas da Europa e da Ásia, sendo as mais importantes pertencentes às espécies: *Pyrus communis* (Europeia), *P. pyrifolia* (Japonesa), *P. bretschneideri* (Chinesa) e híbridos entre *P. communis* e *P. pyrifolia* (NAKASU; FAORO, 2003).

Há relatos de que as pereiras vêm sendo cultivadas no mundo há pelo menos 3.000 anos. No Brasil, esta espécie foi introduzida por volta de 1850 e 1900, por imigrantes europeus, principalmente italianos, alemães e poloneses. Anos mais tarde, japoneses introduziram as pereiras asiáticas, principalmente nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo (MUSSATTO, 2012).

Fioravanço (2007) descreveu o apogeu da cultura da pereira no Brasil em 1930, caracterizado pela produção de peras D'água em SP. Em 1950 iniciaram-se tentativas de produção comercial de pereiras no município de Vacaria, Rio Grande do Sul (MUSSATTO, 2012). Entre 1970 e 1980, foram lançadas novas cultivares pelo Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), oriundas de melhoramento genético. Embora diversas tentativas de cultivo tenham sido realizadas, a cultura da pereira não apresentou desenvolvimento satisfatório sendo caracterizada por períodos alternantes de expansão e retração (FIORAVANÇO, 2007).

A área cultivada permanece estagnada há pelo menos 25 anos, sendo que em 2013 apresentou 1680 hectares de área cultivada. A produtividade média teve um aumento de aproximadamente 30% nos últimos cinco anos, no entanto, as 13 toneladas por hectare colhidas em 2013, são consideradas baixa produtividade quando comparado com a média dos vizinhos produtores Chile

(32,3 t ha⁻¹) e Argentina (25,4 t ha⁻¹) (FAO, 2016). Este cenário estático ocorre devido às baixas produtividades, as quais são decorrentes de uma série de diferentes fatores.

As diversas tentativas falhas de produção são impulsionadas pelo elevado consumo de peras no Brasil, que apresenta um cenário crescente de importação para atender a demanda interna. Em 2015, foram importadas 179 mil toneladas de peras, sendo que a maior parte foram importados da Argentina (65,9%), seguido por Portugal (25,6%) e Espanha (4,1%) (ALICEWEB, 2016). Atualmente, a Argentina se mantém como principal fornecedor de peras ao Brasil, mesmo com um período de aproximadamente dois meses de recesso na importação de peras argentinas, nos meses de março e abril de 2015, devido à barreira fitossanitária imposta em função da presença da praga *Cydia pomonella* nos frutos argentinos (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2015), já que o Brasil foi considerado isento desta praga em maio de 2014 (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2014).

Portugal é o segundo maior fornecedor de peras para o Brasil, fornecendo em sua totalidade a cultivar 'Rocha'. Esta cultivar se destacou quanto a elevada qualidade de seus frutos quando comparada às inúmeras cultivares de pereiras cultivadas em Portugal, e hoje representa quase 100 % das peras produzidas neste país (SOUSA, 2010).

A cultivar Rocha é uma das cultivares de peras que se destacam com relação a consistência de produção no Brasil, no entanto, ainda encontra algumas dificuldades de manejo para que se possa otimizar a sua produtividade (PERAZZOLO, 2008).

A limitação do cultivo de pereira não tem sido por falta de mercado, mas devido a diversos fatores, como por exemplo, a baixa frutificação efetiva, a insuficiente

formação de estruturas de produção e o excesso de crescimento vegetativo. Esses fatores interferem diretamente na produtividade dos pomares, tornando a atividade pouco atrativa economicamente.

Outro fator que contribui para as baixas produções de peras é, segundo Iuchi e Luz (2010), o excessivo crescimento da planta que causa efeito negativo sobre a formação de gemas florais, principalmente pelo sombreamento da parte interior e inferior do dossel, confirmando o antagonismo entre as partes vegetativas e reprodutivas das pereiras.

Desta forma, faz-se necessário a intensificação de pesquisas referentes às técnicas de manejo, como por exemplo, o controle do excessivo crescimento vegetativo e técnicas que melhorem a polinização e frutificação efetiva. Embora o conhecimento sobre a necessidade de polinização cruzada para a produção de peras, já que é uma espécie alógama devido à incompatibilidade gametofítica, é existente há muitos anos, verifica-se frequentemente nos pomares brasileiros problemas relacionados aos fatores envolvidos neste processo de polinização e fixação de frutos.

Desta forma, objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo e frutificação efetiva de pereiras europeias submetidas a diferentes técnicas de redução de vigor, bem como avaliar a interação do clima, cultivares polinizadoras e técnicas para incrementar a polinização e frutificação da pereira 'Rocha'.

O presente trabalho está estruturado em capítulos. No primeiro capítulo estão descritos os efeitos da utilização de anelamento de tronco, corte de tronco e aplicação de fitorreguladores sobre o vigor e frutificação de cinco cultivares de pereiras europeias.

O segundo visa fornecer embasamento técnico-científico sobre a polinização da pereira 'Rocha' e a

utilização de técnicas para o aumento de frutificação desta pereira.

No terceiro capítulo, avaliou-se alterações fenológicas, decorrentes de mudanças climáticas, e seus efeitos na frutificação e qualidade de frutos da pereira 'Williams' cultivada no estado da Califórnia, Estados Unidos, em pesquisa desenvolvida no doutorado sanduiche, no ano de 2014.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA DE PERA EUROPEIA

A pereira (*Pyrus spp.*) é amplamente cultivada no mundo (HAWERROTH et al., 2012), encontrada em diversos países, o que a torna uma fruta de grande aceitação e importância nos mercados internacionais.

China é o país líder em produção de peras, com mais de 16 milhões de toneladas (68,97 % da produção mundial) em 2012. Já as posições subsequentes oscilam durante os anos entre Estados Unidos (3,30%), Argentina (2,96%) e Itália (2,73%). Neste mesmo ano, a produção brasileira de peras representou apenas 0,09% da produção mundial, em torno de 21990 toneladas produzidas em aproximadamente 1668 hectares, com rendimento médio de 13,18 t ha⁻¹ (FAO, 2016).

Os principais estados brasileiros produtores de pera, em 2013, foram: Rio Grande do Sul (11060 t), Santa Catarina (7000 t), Paraná (3191 t), Minas Gerais (527 t) e São Paulo (298 t) (IBGE, 2013).

A pereira é uma das frutíferas de clima temperado cuja área de plantio ainda não está plenamente desenvolvida no Brasil, principalmente em virtude da falta de cultivares adaptadas às condições de pouco frio hibernal no país (FAORO, 2001; MARAFON et al., 2011).

O seu cultivo pode ser uma alternativa de produção importante para os fruticultores brasileiros, em especial os da região de clima subtropical (BOTREL et al., 2010).

A exploração comercial da pereira no Brasil é considerada uma potencialidade ainda não explorada de forma sustentável, com o abastecimento sendo realizado primariamente com aquisições do fruto provenientes de outros países (BOTREL et al., 2010). Em decorrência da

produção pouco significativa, o país é dependente da importação de peras para atender o mercado interno, configurando-se na atualidade como o segundo maior importador mundial da fruta. Entre as frutas de clima temperado, a pera é a terceira mais consumida e a primeira mais importada pelo país (FELDBERG et al., 2010; RUFATO et al., 2011; PASA et al., 2011).

Diante deste contexto, há a necessidade de se desenvolver tecnologias que viabilizem o cultivo da pereira, solucionando os problemas que limitam a expansão em área cultivada e em rentabilidade aos fruticultores (FELDBERG et al., 2010).

2.2 CONSUMO E IMPORTAÇÃO DE PERA

A maçã, o pêssego e a pera são as frutas de clima temperado mais consumidas no Brasil (BOTREL et al., 2010). Em 2013, o consumo de peras foi de 220 mil toneladas, equivalente a aproximadamente 1,1 Kg por pessoa (IBGE, 2013; ALICEWEB, 2016). Dentre as cultivares europeias consumidas no país, destacam-se 'William's' e 'D'anjou' por serem as principais cultivares produzidas na Argentina, seguido da cultivar Rocha proveniente de Portugal. De acordo com os dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior do Brasil (ALICEWEB, 2016), foram importadas cerca de 179 mil toneladas com custo aproximado de US\$ 159 milhões no ano de 2015. De acordo com o último dado divulgado pelo Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF), em 2010, o valor gasto com importação de peras representou 50,7 % da quantidade total de frutas importadas e 44 % do valor gasto neste segmento (IBRAF, 2016).

A maior parte das peras importadas em 2015 foram provenientes da Argentina (65,9%), seguido por Portugal (25,6%) e Espanha (4,1%). A Argentina se mantém como

principal fornecedor de peras ao Brasil, mas vale destacar a redução de mais de 10% nos últimos dois anos, parcela que Portugal assumiu fornecendo em sua totalidade a cultivar 'Rocha' (ALICEWEB, 2016). Esta cultivar se destacou quanto a elevada qualidade de seus frutos quando comparada às inúmeras cultivares de pereiras cultivadas em Portugal, e hoje representa quase 100 % das peras produzidas naquele país (SOUSA, 2010).

O principal destino das exportações das peras portuguesas é a União Europeia. No entanto, tem-se registrado, nos três últimos anos, um aumento significativo para outros países, tais como, Brasil (31 %), Reino Unido (21 %) e França (22 %), com menor fluxo para a Irlanda (6 %), Federação da Rússia (6 %), Países Baixos (3 %) e Espanha (2 %) (GLOBALAGRIMAR, 2012).

Em relação a produção brasileira e consumo de pera do tipo europeia, observa-se que a cultura apresenta grande potencial de expansão, principalmente no sul do país, onde existem condições climáticas e de solo favoráveis, tornando-se uma alternativa para a diversificação da fruticultura de clima temperado nessa região (MACHADO et al., 2013).

Apesar do grande mercado consumidor de pera no Brasil, a cultura não apresenta destaque entre as frutíferas de clima temperado cultivadas no país, sendo uma espécie de menor expressão em termos de área cultivada, produção e valor da produção (FIORAVANÇO, 2007; PEREIRA; HERTER, 2010).

Diante deste contexto, é possível constatar que a cultura da pereira constitui uma importante oportunidade de mercado para os produtores (PASA et al., 2011), porém existem uma série de dificuldades enfrentadas pelos produtores que impossibilitam produções economicamente satisfatórias nas regiões brasileiras.

2.3 CULTIVARES

A escolha da cultivar é um dos componentes mais importantes do sistema de produção, determinado antes mesmo da implantação do pomar (MACHADO et al. 2012). A escolha da cultivar deve ser baseada na demanda pelo consumidor, no entanto, o consumidor brasileiro não sabe diferenciar as cultivares de pereira, fazendo com que a maior parte do consumo seja das cultivares William's, D'anjou e Rocha, principais peras produzidas pelos países exportadores de peras ao Brasil, Argentina e Portugal.

As cultivares de peras supracitadas pertencem à espécie *Pyrus communis*, popularmente conhecida como pera europeia. Estas peras apresentam formato mais ou menos piriforme, polpa amanteigada, suculenta e com aroma, bastante apreciadas no mercado Europeu, nos Estados Unidos, América do Sul, e países da Oceania. No Brasil o consumo principal é *in natura* dando-se preferência para as cultivares mais doces, tenras e de melhor aparência (MACHADO et al. 2012).

Abaixo estão relacionadas as cultivares estudadas nos experimentos que compõem esta tese.

2.3.1 ROCHA

Dentro da taxonomia vegetal, a pereira 'Rocha' pertence ao reino Plantae, filo Magnoliophyta, classe Dicotyledoneae, subdivisão Angiospermae, ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Maloideae, gênero *Pyrus*, espécie *Pyrus communis* e variedade 'Rocha' (NATURDATA, 2011; FAORO, 2001).

A pereira 'Rocha' é uma cultivar portuguesa obtida casualmente de semente em 1 836 na vila de Sintra, em

Lisboa, Portugal (ALEXANDRE et al., 2001). Desde o seu surgimento, se destacou quanto à elevada qualidade de seus frutos quando comparada às inúmeras cultivares de pereiras cultivadas em Portugal (SOUSA, 2010). A produção de pera 'Rocha' em Portugal, no ano de 2013, foi de 195.215 toneladas, segundo uma estimativa da Associação Nacional dos Produtores de Pera Rocha (ANP, 2013). Isto representa um aumento na produção de 41 % em relação ao produzido em 2012 (aumento de 80.600 toneladas) e um decréscimo de 13 % (decrécimo de 28.000 t) em relação a 2011 (HORTINET, 2014). Estima-se que 97 % da produção de peras, nesse país, seja da cultivar Rocha. A atual zona de produção desta cultivar concentra-se na chamada "Região Oeste", uma estreita faixa litorânea próxima do mar Atlântico que se estende desde Sintra a Alcobaça. Dentro desta faixa, os municípios produtores mais importantes são os de Mafra, Torres Vedras, Cadaval, Lourinhã, Bombarral, Óbidos, Caldas da Rainha e Alcobaça (SOUSA, 2010).

A 'Rocha' é uma cultivar que encontra-se cada vez mais difundida mundialmente devido às características dos seus frutos, que apresentam uma excelente resistência ao manuseio e transporte e uma capacidade de conservação bastante prolongada, sem a perda de sua qualidade (AVELAR, 2001; GPPAA, 2007; SOUSA, 2010; ANP, 2012).

Por ser uma variedade nova no Brasil, ainda encontram-se algumas dificuldades de manejo para que se possa otimizar a sua produtividade (PERAZZOLO, 2008). Tais dificuldades estão na dependência das condições edafoclimáticas e locais de onde o pomar está instalado (SOUSA, 2010).

2.3.2 WILLIAM'S

Deriva de uma planta que parece ter sido identificada no final do século XVIII por Aldremaston, na Inglaterra. Em 1799 esta cultivar foi introduzida nos Estados Unidos. Apresenta frutos cujo tamanho pode variar de médio a grande, com massa média de 230 g e formato piriforme, apresenta polpa branca, fundente fina, succulenta, doce e aromática (MORETTINI, 1967).

A 'William's' é a variedade mais consumida no Brasil, com características organolépticas apreciadas no mundo inteiro e muito apta para o processamento. Essa cultivar pode ser considerada produtiva, com produção constante e bastante precoce quanto à sua entrada em produção. Porém, segundo Perazzolo (2008), deve-se tomar alguns cuidados com esta variedade, analisando alguns fatores no momento de implantar um pomar. A William's é uma cultivar incompatível com portaenxerto de marmeleiros, devendo obrigatoriamente ser combinada com um marmeleiro vigoroso ou com um inter-enxerto de uma variedade compatível tanto com o marmelo quanto com a variedade William's.

Esta é a cultivar mais produzida no estado da Califórnia, Estados Unidos, onde é chamada de Bartlett. Representa mais de 70% das peras produzidas neste estado, e devido às condições climáticas favoráveis (elevada temperatura durante a floração). Facilmente produz elevadas quantidades de frutos partenocárpicos, não necessitando de plantas polinizadoras (MITCHAM; ELKINS, 2007).

2.3.3 RED BARTLETT

Descoberta em 1938, em Washington, Estados Unidos, esta cultivar deriva de uma mutação da pereira 'William's'. Foi difundida comercialmente em 1945. Também é conhecida como 'William's' vermelha ou 'Max Red Bartlett'.

O vigor das plantas desta cultivar é intermediário, com boa fertilidade frutificando preferencialmente sobre ramos mistos, dardos e brindilas. A época de florescimento é relativamente tardia. Apresenta baixa afinidade com porta enxertos de marmelo e produtividade média a elevada.

Os frutos são idênticos na forma, volume e características organolépticas a cv. William's, diferenciando na coloração da epiderme do fruto, a qual apresenta cor vermelha intensa, polpa branca, fina, suculenta e com boas qualidades gustativas, porém apresentam menor capacidade de conservação em câmara, quando comparado com a cv. William's. Além desta cultivar, existem outras mutações da cv. William's que possuem cor vermelha, como por exemplo, Sensation Red Bartlett e Rosired Bartlett (MORETTINI, 1967; MACHADO et al., 2012).

2.3.4 PACKHAM'S TRIUMPH

Obtida no ano de 1896 por Charles H. Packham na Austrália, foi introduzida nos Estados Unidos da América em 1945 e na França em 1946. Apresenta frutos grandes com uma massa média de 270 g, polpa branca, fundente, levemente ácida e doce (MORETTINI, 1967).

A cultivar Packham's Triumph é uma das variedades mais antigas plantadas no Brasil. Possui epiderme de coloração esverdeada ondulada e boas características organolépticas. Essa variedade, quando combinada com portaenxertos vigorosos, apresenta inconstância na produção, que não é observada quando combinada com portaenxertos menos vigorosos, como o marmelo (AYUB; GIOppo, 2009).

A Packham's Triumph, é com certeza, a variedade que vem apresentando a maior produtividade no Brasil, no decorrer dos últimos anos. Possui grande facilidade na formação de gemas reprodutivas nas extremidades dos ramos do ano. Essas gemas formam melhores frutas e de maior tamanho. Um dos maiores problemas encontrados na produção desta variedade é a qualidade dos frutos, que apresentam frequentemente uma quantidade de 'russeting' que deprecia a epiderme e desvaloriza o produto (AYUB; GIOppo, 2009).

2.3.5 ABATE FETEL

Descoberta por Chessy-les-Mines, na França no ano de 1866 e apresentada no Congresso de Lion no ano de 1876. Apresenta plantas bastante fracas, com baixa afinidade com o marmeleiro. Frutifica preferencialmente sobre esporões. A produtividade é elevada, porém algumas vezes pode apresentar inconstância de produção. A época de florescimento é intermediária. Os frutos são grandes, com peso aproximado de 272 g, mais ou menos alongados. A polpa é branca, fundente, suculenta, açucarada, aromática (MORETTINI, 1967).

A variedade Abate Fetel é uma das mais apreciadas na Europa, sendo a variedade com maior

cotação neste mercado. Essa variedade é apta para pomares de alta densidade e a fruta pode ser conservada em câmaras frigoríficas por até nove meses, proporcionando maior prazo para negociar a comercialização (FEPAGRO, 2006).

No Brasil nos últimos anos, ao observar o comportamento desta variedade percebeu-se certa inconstância na produção, tendo produção razoável em alguns anos e, em outros, apresentando baixa quantidade de gemas floríferas. Porém, apesar destas problemáticas, é uma variedade com um grande potencial para a região sul do Brasil (PERAZZOLO, 2008).

2.3.6 CARRICK

Obtida nos Estados Unidos, em Knoxville, Tennessee, por Brooks D. Escorra e Lawson M. Safley, na Estação Experimental de Agricultura do Tennessee, através do cruzamento entre Seckel x Garber em 1934. Nomeada em homenagem ao reverendo Samuel Carrick, presidente da Universidade de Tennessee no período de 1794-1809. É uma planta vigorosa e produtiva, produz frutos grandes de formato oblongo-piriforme, de epiderme bronzeada com manchas avermelhadas, com presença de muito russeting. A polpa é branco-amarelada, firme, de moderada succulência, doce e de pouca acidez, de aroma leve e qualidade regular. A floração ocorre na segunda quinzena de setembro. Esta cultivar possui tolerância ao fogo bacteriano e é suscetível à entomosporiose (BROOKS; OLMO, 1972; NAKASU et al., 2007).

2.3.7 TOSCA

Cultivar de origem italiana, desenvolvida pelo Instituto Experimental de Fruticultura de Roma, no ano de 1994, pelo cruzamento entre as pereiras 'Coscia' e 'William's'.

Planta de vigor médio e produtividade elevada. Apresenta boa afinidade com portaenxertos marmeleiros. Os frutos são médios, formato piriforme, epiderme lisa de coloração verde amarelada e levemente rósea em partes expostas ao sol, polpa branca de textura média com boas características organolépticas. Cultivar precoce, de tamanho e conservação pouco superior a sua progenitora 'Coscia'. Também possui boa resistência à danos mecânicos (BELLINI; NATARELLI, 2007).

2.3.8 NORMA

Cultivar de origem italiana, desenvolvida pelo Instituto Experimental de Fruticultura de Forli, no ano de 1999, pelo cruzamento entre as pereiras 'Dr Guyot' e 'Bela de Junho'.

Planta de vigor médio a fraco, com produtividade média. Apresenta baixa afinidade com portaenxertos marmeleiros. Os frutos são grandes, piriformes alongados, coloração amarelo esverdeada com uma face rosada (5 a 10% da epiderme), polpa succulenta, aromática e de bom sabor, além de resistente à danos mecânicos. Como aspecto negativo, esta cultivar apresenta baixo potencial de armazenamento (BELLINI; NATARELLI, 2007).

2.3.9 CARMEN

Cultivar de origem italiana, desenvolvida pelo Instituto Experimental de Fruticultura de Forli, no ano de 1999, pelo mesmo cruzamento que originou a cultivar Norma, entre as pereiras 'Dr Guyot' e 'Bela de Junho'.

Planta de alto vigor e elevada produtividade. Apresenta boa afinidade com portaenxertos marmeleiros. Os frutos são grandes, piriformes alongados, coloração amarelo esverdeada com uma face avermelhada (20 a 30% da epiderme), polpa suculenta, aromática e de bom sabor, mesmo após armazenamento (SANSAVINI, 2007).

2.3.10 GOLDEN RUSSET BOSCO

Originária de mutação espontânea da cultivar Beurre Bosc, descoberta no ano de 1940 em um pomar comercial no estado de Oregon, nos Estados Unidos. No momento da descoberta a pereira encontrava-se com doze anos de idade e começou a apresentar frutos de coloração diferenciada.

Planta de vigor médio a alto, produtividade elevada. Apresenta baixa afinidade com portaenxertos marmeleiros. Os frutos são grandes, piriformes alongados, coloração marrom alaranjada, coberta de russeting, polpa de cor branca amarelada, suculenta, de textura amanteigada, de bom sabor quando devidamente amadurecida (INGELS et al., 2007).

2.4 PORTAENXERTOS

No cultivo comercial de pereiras, é fundamental a utilização de portaenxertos para uma boa produção de frutos. Existe uma vasta gama de diferentes portaenxertos, oriundos dos gêneros *Pyrus* e *Cydonia*, os quais regulam o desenvolvimento e o vigor da copa, o período de juvenilidade, a quantidade e qualidade de frutos, a época de maturação de frutos, a resistência a pragas e doenças, bem como a capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas desfavoráveis (MACHADO et al., 2012; LUZ et al., 2012).

No Brasil, os primeiros pomares de pereira foram implantados com portaenxertos *Pyrus calleryana*, *Pyrus betulaefolia*, algumas peras cultivadas (*P. communis*) ou híbridos. Depois, iniciou-se a introdução dos marmeleiros para tentar amenizar o problema de excesso de vigor, porém os marmeleiros apresentam problemas de incompatibilidade com muitas cultivares de pereiras, fato que prejudica o desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas (MUSSATTO, 2012).

Grande parte dos pomares de pereira existentes no Brasil tem como portaenxertos *Pyrus* spp. que, em geral, induz vigor excessivo às plantas (PASA et al., 2011). Estima-se que estejam presentes entre 90 e 95 % da área total cultivada (RUFATO et al., 2004) e podem ser utilizados tanto para pereira europeia como para as cultivares asiáticas (CAMELLATO, 2003).

No estado da Califórnia, nos Estados Unidos, predomina-se a utilização do *Pyrus betulaefolia*. Existem pomares com mais de 50 anos com elevadas produções, ano após ano, o que dificulta a introdução de novos portaenxertos. Contudo, as pesquisas buscam um

portaenxerto proveniente do gênero *Pyrus* com vigor inferior ao *P. betulaefolia*, e para isto estão sendo estudados o comportamento de pereiras enxertadas sobre a série OHxF (REIL et al., 2007).

Abaixo estão descritos os portaenxertos utilizados nos experimentos que compõem esta tese.

2.4.1 *Pyrus calleryana*

O portaenxerto 'Taiwan Nashi-C' (*P. calleryana*), clone introduzido do Japão, tem apresentado boa adaptação ao clima tropical e subtropical, além da adaptação aos solos úmidos e tolerância às principais pragas e doenças. Demonstrou ser compatível com mais de 50 cultivares-copa e seleções de pereiras europeias, orientais e híbridos (BARBOSA et al., 1995).

A utilização da espécie *Pyrus calleryana* como portaenxerto de pereiras apresenta grande rusticidade frente à ambientes adversos tais como áreas úmidas e mal drenadas, temperaturas elevadas, pragas e doenças do solo (MAEDA et al., 1997). Proporciona elevadas produtividades quando manejadas adequadamente em média a baixas densidades (BARBOSA et al., 1996). No entanto, confere elevado vigor à planta, dificultando a realização de tratamentos culturais importantes como a poda, o raleio de frutos, os tratamentos fitossanitários e a colheita (FIORAVANÇO, 2007).

De acordo com Pio et al. (2008^a), o cultivo de pereiras sobre portaenxertos vigorosos, leva em média de quatro a seis anos para entrar em produção devido ao alto vigor conferido às plantas pelo portaenxerto, o que retarda a entrada em frutificação e dificulta as práticas de manejo, inviabilizando, dessa forma, qualquer agronegócio. No

entanto, Almeida et al. (2015), descreve que é possível ter início de produção de pereiras europeias enxertadas sobre *P. calleryana* ao terceiro ano após enxertia, através de um manejo intensivo para estimular a máxima ramificação lateral nos primeiros anos juntamente com técnicas de redução de vigor.

Portaenxertos vigorosos ocasionam mais facilmente problemas relacionados ao sombreamento, como redução da diferenciação floral e induz a formação de drenos vegetativos que competem com as estruturas reprodutivas da planta. O crescimento vigoroso dos ramos em tais condições reduz a eficiência de tratamentos fitossanitários, além de aumentar significativamente a necessidade de poda. Existem técnicas que minimizam estes problemas e permitem elevadas produções, no entanto, é necessário elevado conhecimento técnico para tal.

2.4.2 *Pyrus betulaefolia*

Nativo da China, é uma planta de porte alto, de 6 à 7 metros, sem espinhos, com folhas verde pálido. É utilizado prevalentemente como planta ornamental e também como porta enxerto, devido a sua adaptabilidade a adversas condições climáticas, incluindo resistência ao frio e a precocidade de frutificação que o mesmo induz (MACHADO et al., 2012).

P. betulaefolia tem sido utilizado como portaenxerto para cultivares de *Pyrus communis* menos vigorosas e que produzem frutos de coloração vermelha, bem como para as cultivares asiáticas. Pereiras enxertadas neste portaenxerto são mais vigorosas do que quando enxertadas em *P. calleryana* (FAORO, 2001).

Este portaenxerto adapta-se a diferentes tipos de solo por possuir sistema radicular profundo, tornando-se tolerante à secas e também à encharcamento do solo (principalmente no inverno), fato que o torna o portaenxerto mais utilizado para pereiras cultivadas na Califórnia, pois os solos são pesados, com elevada porcentagem de argila e de difícil drenagem, enquanto que no verão ocorre um período seco de aproximadamente seis meses, mas mesmo tolerante à seca é imprescindível a utilização de sistema de irrigação (SCHWANKL et al., 2007).

2.4.3 Série OHxF

A série OHxF (Old Home Farmingdale), foi obtida em Oregon, nos Estados Unidos, nos anos 20. Trata-se de híbridos selecionados e resultantes de cruzamentos de duas variedades de pereiras pertencentes a espécie *Pyrus communis* 'Old Home' x 'Farmingdale'.

De acordo com Reil et al. (2007), toda esta série é resistente ou ao menos pouco suscetível ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), doença de difícil controle encontrada em pomares de pereiras nos Estados Unidos e também na Europa. No Brasil ainda não há registro da presença desta bactéria que também infecta macieiras.

Sansavini (2007) descreve a série OHxF como os portaenxertos do gênero *Pyrus* de maior sucesso mundialmente. Esta série é formada por diversos clones com diferentes níveis de vigor. Dentre os clones da série, na Itália destacaram-se o OHxF 51 e o OHxF 333 que apresentam vigor aproximadamente 10% a 15% superior ao BA-29 e produtividades similares a este. Na Europa o clone que tem merecido maior divulgação é o OHxF 333.

Como pontos positivos desse clone, destacam-se a sua adaptação a terrenos com tendência a déficit hídrico, elevada tolerância ao calcário ativo (superior a todos os portaenxertos de marmeleiro conhecidos), excelente afinidade de enxertia com as variedades de pereira mais cultivadas e, vigor mediano.

A grande maioria dos portaenxertos desta série possuem dificuldade de enraizamento via estaquia lenhosa. Em decorrência disto, foi necessário estudar os demais clones, pois os primeiros selecionados pelas características produtivas favoráveis possuíam este problema na fase de multiplicação (REIL et al., 2007).

Estão sendo estudados na Califórnia, a utilização dos clones OHxF 97 e OHxF 69 para portaenxertos principalmente da cultivar Williams, que representa mais de 70% das pereiras cultivadas neste estado. Ambos portaenxertos possuem características similares, como tolerância à solos pesados, à clorose (deficiência de ferro devido à alcalinidade do solo), ao encharcamento e ao declínio da pereira, possuem boa ancoragem, boa resistência ao fogo bacteriano e a galha da coroa (*Agrobacterium tumefaciens*), boa compatibilidade com todas as cultivares de pereira e precocidade de entrada em produção moderada. Divergem apenas em dois aspectos, onde o OHxF 97 é considerado de alto vigor e moderada eficiência produtiva enquanto que o OHxF 69 é de vigor moderado e eficiência produtiva de moderado à alta. Além destes, também estão sendo melhores estudados, nos Estados Unidos, os OHxFs 333, 87 e 40 (REIL et al., 2007).

2.4.4 Marmeleiro ‘BA 29’

Com o surgimento de diferentes clones de marmeleiro (*Cydonia oblonga* L.), iniciou-se uma nova fase de produção da pereira, caracterizada pelo menor vigor e uniformidade de produção (CENTELLAS-QUEZADA et al., 2003; ALONSO et al., 2011). Porém, de acordo com Webster (1998), o uso desses portaenxertos pode causar problemas de incompatibilidade com algumas cultivares impossibilitando produções economicamente sustentáveis.

Embora diversos trabalhos tenham sido conduzidos no Brasil com a utilização de diferentes portaenxertos marmeleiros combinados com diversas cultivares de pereira, existem poucas informações sobre quais tipos de marmeleiros que podem ser utilizados como portaenxertos para as cultivares europeias de pereira, assim como a sua relação no controle do vigor das plantas e a respectiva melhora na eficiência produtiva da pereira (RUFATO et al., 2012; MACHADO et al., 2013).

Quando as pereiras são enxertadas em gêneros diferentes, como por exemplo, no marmeleiro (*C. oblonga*) são observados efeitos de nanismo, o que permite redução do porte e maior densidade de plantas, facilitando os tratos culturais e o estabelecimento de pomares de alta densidade (PIO et al., 2008b).

Algumas cultivares de marmeleiro usado para a produção de portaenxertos apresenta alta capacidade de emitir raízes, mas outras apresentam baixa percentagem de enraizamento (GIACOBBO et al., 2007). Adicionalmente, os marmeleiros não toleram temperaturas elevadas na camada superficial do solo nem solos ácidos, já que a maioria das cultivares foram selecionadas para os solos alcalinos da Europa (SEIFERT et al., 2009).

O marmeleiro 'BA 29' foi selecionado na França há mais de 40 anos pela Estação Experimental de Angers. Amplamente utilizado em solos pobres, sendo também recomendado para cultivares precoces e de fraco crescimento. Dentre os portaenxertos de marmeleiro utilizados comercialmente, esse é o que induz maior vigor e, conseqüentemente, a entrada em produção dos pomares é lenta e com menor fixação de flores. Porém, ao estabilizar a produção, apresenta boa e constante capacidade produtiva, bem como maior uniformidade de plantas (MACHADO et al., 2012).

No Brasil, os pomares de pereira enxertadas sobre 'BA 29' são os que apresentam melhor desenvolvimento vegetativo e produtivo comparado aos demais marmeleiros, porém é restrito à poucos pomares. Já nos Estados Unidos, especificamente no estado da Califórnia, marmeleiros são pouco utilizados devido aos solos argilosos, pesados e de fácil encharcamento. Contudo, dentre os marmeleiros, o 'BA29' é o mais usado como portaenxerto de pereiras neste país (REIL et al., 2007).

2.5 CLIMA

A fisiologia interna das frutíferas de clima temperado é afetada por fatores ambientais externos, ou seja, um mesmo genótipo pode apresentar comportamento distinto quando cultivado em condições edafoclimáticas diferentes. A maior parte das fruteiras de clima temperado, grupo o qual a pereira faz parte, é cultivada entre as latitudes 30° e 50°, em ambos os hemisférios. Poucas áreas são cultivadas em latitude inferior à esta faixa, em virtude da influência da massa de ar frio em locais de elevadas altitudes, e em latitudes superiores pela influência microclimática de lagos (WESTWOOD, 1978).

É impossível descrever as condições climáticas necessárias para boa produção de peras, já que esta espécie é cultivada com sucesso ao redor do mundo em diferentes condições climáticas. O sucesso da produção depende do clima e principalmente do microclima local, os quais determinam a seleção de cultivares e formas de manejo do pomar.

Com base em registros históricos de temperatura, através das médias máximas e mínimas, é possível evitar o plantio de pereiras em áreas sujeitas à danos por frio ou estresses por calor excessivo, como também em áreas de inadequado acúmulo de frio. A temperatura afeta diretamente a frutificação efetiva, tamanho, cor e formato do fruto (JACKSON, 2003).

A precipitação pluviométrica pode ser um fator limitante ao cultivo de pereiras caso não seja possível a utilização de sistema de irrigação, ou em casos que as chuvas ocorram na primavera limitando o processo de polinização e também favorecendo a incidência de doenças. A radiação solar é outro fator climático importante, pois regula o potencial fotossintético das plantas (WESTWOOD, 1978).

Abaixo encontra-se as características climáticas do município de Vacaria localizado no estado do Rio Grande do Sul, Brasil e também do município de Kelseyville, localizado no estado da Califórnia, Estados Unidos, onde foram executados os experimentos.

2.5.1 VACARIA – RS

No Sul do Brasil, as condições climáticas são caracterizadas pela alta precipitação pluviométrica anual, altas temperaturas no período de crescimento, períodos

hibernais curtos e com insuficiente acúmulo de frio (HAWERROTH, 2011).

O clima do município é subtropical (ou temperado), de verões amenos, com temperatura máxima média 25 °C e mínima média 15 °C. No inverno, mais frio pela altitude (963 m), a temperatura máxima média está em torno de 16 °C e a mínima média em torno de 7 °C. Mínimas entre -1 °C e -4 °C ocorrem todos os anos nas madrugadas mais frias, já tendo sido registrado extremos ainda menores. Durante o inverno, são comuns as geadas e a queda de neve é ocasional. A precipitação pluvial média anual é de 1789 mm, porém em 2015 a precipitação anual atingiu 2322 mm, divididos em 148 dias chuvosos. (EMBRAPA, 2016).

2.5.2 KELSEYVILLE – CA

Kelseyville está situada à 1383 m de altitude, com volume de chuvas de 660 milímetros por ano, concentrado nos meses de novembro à março (final de ciclo e período de dormência). O florescimento das pereiras ocorrem em abril/maio, após esta fase, durante os meses de junho a outubro há precipitação de apenas 80 mm em média, necessitando de irrigação para que ocorra o desenvolvimento adequado dos frutos.

Em média, há 265 dias ensolarados por ano, sem ocorrência de precipitações. Isto faz com que a incidência de radiação solar seja alta. Julho é o mês mais quente com temperatura máxima média de 34 °C, podendo registrar até 44 °C. O mês mais frio é janeiro com temperaturas mínimas médias de 0 °C, podendo registrar até 16 °C negativos (TWC, 2016).

2.6 CLIMA X FRUTIFICAÇÃO

A alta precipitação pluviométrica anual, altas temperaturas no período de crescimento, períodos hibernais curtos e com insuficiente acúmulo de frio favorecem o maior desenvolvimento vegetativo da pereira, principalmente quando são utilizados portaenxertos vigorosos (HAWERROTH, 2011). Isso pode resultar uma baixa frutificação em razão do aumento excessivo do desenvolvimento vegetativo das plantas, afetando drasticamente a diferenciação e a formação de gemas floríferas (HAWERROTH et al., 2012).

Temperaturas entre 12 °C e 25 °C, intercaladas por períodos com altas temperaturas, aumentam o crescimento de ramos, mas reduzem a frutificação efetiva e a formação de gemas, maximizando o potencial de desenvolvimento vegetativo na planta. De maneira similar, a queda das temperaturas abaixo de 5 °C durante o dia também promove a redução ou mesmo a paralisação do crescimento do ramo. As baixas temperaturas reduzem o metabolismo da planta e a atividade enzimática, ou seja, diminui a fotossíntese, a translocação e a absorção de água e nutrientes (TROMP; BORSBOOM, 1996; TROMP; BOERTJES, 1996). Resultados obtidos por Bepete e Lakso (1998) indicam que, em condições limitantes à formação de carboidratos, como por exemplo, quando há pouco sol (calor), o crescimento de ramos apresenta grande vantagem competitiva com os frutos e outros drenos por carboidratos (WEBSTER, 2005).

2.7 POLINIZAÇÃO

Para a obtenção de uma produção frutífera satisfatória, uma proporção suficiente de flores deve gerar frutos, o que normalmente ocorre após a polinização e fertilização das mesmas. Estima-se que 5 a 10 % de flores fecundadas resultem em alta produção de frutos (DENNIS JUNIOR, 1996).

A maioria das cultivares de pereira, tanto asiáticas como europeias, necessitam de polinização cruzada. Isso ocorre devido à autoincompatibilidade gametofítica existente em muitas cultivares (HIRATSUKA; ZHANG, 2002), o que limita a autofertilização de flores de uma mesma cultivar, reduzindo a frutificação efetiva (HIRATSUKA; ZHANG, 2002).

Dessa forma, para viabilizar a produção comercial da pereira, existe a necessidade de plantio de duas ou mais cultivares polinizadoras que apresentem período de floração coincidente e pólen compatível com a cultivar de interesse econômico, para que ocorra a polinização (HAWERROTH et al., 2011). Mota e Oliveira (2005) referem que uma boa polinizadora tem que ter uma época de floração sobreposta à da cultivar a ser polinizada e apresentar compatibilidade genética. De acordo do Sousa (2010), nas condições de Alcobaça, Portugal, nos cultivos de pereira 'Rocha', na primeira fase da floração, utilizam-se como cultivares polinizadoras a 'Carapinheira', 'Beurré d'Avril' ou 'Tosca[®]'. Já, na segunda fase da floração, as principais cultivares são Angelys[®] ou Carmen[®].

Para que a polinização seja eficaz, recomenda-se o uso de duas cultivares polinizadoras bem distribuídas ao longo da linha, de maneira alternada e distanciadas de 20 a 25 m. É necessário também, quando 15 a 20 % das

flores da cultivar Rocha estiverem abertas, colocar 5 a 8 colméias dispersas pelo pomar (SOUSA, 2010).

Condições adversas à polinização, como a ocorrência de chuvas durante o florescimento, a deficiência de insetos polinizadores e a redução da intensidade de floração repercutem em baixa produção de frutos (HAWERROTH; PETRI, 2011). A polinização, indispensável para a cultivar Rocha, é favorecida por temperaturas amenas e pela ausência de nevoeiro, chuva e vento durante a floração (SOUSA, 2010).

A fertilização nem sempre é pré-requisito para a frutificação e desenvolvimento de frutos (TROMP; WERTHEIM, 2005). Na pereira, os frutos podem ser produzidos sem a ocorrência da fecundação, sendo esse processo denominado partenocarpia (HAWERROTH; PETRI, 2011).

Muitas cultivares de pereira possuem autoincompatibilidade gametofítica (WEIRTHEIM; SCHIMDT, 2005), fator que limita a autofertilização das flores e, conseqüentemente, reduz a frutificação. Problemas relacionados à polinização e fecundação podem reduzir tanto a produção quanto a qualidade de frutos, pela diminuição da frutificação efetiva e do número de sementes formadas por fruto (FREE, 1993; BRAULT; OLIVEIRA, 1995).

A autoincompatibilidade é determinada geneticamente pelos alelos-S, ocorrendo à inibição do desenvolvimento do tubo polínico quando o alelo-S presente no pólen é similar a um dos alelos-S expressos no pistilo (HIRATSUKA; ZHANG, 2002).

Goldway et al. (2009) descreve três níveis de incompatibilidade gametofítica: totalmente incompatível, quando os pares de alelos S de duas cultivares são idênticos; semicompatível, quando apenas um dos pares de alelos S é diferente; e totalmente compatível, quando

os dois pares de alelos S são diferentes. Para ocorrer a fecundação cruzada, é necessário que as plantas polinizadoras tenham ao menos um dos pares de alelos diferente.

Alguns fruticultores, devido à incorreta implantação do pomar (ausência de cultivares polinizadoras) ou à falta de agentes polinizadores, têm realizado um número elevado de pulverizações com substâncias químicas ou reguladores de crescimento durante a floração, principalmente com ácido giberélico e auxinas para assegurar a fixação de frutos através de partenocarpia (SOUSA, 2010).

2.8 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA

A baixa frutificação efetiva é um dos principais problemas técnicos associados ao cultivo da pereira no Sul do Brasil, determinando baixos índices produtivos à cultura. Nas condições climáticas do Sul do Brasil, é frequente a baixa sincronização do florescimento entre cultivares, repercutindo em baixa frutificação e irregularidade da produção. Sob tais condições, a frutificação da pereira pode ser maximizada pelo uso de reguladores de crescimento (HAWERROTH et al., 2011).

Segundo Tromp e Wertheim (2005), depois de estabelecida a competição por assimilados entre frutos da mesma inflorescência, existe a tendência de abscisão dos frutos menores. A partir desses resultados, pode-se sugerir a aplicação adicional de reguladores de crescimento após a plena floração, visando ao aumento do número de frutos por inflorescência (HAWERROTH et al., 2011).

A frutificação da pereira pode ser maximizada pelo uso de substâncias que reduzem o crescimento

vegetativo no início da brotação após o período hibernar, pela diminuição da competição nutricional entre frutos e estruturas vegetativas, de modo a favorecer o direcionamento de assimilados para o aumento da frutificação efetiva (VILARDELL et al., 2008). A fixação dos frutos é um dos principais fatores que determinam a produtividade.

2.9 USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA CULTURA DA PEREIRA

Existem conceitos básicos para hormônio, regulador, retardador e estimulante vegetal. Hormônio vegetal ou fitohormônio é um composto orgânico, não nutriente, de ocorrência natural, produzido na planta, que inibe, promove ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Já os reguladores vegetais são substâncias sintetizadas exógenamente e, quando aplicadas nas plantas possuem ações similares aos compostos vegetais conhecidos. Os retardadores e os reguladores vegetais são compostos sintéticos, que retardam a alongação e a divisão celular no meristema subapical. E, finalmente, os estimulantes vegetais se referem à mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais reguladores com compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, vitaminas) (CASTRO, 2001).

Os reguladores vegetais são compostos pertencentes a diferentes grupos: (a) auxinas: substâncias promotoras de crescimento, capazes desde promover o enraizamento de estacas, como o AIB (ácido indolbutírico), a fixação de frutos, como o 2,4-D (ácido 2,4-diclofenoxiacético) ou o raleio de frutos, como o ANA (ácido naftalenacético); (b) giberelinas: também promotoras de crescimento, usadas para reduzir a florada, recuperar o vigor da vegetação, aumentar a fixação e

atrasar a colheita de frutos; (c) citocininas: envolvidas na divisão celular e na manutenção do metabolismo; (d) retardadores e inibidores como chlormequat, daminozide e hidrazida maléica que atuam no meristema subapical e apical respectivamente; (e) etileno, sob a forma de ethephon, para raleio e desverdecimento de frutos (CASTRO, 2001). Estas substâncias proporcionam efeitos marcantes no crescimento e desenvolvimento das plantas, atuando em baixas concentrações.

Os fitohormônios, compostos orgânicos que em pequenas quantidades promovem, inibem ou modificam qualitativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (RODRIGUES; LEITE, 2004), tem sido intensamente utilizados na fruticultura, com interesses diversos.

A eficácia do uso dos reguladores de crescimento é influenciada por vários fatores como, por exemplo, a cultivar, o vigor das plantas, os fatores climáticos antes, durante e após a aplicação, a forma de aplicação (volume de água e/ou uso de adjuvantes na calda), entre outros (DUSSI, 2011).

Os reguladores de crescimento atuam modificando a forma ou o desenvolvimento de uma cultura, melhorando sua qualidade ou reduzindo o tempo para a produção de partes comercializáveis. Fitorreguladores são sintetizados e agem imitando a ação de hormônios na planta ou interferindo na ação natural desses hormônios (BARRITT, 1992).

O controle do desenvolvimento vegetativo por meios químicos pode ajudar a reduzir o crescimento excessivo e limitar o tamanho das plantas, restringindo o crescimento em determinado momento, o que permite melhor equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a frutificação (MILLER, 2002).

Técnicas utilizando reguladores de crescimento como auxinas e giberelinas têm possibilitado o estabelecimento de frutos sem sementes. As auxinas estão associadas ao processo de fixação dos frutos. Naturalmente, esse hormônio, além de ser produzido pelo próprio grão de pólen, tem parte significativa proveniente do próprio ovário da flor. As giberelinas, por sua vez, também estão envolvidas no processo de crescimento de frutos, de forma a agir no alongamento e na divisão celular (MOTA FILHO et al., 2012). Altos níveis desse hormônio podem ser encontrados em sementes imaturas e nos frutos em desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O uso de reguladores de crescimento pode contribuir com o aumento da frutificação de pereiras (GREENE, 2003). Porém, em condições adversas à polinização e quando a intensidade de floração for baixa, a utilização de reguladores de crescimento pode ser uma prática a ser adotada de modo a garantir a regularidade da produção de pomáceas (HAWERROTH; PETRI, 2011).

Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, muitos compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (CASTRO; VIEIRA, 2003; SANTOS et al., 2010). Como consequência, diversos trabalhos têm demonstrado os benefícios das giberelinas na promoção do crescimento inicial mais rápido e uniforme em plantas cultivadas (RODRIGUES; LEITE, 2004; SCALON et al. 2006; ALMEIDA, 2008; SANTOS et al., 2010). De acordo com Schmidt et al. (2003), a ação de uma substância reguladora de crescimento depende de fatores ambientais, número e período de aplicação, concentração

utilizada, estágio de crescimento da planta e da espécie ou cultivar tratada.

Além disso, o uso de reguladores de crescimento que atuam no aumento da frutificação efetiva pode, indiretamente, controlar o desenvolvimento vegetativo das plantas devido à competição estabelecida entre frutos e ramos em crescimento por água, fotoassimilados e nutrientes, limitando sua disponibilidade ao desenvolvimento vegetativo (HAWERROTH; PETRI, 2011).

2.9.1 Progibb®

Progibb® é um produto comercial a base de ácido giberélico (GA₃). O uso do ácido giberélico é indicado no manejo de pereiras (SILVA, 2001; VERCAMMEN; GOMAND, 2008), sendo a substância mais utilizada na indução da formação de frutas partenocárpicas (LAFER, 2008), visto que a aplicação desse composto na floração substitui o papel ativo das sementes que abortam devido a condições climáticas adversas ou de falta de polinização (SILVA, 2001).

Segundo Wertheim e Webster (2005), a aplicação de substâncias como o GA₃ estimulam a divisão celular e o aumento do tamanho das células, promovendo o crescimento dos frutos e minimizando os efeitos do etileno na abscisão de frutos.

Diversos autores descrevem o aumento de frutificação de pereiras pela utilização de ácido giberélico

2.9.2 Promalin®

Promalin® é um composto comercial que contém dois reguladores de crescimento naturais, a citocinina BA (6-benziladenina) e as giberelinas GA₄ e GA₇, cujo objetivo é o de proporcionar frutos maiores e aumentar a produção por planta (VALENT BIOSCIENCES, 2013).

O uso de Promalin® (GA₄₊₇ + 6 BA) em plena floração promove o aumento do tamanho e da relação comprimento/diâmetro dos frutos e reduz o '*russeting*'. O aumento do tamanho dos frutos é consequência da promoção da divisão celular e do aumento do comprimento dos frutos, devido à giberelina (LOONEY, 1996).

Segundo Ono et al. (2004), a giberelina parece ser indispensável para promover o crescimento em comprimento das brotações, através da sua atividade sobre o alongamento celular, enquanto que a citocinina tem importância sobre o crescimento em diâmetro, pela sua atividade na promoção da divisão celular.

A aplicação de determinadas substâncias na floração pode substituir o papel ativo das sementes que abortam devido às condições climáticas adversas ou à falta de polinização. Entre as substâncias que induzem a formação de frutas partenocárpicas, destaca-se o ácido giberélico e o thidiazuron (feniluréia com atividade de citocinina) (PETRI et al., 2001; VERCAMMEN; GOMMAND, 2008).

O controle hormonal da fixação e desenvolvimento do fruto é um processo completo, no qual estão envolvidos diversos promotores e inibidores. Seu balanço não é constante e, progressivamente, decresce em favor dos últimos, nas etapas próximas à maturação. A aplicação foliar de giberelinas e citocininas influi sobre as relações fonte-dreno durante o desenvolvimento dos órgãos

reprodutivos, alterando a produção e a alocação de fotoassimilados. Ambas as substâncias aumentam o crescimento, tanto de folhas como de frutos, mas sua importância relativa para cada um desses órgãos é distinta (CASTRO, 2001). As giberelinas aumentam a capacidade de dreno do fruto por fotoassimilados e minerais ocorrendo uma diminuição no tamanho e peso médio dos frutos (TALÓN et al., 1997).

Obtêm-se os melhores resultados quando se aplica giberelina nas primeiras fases de desenvolvimento do ovário (antese e queda de pétalas), quando os níveis endógenos de giberelinas estão baixos (AGUSTÍ; ALMELA, 1991; TALÓN et al., 1997). O aumento da concentração de giberelinas nos ovários em desenvolvimento, durante a antese forma parte do estímulo hormonal que ativa a divisão celular e propicia a fixação (TALÓN et al., 1990) e um incremento no desenvolvimento do fruto (CASTRO, 2001).

Vários trabalhos foram desenvolvidos, para se obter a redução do crescimento de ramos pelo uso de substâncias inibidoras da biossíntese de giberelinas (UNRATH, 1999; MILLER, 2002; RADEMACHER et al., 2006). Giberelinas ativas como a GA₁ desempenham um papel importante no alongamento de ramos de pomáceas, cujo precursor imediato é a GA₂₀, biologicamente inativa (HAWERROTH et al., 2012). De acordo com Rademacher et al. (2006), a translocação de forma acrópeta no xilema traz como benefício o controle efetivo do desenvolvimento vegetativo em distintas partes da planta, além de apresentar rápido catabolismo metabólico, baixa toxicidade e persistência limitada.

Segundo Rodrigues e Leite (2004), as giberelinas aumentam tanto a divisão celular como o alongamento celular, porque aumentam o número e o comprimento das células. Segundo Daykin et al. (1997) estes efeitos,

ocorrem devido à ação das giberelinas controlarem a plasticidade da parede celular, através do controle da ação de determinadas enzimas, que podem regular o fluxo de água nas células durante a expansão.

2.9.3 Thidiazuron (TDZ)

O TDZ é um regulador de crescimento que tem efeito semelhante a uma citocinina. Segundo Petri et al. (2001), o TDZ pode aumentar ou diminuir a frutificação efetiva de pereiras. O aumento ou não está relacionado com a dose utilizada, embora a literatura mostra somente o efeito de redução da frutificação efetiva (GREENE, 1995).

Na concentração de 5 a 20 mg L⁻¹, aplicados na floração, proporciona aumento na frutificação e no tamanho das frutas em macieira e pereira. Porém em doses elevadas podem causar deformações nos frutos, como ocorreu em trabalhos de Bianchi et al. (2000) realizados com a cultivar Garber, onde foi utilizado a concentração de 30 mg L⁻¹. No entanto, Tavares et al (2002) apresenta bons resultados em pereira cultivar Garber, cuja aplicação de 15 mg L⁻¹ de TDZ aumentou o número total de frutas fixadas, o número médio de frutas fixadas, a massa e aumento na qualidade das frutas, porém contribui para maior incidência de deformações nas peras, corroborando com Greene (2005), que relaciona a deformação dos frutos com a alta taxa de divisão celular que o TDZ induz.

2.9.4 Aminoetoxivinilglicina (AVG)

AVG é uma molécula inibidora da biossíntese de etileno, tendo por função atrasar a maturação de frutos quando aplicado antes do período de colheita, bem como aumentar a frutificação efetiva de maçãs e peras, quando aplicado após a época de plena floração (VALENT BIOSCIENCES, 2013). Além disto, AVG reduz a concentração de etileno no interior dos frutos, reduzindo a abscisão dos mesmos (DUSSI, 2011).

De acordo com Wertheim e Webster (2005), os inibidores de etileno, como a aminoetoxivinilglicina, aplicados em pereira na época de floração, suprimem a abscisão de frutos em início de desenvolvimento, aumentando o número de sementes por fruto. O aumento da frutificação pode ser resultante do prolongamento do período de polinização devido ao aumento da viabilidade dos óvulos (SANZOL; HERRERO, 2001).

Em trabalhos realizados na Argentina, constatou-se que o uso de 4 g L⁻¹ de ReTain (15 % AVG), duas semanas após a plena floração, proporcionou maior percentual de frutificação efetiva e maior número de frutos por brindila em plantas de pereira das cultivares William's e Packam's Triumph (DUSSI et al., 2002).

Diante a limitação de alguns compostos no aumento da frutificação quando aplicados isoladamente, Wertheim e Webster (2005) sugerem o uso de combinações de reguladores de crescimento visando explorar a complementaridade dos efeitos de diferentes substâncias.

2.9.5 Trinexapac-etil

O Trinexapac-etil é um regulador de crescimento utilizado em cana-de-açúcar e cereais, atua regulando o crescimento do colmo com a redução do alongamento do internódio pela inibição da biossíntese de giberelina, provocando uma inibição temporária ou redução do ritmo de crescimento, sem afetar porém, o processo de fotossíntese e a integridade da gema apical. Ainda, acelera os processos de maturação da planta e causa acúmulo de sacarose no colmo.

De forma geral, os inibidores da síntese de giberelina têm sido reportados como capazes de ressaltar a atividade metabólica ou efetividade do ácido abscísico (KOROL; KLEIN, 2002). Essa redução no nível de ácido giberélico ou na sua sensibilidade, concomitante com a redução na altura de planta é importante para a indução de tolerância a estresses em cereais. O modo de ação do trinexapac-etil inclui a inibição parcial do transporte de elétrons na mitocôndria, provocando uma redução na respiração celular (HECKMAN et al. 2002). Esse mecanismo possivelmente explica essa tolerância a vários tipos de estresse resultantes da aplicação desse regulador de crescimento em várias espécies de plantas (QIAN; ENGELKE, 1999; VAN STADEN; JÄGER, 1998; SARKAR et al., 2004; MCKEE; LONG, 2001).

O Moddus[®] (25% Trinexapac-etil) está sendo recentemente testado em macieiras, segundo Meyer et al. (2014), resultados preliminares indicam que os ramos das cvs. Fuji Suprema e Maxi Gala apresentaram redução de crescimento em torno de 50 % com a aplicação deste produto quando comparado às plantas testemunhas, no entanto, no segundo ano de avaliação verificou-se um decréscimo na produtividade. Lopes et al. (2012) verificou

redução do crescimento de ramos em macieira Eva submetidas a aplicação deste produto.

2.9.6 STRG

A empresa Stoller é detentora da molécula denominada STRG, uma substância nova, enviada dos Estados Unidos pela própria empresa, a qual realiza estudos em plantas com este produto. Esta molécula não é registrada para nenhuma cultura, e foi fornecida pela empresa para a realização deste trabalho, com a utilização em macieiras e pereiras, objetivando a redução do crescimento vegetativo, uma vez que o STRG é classificado como inibidor da síntese de auxinas, hormônio responsável pela dominância apical.

2.10 CRESCIMENTO VEGETATIVO DA PEREIRA

O crescimento vegetativo das pereiras é reponsável pelo acúmulo de carboidratos gerados através da fotossíntese. A partição destes carboidratos nas diferentes partes da planta (partes vegetativa e produtiva) determina a produção dos pomares (JACKSON, 2003).

A pereira possui hábito de crescimento acropetal, ou seja, os ramos posicionados na parte superior da planta e nas extremidades tendem a amadurecer primeiro, e com maiores taxas de crescimento causando sombreamento na parte interior e inferior do dossel, quando não manejadas adequadamente (MITCHAM; ELKINS, 2007). Segundo Iuchi e Luz (2010), o hábito de crescimento acropetal é potencializado ainda mais na falta de frio hibernal, fato que ocorre normalmente nas condições brasileiras.

A formação das estruturas florais varia com o hábito de crescimento e frutificação de cada cultivar, porém, pode-se dizer que, de modo geral, ramos muito vigorosos e ramos pouco vigorosos não frutificam e, os ramos que apresentam a melhor frutificação são de vigor intermediário (IUCHI; LUZ, 2010).

Os portaenxertos e a variedade copa também influenciam na partição de assimilados, os portaenxertos anões alocam os fotoassimilados preferencialmente para parte reprodutiva, já os portaenxertos vigorosos alocam preferencialmente para a parte vegetativa (FORSHEY et al., 1992).

No Brasil, os primeiros pomares de pereira foram plantados com portaenxertos *Pyrus* spp., os quais induzem um excessivo vigor (PERAZZOLO, 2008). Rufato et al. (2004), estimam que a utilização do respectivo portaenxerto representa em torno de 90% da área total cultivada.

Segundo Iuchi e Luz (2010), o excessivo crescimento da planta tem efeito negativo sobre a formação de gemas florais, causado principalmente pelo sombreamento da parte interior e inferior do dossel, confirmando o antagonismo entre as partes vegetativas e reprodutivas das pereiras.

Diversas cultivares de marmeleiros são utilizadas como portaenxertos de pereiras, e possuem como característica principal a redução do vigor. No entanto, apresentam sérios problemas de incompatibilidade de enxertia, e maior custo de implantação, pois necessitam de tutoramento de plantas e utilização de sistema de irrigação. A utilização de marmeleiros como portaenxertos de pereiras ainda não está dominada no Brasil.

Para contornar o excesso de vigor das pereiras enxertadas sobre portaenxertos vigorosos podem-se utilizar algumas técnicas de manejo, tanto físicas como

químicas, como por exemplo, anelamento de tronco, corte de tronco e aplicação de fitoreguladores.

A utilização de produtos químicos reguladores de crescimento também apresenta efeito positivo na redução de vigor. Em pereira, a redução do crescimento é diferente para cada cultivar, sendo forte para cv. Decana du Comice, média para cv. Conference e muito fraca para cv. Beurre Alexander Lucas. A aplicação geral de fitoreguladores em pera está em discussão, porque pode ocorrer uma influência negativa sobre o retorno de floração (DECKERS et al., 2005). Dentro das diretrizes para a produção integrada de frutas (PIF), a regulação do crescimento através de métodos químicos não é permitida, sendo tema de muitas discussões recentes realizadas em diferentes países, principalmente nos países europeus. Embora a utilização de formas naturais para controle de crescimento vegetativo seja mais recomendada, a utilização de reguladores de crescimento químicos em casos extremos apresenta-se como boa alternativa, pois, é necessário buscar novas soluções para o manejo da cultura, quando o pomar encontra-se completamente fora de equilíbrio, além da redução dos custos com mão de obra. Por esta razão, as possibilidades exatas de regulação do crescimento através de produtos químicos devem ser conhecidas.

2.10.1 Anelamento

O anelamento é uma prática realizada em pereiras a mais de 2000 anos, contudo, muitas questões fisiológicas desta técnica ainda permanecem sem respostas. O estágio fenológico em que a técnica é utilizada e a intensidade de aplicação determina o tipo de resposta que é obtido. Entre os efeitos mais conhecidos

estão a diminuição do crescimento dos ramos, o aumento da produção de frutos, o aumento da frutificação efetiva e retorno de floração e aumento do tamanho do fruto (THERON E STEYN, 2008).

Os aspectos fisiológicos e as aplicações do anelamento foram revistos por Goren et al., (2004), os quais descrevem um glossário dos termos e técnicas relacionadas com o anelamento e as variações desta operação que constituem no tipo de corte e no tipo de instrumento utilizado.

São estes:

Anelamento (*girdling*) – também conhecido como incisão anelar, consiste na remoção completa de um anel de casca (1 a 10 mm) em volta do tronco ou em ramos.

Anelagem (*ringing*) – é uma forma de anelamento realizado com uma tesoura de poda em volta do tronco, com ou sem remoção da casca. Estes dois termos são muitas vezes utilizados como sinônimos.

Inversão da casca (*bark inversion*) é uma técnica menos severa do que a anterior, em que uma porção de casca é removida e colocada na posição invertida.

Incisão em duplo C – (*ring-girdling*) – cortes em duplo C em sentidos opostos no tronco da árvore afastados verticalmente entre 5 a 20 cm.

Incisão em guilhotina – (*guilhotine girdling*) – dois cortes profundos horizontais opostos com um terço do diâmetro do tronco efectuados com uma corrente de motosserra separados verticalmente entre 5 a 20 cm.

Anelagem estreita (*cincturing*) - corte muito estreito efectuado à volta do tronco ou ramo.

Entalhamento ou incisão (*notching = nicking e scoring*) – o primeiro termo refere-se ao corte transversal da casca acima da gema, com remoção de um pouco de casca cortada até o lenho no primeiro caso e sem remover no segundo.

Estrangulamento (*wiring* = *strangulation*) - depressão na casca causada por um arame, fita, ou corda.

Descasque (*stripping*) – remoção de uma faixa de casca.

O anelamento é muitas vezes considerado uma técnica perigosa, podendo ocasionar danos ou até mesmo a morte da planta (GOREN et al. 2004). A probabilidade de isso acontecer depende da largura e profundidade do anel, frequência de anelamento e vigor das árvores. Em princípio, o anel não deve danificar o câmbio e o xilema, mas na prática isto não é tão facilmente observado.

Diversos trabalhos descrevem a redução do crescimento vegetativo e o incremento da produtividade de fruteiras com a utilização da técnica de anelamento de tronco. Westwood (1982) refere que, em teoria, qualquer planta lenhosa pode ser induzida a produzir flores mais intensamente mediante a utilização de anelamento, no entanto, deve-se ter cuidado em praticar esta técnica em espécies e cultivares para as quais não se dispõe de resultados já descritos.

Sartori e Ilha (2005) descrevem os efeitos do anelamento em prunóideas, referindo em particular dados relativos à época de execução, aos cuidados necessários e aos aspectos fisiológicos do anelamento de ramos de pessegueiro e ameixeira, fruteiras com expressão comercial no sul do Brasil.

Steyn et al. (2008) descrevem o anelamento como uma boa técnica para aumentar a produtividade de caqui cv. Triumph sem comprometer a floração do ano seguinte.

Diversos trabalhos relatam que a indução floral em macieiras e pereiras pode ser melhorada utilizando a técnica de anelamento de tronco (KOBEL, 1954; GREENE; LORD, 1983; SKOGERBØ, 1992; LI, et al., 1996; GOREN et al., 2004)

Iuchi et al., 2008, em trabalhos desenvolvidos no sul do Brasil, descrevem redução do crescimento vegetativo da pereira 'Packham's Triumph' enxertada sobre *P. calleryana* seguido de aumento de produtividade ocasionados pela utilização da técnica de anelamento.

Theron e Steyn (2008) descrevem, em uma completa revisão bibliográfica intitulada *Girdling: Science Behind the Age-Old Technique*, os possíveis modos de ação do anelamento e sua influência sobre a indução floral em pomóideas. Várias hipóteses têm sido apresentadas, ou inclinando-se para uma mudança nos níveis de carboidratos ou com mais ênfase nos níveis hormonais endógenos. A maioria destas, no entanto, não faz distinção entre as diferentes técnicas (por exemplo, anelamento vs *scoring*), tempo de aplicação da técnica, ou se as árvores são perenes ou decíduas.

Theron e Steyn (2008) relatam que o equilíbrio entre giberelina (GA), auxina (IAA) e citocinina (CK) pode estar controlando a indução floral.

De acordo com Öpik e Rolfe (2005), os hormônios vegetais possuem papel fundamental no processo de indução floral. O anelamento interfere no transporte polar de IAA, documentado por Bangerth et al. (2000). Portanto, a interrupção do floema pelo anelamento ocasiona a interrupção do fluxo de IAA para as raízes. Dann et al. (1985) encontrou um acúmulo de IAA acima do anel dentro de 24 horas após o anelamento. Ao interromper o transporte IAA polar ocorre rápido aumento de citocininas transportadas pelo xilema (LI et al., 1995; BANGERTH, 1994). Kaminek et al. (1997) relatam sobre inúmeros outros casos em que um aumento na CK ocorre após inativação da auxina.

Auxina pode afetar os níveis de citocininas, pela regulação da biossíntese de citocinina e/ou por promoção da oxidase da citocinina (KAMINEK et al., 1997).

2.10.2 Corte de tronco

O corte de tronco é uma técnica que consiste na retirada de parte dos tecidos vasculares, diminuindo o aporte de carboidratos para a raiz e de água e nutrientes para a copa. Segundo Deckers et al. (2005), o corte de tronco com motosserra é realizado com o objetivo de reduzir o crescimento vegetativo das árvores e melhorar a regularidade de produção das culturas. Os resultados destas medidas são difíceis de prever e pode haver um efeito importante sobre a qualidade do fruto no momento da colheita ou durante o armazenamento.

3 REDUÇÃO DE VIGOR EM PEREIRAS EUROPEIAS UTILIZANDO MÉTODOS FÍSICOS E QUÍMICOS

3.1 INTRODUÇÃO

O crescimento vegetativo das pereiras é reponsável pelo acúmulo de carboidratos gerados através da fotossíntese. A partição destes carboidratos nas diferentes partes da planta (partes vegetativa e produtiva) determina a produção dos pomares (JACKSON, 2003).

A formação das estruturas florais varia com o hábito de crescimento e frutificação de cada cultivar, porém, pode-se dizer que, de modo geral, ramos muito vigorosos e ramos pouco vigorosos não frutificam e, os ramos que apresentam a melhor frutificação são de vigor intermediário (IUCHI; LUZ, 2010).

Segundo Iuchi e Luz (2010), o excessivo crescimento da planta tem efeito negativo sobre a formação de gemas florais, causado principalmente pelo sombreamento da parte interior e inferior do dossel, confirmando o antagonismo entre as partes vegetativas e reprodutivas das pereiras.

Para contornar o excesso de vigor das pereiras enxertadas sobre portaenxertos vigorosos podem-se utilizar algumas técnicas de manejo, tanto físicas como químicas, como por exemplo, anelamento de tronco, corte de tronco e aplicação de fitorreguladores.

A utilização de produtos químicos reguladores de crescimento também apresenta efeito positivo na redução de vigor. Em pereira, a redução do crescimento é diferente para cada cultivar, sendo forte para cv. Decana du Comice, média para cv. Conference e muito fraca para cv. Beurre Alexander Lucas. A aplicação geral de fitorreguladores em pera está em discussão, porque pode ocorrer uma influência negativa sobre o retorno de

floração (DECKERS et al., 2005). Embora a utilização de formas naturais para controle de crescimento vegetativo seja mais recomendada, a utilização de reguladores de crescimento químicos em casos extremos apresenta-se como boa alternativa, pois, é necessário buscar novas soluções para o manejo da cultura, quando o pomar encontra-se completamente fora de equilíbrio, além da redução dos custos com mão de obra.

Diante deste contexto, objetivou-se estudar o efeito do anelamento e corte de tronco, bem como a aplicação de fitorreguladores sobre o comportamento vegetativo e produtivo de pereiras europeias.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na safra 2012/13 na propriedade do Sr. Genor Mussatto localizado no município de Vacaria – RS, situada a 971 m de altitude, com coordenadas geográficas de 28° 30' 44" latitude Sul e 50° 56' 02" longitude Oeste.

Foram utilizadas pereiras adultas (plantio 1988), das cultivares Packham's Triumph, William's, Red Bartlett, Abate Fetel e Carrick, todas enxertadas sobre o portaenxerto *Pyrus calleryana*, com espaçamento de 5,0 entre filas e 2,0 m entre plantas, totalizando 1.000 plantas por hectare.

O sistema de condução utilizado é líder central sem tutoramento das plantas.

Os tratamentos utilizados foram: Anelamento simples; anelamento duplo (Figura 1); corte de tronco simples (um corte até a metade do diâmetro do tronco); corte de tronco duplo (dois cortes de 1/3 do diâmetro do tronco, realizados em posições opostas) (Figura 2);

aplicação dos fitorreguladores Moddus (1600 ppm) e STRG (100 ppm).

O anelamento foi realizado no início do florescimento de cada cultivar, com o auxílio de um anelador, o qual retirava um anel de casca, em torno de toda a circunferência do tronco, de aproximadamente 4 mm. Para a realização do corte de tronco, utilizou-se motosserra com óleo vegetal para lubrificação da correia, utilizou-se ainda espuma de poliuretano para vedar o corte, com objetivo de impedir a infecção por doenças. Os fitorreguladores foram aplicados em torno de duas semanas após a plena floração, quando os brotos encontravam-se com 5 cm de comprimento. Para isto, preparou-se as soluções momentos antes de serem utilizadas, sendo aplicadas uma única vez em cada planta, com o auxílio de pulverizador costal motorizado, com volume de calda equivalente à 1000 L ha⁻¹.



Figura 1 – Anelamento simples e anelamento duplo realizado em pereira ‘Packham’s Triumph’ no município

de Vacaria – RS, durante o início de floração da safra 2012/13.



Figura 2 – Corte de tronco simples e corte de tronco duplo realizado em pereira ‘Packham’s Triumph’ no município de Vacaria – RS, durante o início de floração da safra 2012/13.

3.2.1 VARIÁVEIS AVALIADAS

As variáveis avaliadas, bem como os procedimentos realizados para cada uma delas, estão descritos a seguir:

Frutificação efetiva: efetuou-se a contagem do número total de flores em quatro ramos por planta, e 60 dias após a plena floração, realizou-se a contagem das frutas remanescentes. A frutificação efetiva, expressa em porcentagem, foi determinada através da relação $(n^{\circ} \text{ de frutos} \times 100) / n^{\circ} \text{ flores}$.

Retorno de floração: efetuou-se a contagem do número total de flores em quatro ramos secundários por

planta, escolhidos de forma a padronizar a posição, o comprimento e o vigor do ramo.

Produção por planta: colheita individual de cada planta em um único repasse, com posterior contagem e pesagem dos frutos colhidos, para permitir determinar a produção individual de cada planta. Para proceder à pesagem dos frutos, utilizou-se balança digital com precisão ± 0.01 Kg, com os dados expressos em quilograma de fruto planta⁻¹.

Produtividade estimada: uma vez obtida a produção por planta, estimou-se a produtividade através da multiplicação do número de plantas existentes em um hectare pela produção por planta, onde os dados foram expressos em toneladas ha⁻¹.

Diâmetro de frutos: com o auxílio de um paquímetro digital, mensurou-se o diâmetro de todos os frutos de cada planta amostrada, na qual se mediu a porção de maior diâmetro em lados opostos, a fim de se obter a porcentagem de frutos nas classes menor que 65 mm, de 65 mm a 80 mm e maior que 80 mm.

Firmeza de polpa: foi determinada com o auxílio de um penetrômetro manual com ponteira de 8 mm, acoplado a um suporte de aço. Para efetuar a leitura, efetuaram-se dois cortes para retirada da casca dos frutos, em lados opostos, na zona equatorial dos frutos, inserindo-se posteriormente a ponteira do penetrômetro na polpa da fruta, com os dados expressos em libras.cm⁻².

Sólidos solúveis: expresso em °brix, foi determinado utilizando o suco de dez frutos com o auxílio de um refratômetro digital de bancada (modelo RTD-45).

Acidez titulável: foi determinada por titulação manual com NaOH a 0,1 N. A solução titular foi preparada com grupos de 20 frutos (sobre uma solução de 5 ml de suco, ao qual foi adicionado 5 ml de água destilada e 3

gotas de azul de bromotimol) até atingir o ponto de viragem, os dados foram expressos em meq L^{-1} .

Crescimento anual da copa (m): avaliado durante o período de repouso vegetativo, calculado através da multiplicação do crescimento médio dos ramos do ano (amostrados 20 ramos do ano por planta) pelo número de brotações de ramos do ano (contou-se o número total de ramos do ano em uma amostra de 4 ramos secundários por planta, e contou-se também o número de ramos secundários por planta, possibilitando estimar a quantidade de ramos do ano por planta).

3.2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis blocos e uma planta por parcela. Para determinação da frutificação efetiva foram analisados quatro ramos por planta, para estimativa de produtividade foram pesados todos os frutos de cada planta, enquanto que para qualidade físico-química dos frutos utilizou-se uma amostra contendo 20 frutos por planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias, pelo teste de Scott-knott, à 5% de probabilidade de erro, através do programa computacional Sisvar versão 5.3. Os dados em porcentagem foram transformados para arco seno da raiz quadrada do valor expresso em porcentagem dividido por 100 (\sqrt{x})/100.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frutificação efetiva das pereiras é influenciada por diversos fatores, dentre eles, a disposição, presença e quantidade de cultivares polinizadoras, coincidência e compatibilidade de polinização entre as cultivares, presença de insetos polinizadores, clima principalmente durante o período de floração, nutrição e relação “fonte e dreno”, ou seja, a mobilização e distribuição dos fotoassimilados tanto para o crescimento vegetativo como para o processo de frutificação efetiva (JACKSON, 2003; SILVA, 2001).

Na Tabela 1, pode-se observar que não houve efeito dos tratamentos sobre a frutificação efetiva das cultivares em estudo, durante a safra 2012/13. As cvs. Abate Fetel e Carrick apresentaram baixa frutificação efetiva em todos os tratamentos, em média 1 e 3 % respectivamente, o que demonstra que houve algum problema no processo de frutificação que refletiu em baixas produtividades (Tabela 2 e 3). Já as demais cultivares apresentaram em média 10 % de frutificação efetiva, o que, segundo Van Der Zwet e Childers (1982), é uma boa taxa para atingir elevadas produções em pereiras cuja floração é abundante. Pereiras com pouca floração necessitam de frutificação efetiva superior à 30 %.

Smit et al. (2005) não obtiveram efeito sobre a frutificação das cultivares de pereiras Rosemarie, Forelle, Packham's Triumph e William's submetidas à anelamento no período entre plena floração e queda de pétalas, durante dois anos consecutivos.

A utilização de métodos para redução de crescimento vegetativo em pereiras geralmente não altera a produtividade no primeiro ano de sua execução, já que suas estruturas reprodutivas ocorrem sobre ramos de ano

ou 2 anos, sendo portanto, diferenciadas no ciclo anterior. No entanto, efeitos da redução de vigor sobre a produção podem ocorrer nos ciclos seguintes, pois a partição de fotoassimilados tende a melhorar através da eliminação de drenos vegetativos, tais como ramos ladrões, e do aumento da interceptação de luz no interior da planta, tornando possível a formação de estruturas reprodutivas em partes anteriormente sombreadas. De acordo com Cain (1971) e Dejong (2007), a formação de estruturas reprodutivas está diretamente relacionada com a posição das mesmas em relação a exposição à luz durante o ciclo anterior, quanto maior a área exposta a luz, maior é a formação destas estruturas.

A produtividade da cv. Abate Fetel no ciclo 2012/13 foi baixa e desuniforme, em todos os tratamentos, não sendo alterada por efeito destes (Tabela 2). Além da baixa frutificação efetiva, esta cultivar teve baixas produtividades, confirmando possível problema na fase de frutificação. O baixo número de frutos e principalmente a grande diferença de diâmetro entre eles elevou o coeficiente de variação dos dados na análise estatística.

Não houve efeito de tratamento na produtividade e diâmetro de frutos da cultivar William's e de seu clone 'Red Bartlett', as quais apresentaram produtividades elevadas de 53 e 40 t ha⁻¹ respectivamente. A maior parte dos frutos, cerca de 75 %, enquadraram-se na classificação dos frutos pequenos (< 65 mm), com o restante na classe de 65 mm a 80 mm de diâmetro (Tabelas 4 e 5). A elevada porcentagem de frutos classificados como pequenos é resultado do elevado número de frutos por planta, pois ocorre competição entre si pelos fotoassimilados, o que reduz o tamanho (GREENE, 2008).

A cultivar Packham's Triumph apresentou as plantas mais produtivas, em média 82 t ha⁻¹. A aplicação

de STRG e Moddus® reduziram a produtividade das pereiras quando comparadas aos demais tratamentos (Tabela 6).

Raffo et al. (2011), utilizando anelamento (6 - 8 mm), não encontrou nenhum efeito significativo sobre produtividade ou tamanho dos frutos em pereiras 'William's' aneladas 20 dias após a plena floração. Embora o anelamento possa retardar o crescimento vegetativo, seu efeito ainda é muito variável devido à interferência de outros fatores (Smit et al., 2005).

Em relação à porcentagem de frutos quanto ao diâmetro verifica-se que a maior parte (51 %) pertence à classe de frutos médios (65 – 80 mm), seguidos pela classe dos menores que 65 mm (37 %) e maiores que 80 mm (11%). Não houve diferença estatística entre os tratamentos para esta variável (Tabela 6).

Tabela 1 – Frutificação efetiva de pereiras europeias submetidas à tratamentos de controle de vigor, durante a safra 2012/13, no município de Vacaria – RS.

Tratamento/Cultivar	Frutificação Efetiva (%)									
	Packham's		William's		Abate Fetel		Red Bartlett		Carrick	
Testemunha	11	ns	11	ns	1	ns	7	ns	3	ns
Anelamento simples	10		8		1		10		3	
Anelamento duplo	12		10		2		9		5	
Corte simples	8		11		1		8		1	
Corte duplo	12		9		1		7		3	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	17		10		0		8		2	
STRG 100 mg L ⁻¹	10		9		1		8		4	
C.V.	14		14		128		12		47	

*ns – não significativo pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 2 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'Abate Fetel' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Abate Fetel								
Tratamento	$t\ ha^{-1}$		Percentual de frutos em diferentes diâmetros (mm)					
			< 65		65 - 80		> 80	
Testemunha	3	ns	28	ns	69	ns	2	ns
Anelamento simples	7		39		61		0	
Anelamento duplo	1		8		89		3	
Corte simples	5		30		70		0	
Corte duplo	4		25		73		2	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	5		37		62		1	
STRG 100 mg L ⁻¹	4		49		50		1	
C.V.	127		59		50		275	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 3 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'Carrick' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Carrick								
Tratamento	t ha ⁻¹		Percentual de frutos em diferentes diâmetros (mm)					
			< 65		65 - 80		> 80	
Testemunha	19	ns	49	ns	49	ns	2	ns
Anelamento simples	26		46		53		1	
Anelamento duplo	23		58		39		3	
Corte simples	17		42		55		2	
Corte duplo	10		57		41		2	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	26		56		43		1	
STRG 100 mg L ⁻¹	18		51		49		0	
C.V.	66		26		26		102	

*ns – não significativo pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 4 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'William's' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Williams								
Tratamento	$t\ ha^{-1}$		Percentual de frutos em diferentes diâmetros (mm)					
			< 65		65 - 80		> 80	
Testemunha	57	ns	76	ns	24	ns	0	ns
Anelamento simples	51		78		22		0	
Anelamento duplo	54		73		27		1	
Corte simples	56		86		13		0	
Corte duplo	49		83		17		0	
Moddus® 1600 $mg\ L^{-1}$	57		85		15		0	
STRG 100 $mg\ L^{-1}$	48		84		16		0	
C.V.	15		10		25		118	

*ns – não significativo pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 5 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'Red Bartlett' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Red Bartlett								
Tratamento	$t\ ha^{-1}$		Percentual de frutos em diferentes diâmetros (mm)					
			< 65		65 - 80		> 80	
Testemunha	41	ns	73	ns	27	ns	0	ns
Anelamento simples	43		73		26		1	
Anelamento duplo	38		61		37		2	
Corte simples	39		72		27		1	
Corte duplo	44		79		21		0	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	46		71		28		1	
STRG 100 mg L ⁻¹	35		82		18		0	
C.V.	28		10		19		77	

*ns – não significativo pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 6 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'Packham's Triumph' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Tratamento	t ha ⁻¹	Packham's					
		Percentual de frutos em diferentes diâmetros (mm)					
		< 65		65 - 80		> 80	
Testemunha	85 a	31	ns	57	ns	12	ns
Anelamento simples	88 a	30		59		11	
Anelamento duplo	81 a	28		55		17	
Corte simples	97 a	45		46		9	
Corte duplo	89 a	34		53		13	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	75 b	47		44		9	
STRG 100 mg L ⁻¹	62 b	46		44		10	
C.V.	15	21		14		34	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Os brotos de uma pereira são visíveis e facilmente mensuráveis, mas eles representam apenas uma fração do total do crescimento vegetativo (FORSHEY; MCKEE, 1970; FORSHEY et al., 1983; MOCHIZUKI, 1962). O crescimento da raiz e o espessamento do tronco e dos ramos mais velhos da planta representam a maior parte do incremento vegetativo, no entanto, a medição desse crescimento é praticamente impossível, no que se refere às raízes (FORSHEY, 1991).

A avaliação de tratamentos redutores de crescimento é complicada, devido à falta de um único e simples método para medir com precisão o que caracteriza crescimento vegetativo das plantas (FORSHEY, 1989; FORSHEY; ELFVING, 1989). Uma forma comumente utilizada para avaliação do vigor de plantas é através da mensuração do comprimento médio dos ramos do ano e também do crescimento anual da copa, através da multiplicação do comprimento médio pelo número de ramos do ano de cada planta, estes dados estão localizados nas Tabelas 7 e 8.

Em relação ao comprimento médio dos ramos do ano, verificou-se diferença estatística apenas na cv. Abate Fetel, onde houve redução no comprimento médio dos ramos das pereiras submetidas aos cortes de tronco e também à aplicação de AVG. Já no crescimento médio anual da copa, houve redução do crescimento da cv. Packham's Triumph submetida aos tratamentos de anelamento duplo (37 %), corte de tronco simples (24 %) e aplicação de Moddus® 1600 mg L⁻¹ (31 %). As demais cultivares não apresentaram diferenças entre os tratamentos. A cultivar Packham's apresentou o maior crescimento anual da copa, em média 69 m planta⁻¹, enquanto que a cultivar Abate Fetel apresentou o menor crescimento, em média 16 m planta⁻¹.

Dreyer (2013) descreve a ineficiência da redução do crescimento vegetativo das pereiras 'Abate Fetel' e 'Forelle' submetidas ao anelamento (3 mm) em plena floração, atribuindo o resultado à pouca área de casca retirada pelo anelamento.

O efeito dos tratamentos em relação às características físicoquímicas dos frutos foi diferente entre as cultivares, como pode ser observado nas Tabelas 9, 10, 11, 12 e 13. A aplicação de STRG reduziu a firmeza de polpa dos frutos das cultivares Packham's e Abate Fetel, assim como as técnicas de corte de tronco e aplicação de Moddus[®] também reduziram a firmeza de polpa dos frutos de 'Abate Fetel'. Nos frutos das demais cultivares não houve diferenças na firmeza de polpa.

A técnica de corte de tronco simples e a aplicação de Moddus[®] reduziram a concentração de sólidos solúveis dos frutos da cultivar William's. Já na cultivar Red Bartlett, o corte de tronco simples aumentou a concentração de sólidos solúveis dos frutos, bem como o anelamento duplo e a aplicação de STRG. Nos frutos das demais cultivares não houve diferenças na concentração de sólidos solúveis.

Apenas as cultivares Abate Fetel e Carrick apresentaram diferenças na acidez dos frutos, sendo que os anelamentos aumentaram a acidez dos frutos de 'Abate Fetel', enquanto que estes mesmos tratamentos, juntamente com a aplicação de Moddus[®] reduziram a acidez dos frutos de 'Carrick'.

Tabela 7 - Comprimento médio do ramo do ano das pereiras europeias submetidas à tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

	Comprimento médio do ramo do ano (cm)									
	Packham's		William's		Abate Fetel		Red Bartlett		Carrick	
Testemunha	29	ns	35	ns	16	b	26	ns	21	ns
Anelamento simples	31		33		15	b	27		21	
Anelamento duplo	25		32		14	a	24		22	
Corte simples	26		31		14	a	22		21	
Corte duplo	28		31		14	a	28		21	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	27		31		17	b	25		24	
STRG 100 mg L ⁻¹	31		33		16	b	26		21	
C.V.	18		13		11		12		26	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 8 – Crescimento médio anual (m planta⁻¹) das pereiras europeias submetidas à tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

	Crescimento médio anual (m planta ⁻¹)									
	Packham's	William's	Abate Fetel	Red Bartlett	Carrick					
Testemunha	82	a	38	ns	15	ns	33	ns	39	ns
Anelamento simples	81	a	44		20		37		38	
Anelamento duplo	51	b	39		15		35		39	
Corte simples	62	b	44		13		29		35	
Corte duplo	72	a	37		12		38		40	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	56	b	33		21		26		47	
STRG 100 mg L ⁻¹	80	a	44		17		27		46	
C.V.	15		26		25		22		24	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 9 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Abate Fetel’ submetida à tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Abate Fetel						
	Firmeza (libras.cm ⁻²)		Sólidos Solúveis (°brix)		Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	
Testemunha	11.9	a	13.1	ns	30,1	b
Anelamento simples	11.7	a	13.0		31,8	a
Anelamento duplo	11.6	a	13.0		34,2	a
Corte simples	10.3	b	13.0		29,1	b
Corte duplo	10.7	b	13.0		28,4	b
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	11.1	b	13.3		28,9	b
STRG 100 mg L ⁻¹	10.8	b	13.4		27,9	b
C.V.	7,3		4,5		9,2	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 10 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Carrick’ submetida à tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Carrick						
	Firmeza (libras.cm ⁻²)		Sólidos Solúveis (°brix)		Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	
Testemunha	12.8	ns	13.6	ns	68,7	a
Anelamento simples	12.4		13.7		65,5	b
Anelamento duplo	12.7		13.5		65,1	b
Corte simples	12.3		14.3		71,3	a
Corte duplo	12.2		14.1		73,9	a
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	13.0		13.9		65,2	b
STRG100 mg L ⁻¹	12.3		13.8		69,0	a
C.V.	4,6		3,3		6,8	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 11 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘William’s’ submetida à tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

William's						
	Firmeza (libras.cm ⁻²)		Sólidos Solúveis (°brix)		Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	
Testemunha	15.5	ns	10.2	a	35,1	ns
Anelamento simples	15.0		10.6	a	32,6	
Anelamento duplo	14.8		10.3	a	34,1	
Corte simples	15.3		10.1	b	33,1	
Corte duplo	15.7		10.5	a	35,9	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	15.3		9.8	b	33,9	
STRG 100 mg L ⁻¹	15.5		10.5	a	30,7	
C.V.	4,9		3,5		10,4	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 12 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Red Bartlett’ submetida à tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Red Bartlett						
	Firmeza (libras.cm ⁻²)		Sólidos Solúveis (°brix)		Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	
Testemunha	12.6	ns	11.0	b	23,4	ns
Anelamento simples	13.1		10.8	b	24,2	
Anelamento duplo	12.1		11.3	a	21,6	
Corte simples	12.3		11.3	a	22,6	
Corte duplo	13.5		10.8	b	23,3	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	12.5		10.9	b	23,7	
STRG 100 mg L ⁻¹	11.6		11.6	a	20,3	
C.V.	9,8		3,4		10,3	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 13 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Packham’s’ submetida à tratamentos de redução de vigor, na safra 2012/13, Vacaria - RS.

Packham's						
	Firmeza (libras.cm ⁻²)		Sólidos Solúveis (°brix)		Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	
Testemunha	14.7	a	11.6	ns	24,3	ns
Anelamento simples	14.7	a	11.4		20,9	
Anelamento duplo	14.6	a	12.3		21,2	
Corte simples	14.4	a	11.5		21,5	
Corte duplo	14.5	a	11.3		20,8	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	14.9	a	10.7		23,2	
STRG 100 mg L ⁻¹	13.1	b	11.7		20,6	
C.V.	4,5		4,8		11,7	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

O excesso de produção de frutos nas pereiras 'Packham's', 'William's' e 'Red Bartlett' ocasionou alternância de produção na safra seguinte, anulando totalmente o florescimento das plantas. A elevada concentração de giberelinas produzidas pelas sementes, juntamente com desfolha precoce, logo após a colheita, ocasionada pela infecção de entomosporiose, foram as possíveis causas da alternância de produção destas pereiras. Já as cultivares Abate Fetel e Carrick, as quais produziram poucos frutos, obtiveram incrementos no florescimento e na frutificação efetiva na safra seguinte.

A aplicação de Moddus[®] reduziu o retorno da floração das pereiras 'Abate Fetel' e 'Carrick' em comparação às plantas testemunhas. No entanto, o retorno da floração da pereira 'Abate Fetel' foi incrementado pela prática de anelamento, corte de tronco duplo e aplicação de STRG. Já na cultivar Carrick, houve incremento do retorno de florada nas plantas submetidas aos tratamentos de anelamento duplo e corte de tronco, independente da intensidade, quando comparado com as plantas testemunhas. A aplicação de STRG aumentou o retorno de floração da cultivar Abate Fetel, porém, reduziu o retorno de floração na cultivar Carrick (Tabela 14).

Como esperava-se, os resultados sobre a produção de frutos iniciariam a partir do segundo ano de execução das técnicas de redução de vigor. As técnicas de anelamento e corte de tronco aumentaram a frutificação efetiva da cultivar Abate Fetel. Já na cultivar Carrick, todos os tratamentos aumentaram a frutificação efetiva, com destaque para o anelamento simples e o corte de tronco duplo, os quais triplicaram a frutificação efetiva quando comparado com as plantas testemunhas (Tabela 14). Resultados similares foram encontrados por Dreyer (2013), onde houve aumento do retorno de

floração da cultivar Abate Fetel, sem ter efeito sobre o crescimento vegetativo.

A produtividade das pereiras 'Abate Fetel' submetidas ao anelamento simples triplicou (Tabela 15). A utilização do anelamento duplo e corte de tronco duplo também aumentaram a produtividade desta cultivar, no entanto, ainda é uma produtividade baixa, sendo atribuída à deficiência de polinização (observação visual).

Por outro lado, as pereiras 'Carrick' submetidas ao anelamento duplo obtiveram um incremento na produtividade de 147% comparado com as plantas testemunhas (Tabela 16). As pereiras submetidas ao anelamento e corte de tronco simples apresentaram produtividade superior às testemunhas de 82% e 65%, respectivamente. Além disto, todos os tratamentos reduziram a porcentagem de frutos pequenos (menores que 65 mm) e aumentaram a quantidade de frutos médios (entre 65 e 80 mm), com destaque para as duas intensidades de anelamento (Tabela 16).

Nas tabelas 17 e 18 pode-se observar que não houve diferenças significativas para concentração de sólidos solúveis, acidez titulável e firmeza de polpa para ambas cultivares.

Tabela 14 – Frutificação efetiva e retorno de floração das pereiras Abate Fetel e Carrick submetidas aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14 em Vacaria - RS.

	Abate Fetel				Carrick			
	% frutificação efetiva		nº de flores planta ⁻¹		% frutificação efetiva		nº de flores planta ⁻¹	
Testemunha	0.0	b	831	b	5	c	743	b
Anelamento simples	0.5	a	1152	a	16	a	952	b
Anelamento duplo	1.0	a	1005	a	8	b	1640	a
Corte simples	1.1	a	899	b	8	b	1127	a
Corte duplo	0.4	a	1126	a	7	b	1470	a
Moddus 1600 mg L ⁻¹	0.0	b	495	c	17	a	404	c
STRG 100 mg L ⁻¹	-	-	1010	a	-	-	435	c
C.V.	70		14		7		22	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 15 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'Abate Fetel' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.

Abate Fetel							
Tratamento	t ha^{-1}	Percentual de frutos em diferentes diâmetros (mm)					
		< 65		65 - 80		> 80	
Testemunha	3 c	72	ns	28	ns	0	ns
Anelamento simples	9 a	76		23		1	
Anelamento duplo	6 b	82		17		1	
Corte simples	4 c	71		29		0	
Corte duplo	6 b	74		26		0	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	2 c	84		16		0	
STRG 100 mg L ⁻¹	-	-		-		-	
C.V.	34,7	12,8		24,7		312,8	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 16 - Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e classes de diâmetro (mm) de frutos da pereira 'Carrick' submetida aos tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.

Carrick							
Tratamento	t ha ⁻¹	Percentual de frutos em diferentes diâmetros (mm)					
		< 65		65 - 80		> 80	
Testemunha	17 c	90	c	10	c	0	ns
Anelamento simples	31 b	68	a	32	a	0	
Anelamento duplo	42 a	72	a	27	a	1	
Corte simples	28 b	79	b	21	b	0	
Corte duplo	23 c	81	b	19	b	0	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	18 c	74	a	22	b	4	
STRG 100 mg L ⁻¹	-	-		-		-	
C.V.	27,1	6		11,2		235,9	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 17 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Abate Fetel’ submetida à tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.

Abate Fetel						
	Firmeza (libras.cm ⁻²)		Sólidos Solúveis (°brix)		Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	
Testemunha	19,0	ns	11,7	ns	28,7	ns
Anelamento simples	18,5		11,5		25,3	
Anelamento duplo	18,3		11,3		25,1	
Corte simples	17,8		11,7		24,5	
Corte duplo	17,5		11,7		23,2	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	18,6		11,4		26,8	
STRG 100 mg L ⁻¹	-		-		-	
C.V.	5,7		6,4		10,2	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

Tabela 18 – Qualidade físicoquímica dos frutos da pereira ‘Carrick’ submetida à tratamentos de redução de vigor, na safra 2013/14, Vacaria - RS.

Carrick						
	Firmeza (libras.cm ⁻²)		Sólidos Solúveis (°brix)		Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	
Testemunha	17,2	ns	13,2	ns	60,8	ns
Anelamento simples	17,2		12,2		51,7	
Anelamento duplo	17,5		12,5		53,2	
Corte simples	17,5		13,6		56,9	
Corte duplo	17,5		13,6		52,4	
Moddus® 1600 mg L ⁻¹	17,6		13,0		56,2	
STRG 100 mg L ⁻¹	-		-		-	
C.V.	8,4		2,3		11,1	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-knott à 5 % de probabilidade de erro.

*ns – não significativo

3.4 CONCLUSÕES

A utilização da técnica de anelamento e corte de tronco incrementam o retorno de floração das pereiras 'Abate Fetel' e 'Carrick'.

A utilização da técnica de anelamento e corte de tronco incrementam a produtividade das pereiras 'Abate Fetel' e 'Carrick'.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se trabalha com técnicas para redução do vigor em pereiras, ou até mesmo macieiras, das quais já se tem maior conhecimento, não se espera alterar a produtividade das plantas no ano em que se realiza a técnica, mas sim obter uma melhoria nos anos seguintes, salvo algumas exceções, como acontece nas pereiras em algumas ocasiões em que ocorre uma forte competição por fotoassimilados no início do processo de frutificação, onde o dreno preferencial são os brotos. Neste caso, a redução do crescimento vegetativo nesta fase crítica, direcionaria a partição dos fotoassimilados para os frutos, aumentando a fixação dos mesmos, fato este, que não ocorreu neste experimento.

A baixa produção da cv. Abate Fetel não está relacionado ao excesso de vigor, pois esta possui boa floração, embora não quantificada no experimento. Já na safra 2013/14, a floração desta cv. foi abundante, porém da mesma forma com baixa frutificação efetiva, o que nos faz acreditar em problemas de polinização ou condições climáticas impróprias durante a floração e frutificação (verificados através da ausência ou presença de baixo número de sementes nos frutos), já que a mesma apresenta pouco crescimento vegetativo, não se

enquadrando no caso de competição por fotoassimilados citado acima.

A cv. Carrick possui problemas relacionados ao manejo das plantas, confirmados na escassa floração, sendo que a maior parte das flores concentra-se no topo da planta, onde está exposta à maior iluminação. Os ramos da parte superior são mais vigorosos e causam sombreamento nos ramos basais, inibindo a formação de gemas florais, característica principal do hábito de crescimento acropetal desta espécie. Os tratamentos utilizados não possuem a capacidade de diferenciar seu efeito na base da planta ou no topo, o que poderia ser feito neste caso seria uma aplicação dos produtos químicos direcionados apenas para a parte superior, porém apenas isto provavelmente não seria eficiente. Para uma efetiva melhora na produção, é necessário promover a inversão da arquitetura, para que os ramos superiores sejam sempre menores que os inferiores, através de podas verdes e outras técnicas de manejo como arqueamento de ramos.

Na primeira safra de avaliação do experimento, safra 2012/13, verificou-se um ano atípico para a produção de peras, com elevadas produções nas cvs. Packham's, William's e Red Bartlett. Este excesso de produção pode ter se tornado o dreno preferencial dos fotoassimilados, limitando o crescimento de ramos até mesmo das plantas não tratadas. Evidentemente esta produção foi excessiva, pois na primavera seguinte estas pereiras nem sequer floresceram.

As técnicas de anelamento e corte de tronco podem contribuir para o aumento de produção de peras, no entanto, deve-se evitar a utilização destas técnicas em locais com a presença do cancro europeu das pomáceas (*Nectria galligena* Bress), já que este fungo infecta as plantas através de ferimentos.

O experimento foi interrompido após a colheita dos frutos na safra 2013.14, impossibilitando obter maiores informações. De acordo com o proprietário, a erradicação do pomar ocorreu devido à baixa produtividade, por ser um pomar com mais de 25 anos e da dificuldade de comercialização dos frutos.

4 POLINIZAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO DA PEREIRA ROCHA EM VACARIA - RS

4.1 INTRODUÇÃO

A pereira 'Rocha' necessita de polinização cruzada para produção de frutos, devido à autoincompatibilidade gametofítica existente em muitas cultivares de pereira. Esta autoincompatibilidade limita a autofertilização de flores de uma mesma cultivar, reduzindo a frutificação efetiva (HIRATSUKA; ZHANG, 2002).

Dessa forma, para viabilizar a produção comercial da pereira, é necessário o plantio de duas ou mais cultivares polinizadoras que apresentem período de floração coincidente e pólen compatível com a cultivar de interesse econômico, para que ocorra a polinização (HAWERROTH et al., 2011). Para que a polinização seja eficaz, recomenda-se o uso de duas cultivares polinizadoras bem distribuídas ao longo da linha, de maneira alternada e distanciadas de 20 a 25 m. É necessário também, quando 15 a 20 % das flores da cultivar Rocha estiverem abertas, colocar 5 a 8 colmeias dispersas pelo pomar (SOUSA, 2010).

Alguns fruticultores, devido à incorreta implantação do pomar (ausência de cultivares polinizadoras) ou à falta de agentes polinizadores, têm realizado um número elevado de pulverizações com substâncias químicas ou reguladores de crescimento durante a floração, principalmente com ácido giberélico e auxinas para assegurar a fixação de frutos através de partenocarpia (SOUSA, 2010).

A baixa frutificação efetiva é um dos principais problemas técnicos associados ao cultivo da pereira no Sul do Brasil, determinando baixos índices produtivos à

cultura. Nas condições climáticas do Sul do Brasil, é frequente a baixa sincronização do florescimento entre cultivares, repercutindo em baixa frutificação e irregularidade da produção. Sob tais condições, a frutificação da pereira pode ser maximizada pelo uso de reguladores de crescimento (HAWERROTH et al., 2011).

A frutificação da pereira pode ser maximizada pelo uso de substâncias que reduzem o crescimento vegetativo no início da brotação após o período hibernal, pela diminuição da competição nutricional entre frutos e estruturas vegetativas, de modo a favorecer o direcionamento de assimilados para o aumento da frutificação efetiva (VILARDELL et al., 2008). A fixação dos frutos é um dos principais fatores que determinam a produtividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de frutificação natural da pereira Rocha, identificando a taxa de polinização aberta, partenocárpica e autopolinização, bem como avaliar potenciais técnicas para aumento de frutificação da pereira 'Rocha' enxertada sobre marmeleiro 'BA 29', nas condições edafoclimáticas de Vacaria, RS.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo em empresa comercial, nas safras agrícolas 2014/15 e 2015/16 em Vacaria, RS, com coordenadas geográficas de latitude 28°30' S e longitude 50°56' W, com altitude média de 971 m.

Segundo a classificação de Köppen, o município de Vacaria, apresenta clima do tipo Cfb (clima temperado úmido com verão fresco). Esse tipo climático apresenta precipitação média total de 1 540 mm bem distribuídos em

todos os meses do ano e com verão fresco, sendo a temperatura média dos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) inferior a 19,5 °C e a dos meses mais frios (junho e julho) com temperatura inferior a 10,5 °C. A temperatura máxima média no verão atinge os 26,5 °C e no inverno a temperatura mínima média alcança 5,7°C.

No município de Vacaria, RS, predomina solos do tipo latossolo bruno de baixa fertilidade e o cambissolo húmico de acidez elevada, mal drenado e com afloramentos rochosos superficiais (EMBRAPA, 2013).

Foram utilizadas plantas de pereira europeia da cultivar Rocha enxertadas sobre o portaenxerto de marmeleiro 'BA 29'. A cultivar polinizadora 'Packham's Triumph' encontra-se disposta em filas inteiras, na proporção de uma fila da polinizadora para cada três da cultivar Rocha. A implantação do pomar foi em 2004. O plantio é em média densidade, com espaçamento de 4,00 m entre filas e 1,00 m plantas, totalizando 2 500 plantas por hectare.

As fileiras apresentam-se em direção norte-sul, com plantas conduzidas em líder central, composto por uma estrutura de três fios de arame para o tutoramento.

Os tratos culturais, realizados pela empresa, foram semelhantes para todos os tratamentos: adubação baseada em análise de solo, poda de inverno e arqueamento de ramos, tratamentos fitossanitários, retirada das brotações do portaenxerto e controle de plantas daninhas.

Os tratamentos utilizados foram: T1- polinização natural do pomar (uma fila de 'Packham's' para cada três de 'Rocha'); T2- autopolinização, por meio do ensacamento dos cachos florais com saco de tecido não tecido (TNT); T3 - emasculação e ensacamento sem polinização (para verificar a taxa de partenocarpia natural); T4 - polinização manual com pólen da cv.

Packham's Triumph; T5 - polinização manual com pólen de *Pyrus calleryana*; T6 - pulverização de Thidiazuron (20 mg L⁻¹) (Dropp®) em plena floração; T7 - pulverização com Promalin® (1 L ha⁻¹ em plena floração) + Retain® (1 Kg ha⁻¹ aos 14 dias depois da plena); T8 - ácido giberélico, na dose de 20 mg L⁻¹ e T9 – pulverização de pólen na dose de 0,081g L⁻¹ (no primeiro ano utilizou-se pólen de 'Packham's Triumph' e no segundo ano pólen de *P. calleryana*), utilizando água como veículo, conforme metodologia adaptada por Sakamoto et al. (2009), onde são utilizados 10 % de sacarose com o objetivo de misturar homogeneamente o polén na solução, 1g L⁻¹ de ágar e 0,08 g L⁻¹ de pectina cítrica para manter o pólen sem germinar na solução.

Os tratamentos T6, T7, T8 e T9 foram pulverizados com auxílio de um pulverizador costal motorizado realizados em 26/09/2014, em plena florada, sendo que no T7 o Retain® foi pulverizado em 9/10/14. As condições do climáticas no momento das pulverizações foram de períodos nublados com temperatura em torno de 24°C e umidade relativa de 65%. No segundo ano, estes tratamentos foram aplicados no dia 22/09/2015 e 03/10/2015 com temperatura em torno de 21°C e umidade relativa de 77%. Os dados climáticos foram obtidos de estação meteorológica da própria empresa, instalada no interior do pomar em uma distancia aproximada de 1000 m da área experimental.

a) Extração de pólen de 'Packham's Triumph' e *Pyrus calleryana*

Para a extração de pólen foram realizadas coletas dos botões florais, em estágio de balão conforme escala proposta por Chapman e Catlin (1976), de plantas aleatórias, em idade produtiva. O material foi acondicionado em sacos de papel e transportados até o

laboratório. O número de coleta foi definido com base na quantidade de pólen seco no final do processo, de modo que fosse armazenado pólen suficiente para os tratamentos com polinização manual e para o tratamento de pulverização, no caso específico do pólen da cv. Packham's Triumph. O material seco foi devidamente identificado conforme data de coleta, data de armazenagem, nome da cultivar e local.

b) Teste de germinação do grão de pólen *in vitro*

O teste da capacidade germinativa dos grãos de pólen foi realizado em meio de cultura composto de 100 g L⁻¹ de sacarose e 10 g L⁻¹ de ágar. O volume foi completado com água destilada e após a diluição da sacarose, o meio foi geleificado com ágar e aquecido em forno de microondas, próximo do ponto de ebulição. O meio foi distribuído em lâminas de vidro adaptadas, com dois anéis de PVC diâmetro interno de 14 mm, para a observação em microscópio óptico. A quantidade de meio de cultura utilizada foi de aproximadamente 160 µL em cada anel.

Para a distribuição homogênea dos grãos de pólen foi utilizado um pincel, de nº5, para que o pólen fosse aspergido sobre a superfície do meio de cultura nos anéis de PVC da lâmina. Em seguida, as lâminas foram colocadas em placas de Petri, com duas folhas de papel absorvente umedecido no fundo, simulando uma câmara úmida. As lâminas foram colocadas em incubadora tipo BOD, em temperatura de 22 ± 2°C por um período de 4 horas para a germinação dos grãos de pólen *in vitro*.

A avaliação da porcentagem de grãos de pólen germinados foi realizada por meio da observação em microscópio óptico (10x100), e foram considerados germinados os grãos de pólen que apresentaram o comprimento do tubo polínico igual ou superior ao

diâmetro do próprio grão de pólen. A contagem dos campos de visão do microscópio foi feita até alcançada a soma de 100 grãos de pólen entre germinados e não germinados.

c) Frutificação efetiva

A frutificação efetiva foi realizada em inflorescências marcadas, através da multiplicação do número de frutos no momento da colheita por 100, dividido pelo número de flores contadas no momento da floração. Nos tratamentos de autopolinização, partenocarpia natural, e polinização manual foram consideradas 2 flores por inflorescência, nos demais tratamentos considerou-se 6 flores por inflorescência.

d) Produtividade estimada

Nos tratamentos 2, 3, 4 e 5, as quais foram realizados os tratamentos em uma parte amostrada da planta, foram colhidos os frutos destes ramos tratados para obtenção do peso médio. Através da frutificação efetiva, do número total de cachos florais por planta, peso médio de frutos e densidade de plantio, foi estimado a produtividade.

Já nas pereiras que receberam o tratamento em planta inteira, tratamentos 1, 6, 7, 8 e 9, foram colhidos e pesados todos os frutos da planta e os valores multiplicados pela densidade de plantio para a estimativa de produtividade.

Todos os frutos colhidos foram classificados em pequeno, médio e grande em relação ao diâmetro, foram considerados frutos pequenos os frutos com diâmetro menor de 55 mm, médio com diâmetro entre 55 e 70 mm, e grandes com diâmetro superior a 70 mm.

Devido a heterogeneidade das plantas, onde parcelas tinham o dobro de flores do que outras, efetuou-

se ajuste dos parâmetros produtivos número de frutos por planta e produtividade estimada através de regra de três considerando que todas as plantas tivessem o mesmo número de flores que as plantas testemunhas.

e) Qualidade físico-química dos frutos

No momento da colheita foram coletadas amostras de 10 frutos por parcela para posterior análises de firmeza de polpa, sólidos solúveis, número de sementes completas e índice de deformação.

f) Retorno de floração

Foram amostrados 4 ramos por planta, próximo ao estágio de plena floração, onde foram contados o número total de gemas apicais (em brindilas e esporões) e o número de gemas florais. A porcentagem de retorno de floração é igual ao (número de gemas florais dividido pelo total de gemas) multiplicados por 100.

g) Delineamento experimental

O experimento foi realizado em quatro blocos casualizados, com nove tratamentos, cinco plantas por parcela. Em cada parcela foram marcadas 60 inflorescências sendo deixados dois botões florais, em estágio balão, para os tratamentos: T2, T3, T4 e T5. Nos demais tratamentos a inflorescências continham em média 6 flores.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias, pelo teste de Scott-knott, à 5% de probabilidade de erro, através do programa computacional Sisvar versão 5.3. Os dados em porcentagem foram transformados para arco seno da raiz quadrada do valor expresso em porcentagem dividido por 100 ($\arcseno(\sqrt{x})/100$).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas durante o florescimento da pereira Rocha, na safra de 2014, foram desfavoráveis ao processo de frutificação. No início do florescimento houve três dias consecutivos com chuvas que variaram de 25 a 80 mm por dia, seguidos de dias nublados com temperatura média em torno de 10 °C até novamente outra chuva de aproximadamente 12 mm, dois dias após a plena floração. As temperaturas baixas juntamente com os dias chuvosos diminuem e em muitos casos até restringem a atividade dos insetos polinizadores, conseqüentemente diminuem a polinização e a frutificação. Mesmo havendo o contato de pólen com o estigma das flores da pereira, as temperaturas baixas prejudicam o desenvolvimento do tubo polínico. Contudo, não houve a ocorrência de geadas no período de florescimento das pereiras 'Rocha', fator também desfavorável ao processo de frutificação. As condições climáticas durante o florescimento da pereira Rocha podem ser observadas na figura 3.

Por outro lado, no ciclo 2015/16 o clima foi extremamente prejudicial à frutificação natural da pereira Rocha, como pode ser observado na figura 4. No início do florescimento ocorreu quatro dias consecutivos com precipitações superiores à 40 mm por dia, seguido de apenas dois dias sem chuva no período em que coincidiu com a plena floração. A temperatura média variou de 16,5 a 22,5°C durante a floração. Além da precipitação, outro fator prejudicial ao processo de frutificação ocorreu nos dias 12 e 13 de setembro, intensa geada que queimou o pistilo das flores que ainda encontravam-se nos estágios iniciais de brotação, como pode ser visto na figura 3.

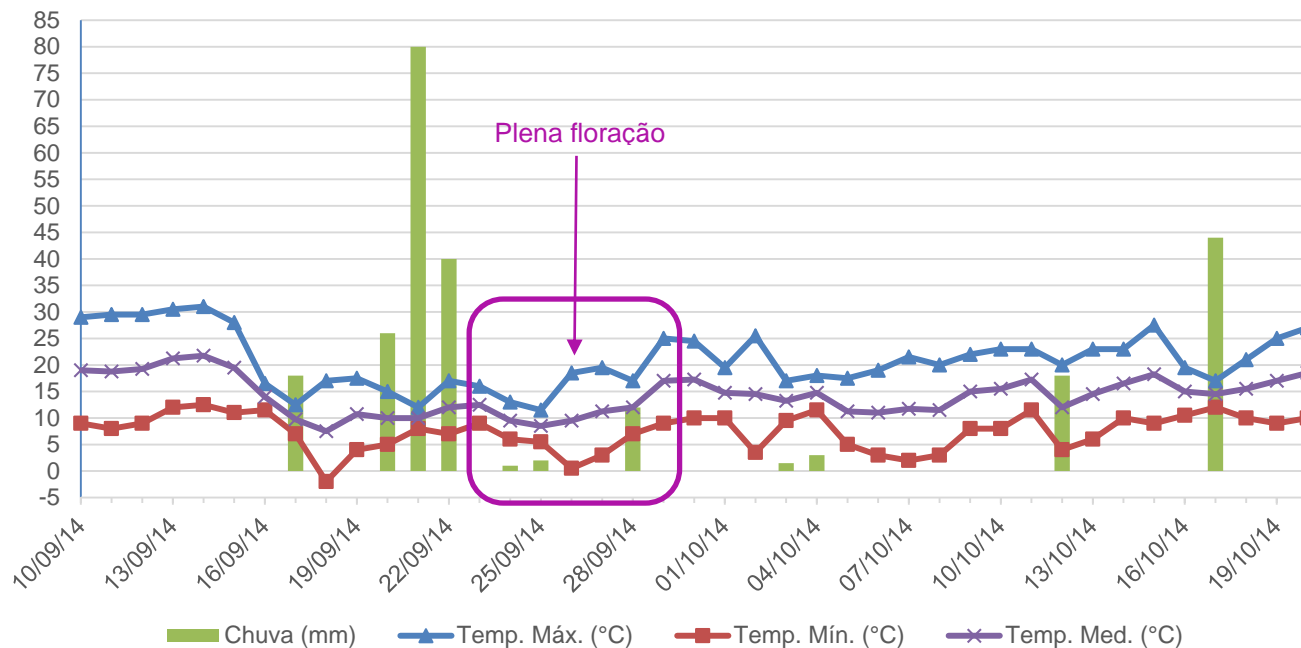


Figura 3 - Temperaturas máximas, médias, mínimas e precipitação pluviométrica diária durante o início da safra 2014/15, Vacaria, RS.

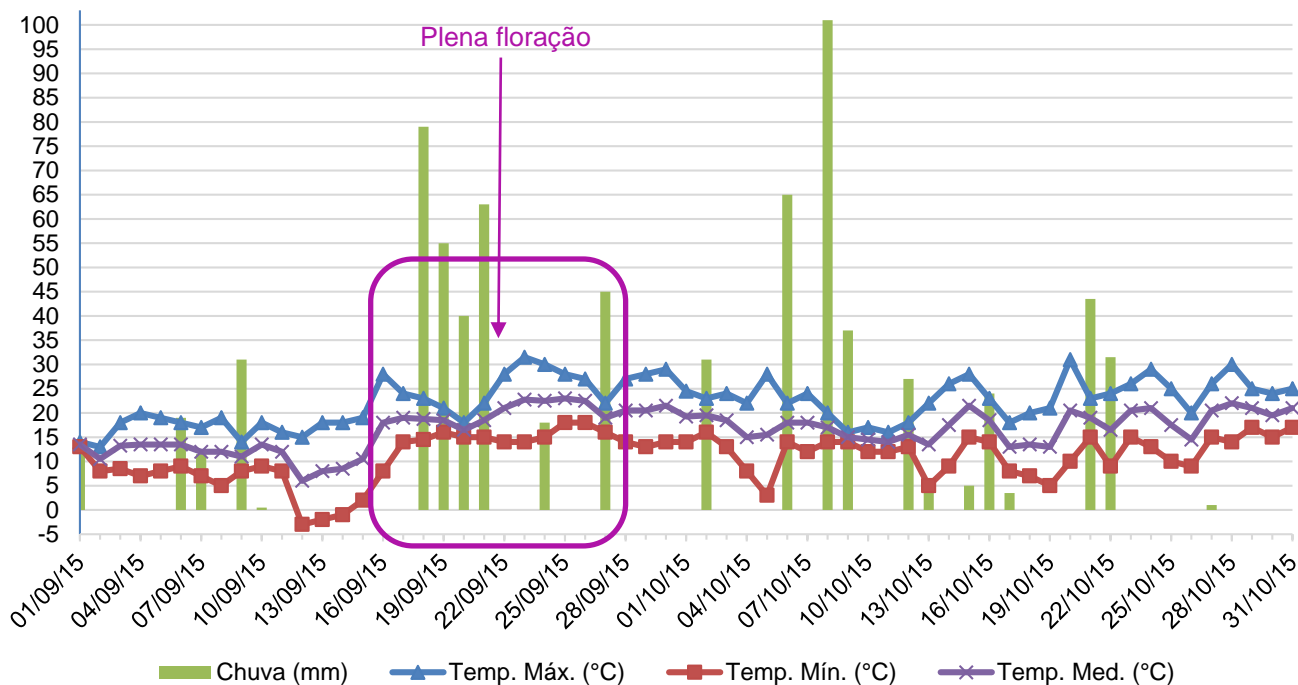


Figura 4 - Temperaturas máximas, médias, mínimas e precipitação pluviométrica diária durante o início da safra 2015/16, Vacaria, RS.

Em função destes danos ocasionados pela geada, a empresa realizou pulverização de Promalin® (2 L ha⁻¹) na tentativa de induzir a frutificação partenocárpica e salvar a produção. Esta pulverização foi realizada em todo o pomar, mascarando o resultado das plantas testemunhas (polinização aberta) e também do tratamento de pulverização de pólen de *P. calleryana* via água. Isto foi verificado pela elevada produção de frutos, em que todos os frutos amostrados não apresentavam sementes. Com isso, optou-se por não realizar a colheita de frutos destes tratamentos.



Figura 5 - Danos em pistilos de flores de pereira ‘Rocha’ ocasionados por geada.

A floração das pereiras ‘Rocha’ na safra de 2014/15 foi considerada moderada, em média 80 inflorescências por planta. Fato este que exige maior taxa de frutificação efetiva para boas produtividades. A taxa de frutificação efetiva da polinização aberta foi de 11,4% ocasionando

uma produtividade estimada de 11 toneladas por hectare. Destes 11,4% de frutificação efetiva, pode-se considerar 2,3 % de frutificação através de partenocarpia natural e 6,9% de autopolinização. A frutificação das pereiras Rocha não foi limitada pelas condições climáticas, embora estas tenham sido prejudiciais. Este fato deve-se às elevadas taxas de frutificação efetiva nas inflorescências polinizadas manualmente com pólen das pereiras 'Packham's Triumph' e *Pyrus calleryana*, as quais apresentaram a frutificação de 46 e 53,1% respectivamente (Tabela 19). O número de sementes por fruto foi baixo em todos os tratamentos, 1 semente por fruto nas plantas polinizadas abertamente, 1,6 e 2,7 sementes por fruto nas plantas polinizadas manualmente com pólen de 'Packham's' e *P. calleryana* (Tabela 20). Estas informações evidenciam a deficiência de polinização nas pereiras Rocha.

Além da maior taxa de frutificação efetiva e consequente maior produtividade nas plantas polinizadas manualmente, verificou-se também maior peso médio de frutos, 20 a 30 gramas mais pesados que os frutos colhidos nas plantas de polinização aberta. Também verificou-se nestes tratamentos o aumento na porcentagem de frutos com diâmetro superior à 70 mm (Tabelas 19 e 20).

A pulverização do pólen de 'Packham's Triumph' via água não foi eficiente no aumento da frutificação, provavelmente o pólen perdeu a viabilidade na solução por falhas na metodologia de aplicação. Sakamoto et al. (2009) estudaram produtos e concentrações de coadjuvantes à calda para manter o pólen viável na solução, entre eles, sacarose para melhorar a mistura do pólen na solução e ágar para manter o pólen sem germinar até que atingisse o estigma das flores. Nesta safra a solução foi preparada utilizando apenas água,

sacarose e pólen, embora a mistura tenha ocorrido no momento da aplicação, o pólen deve ter germinado e perdido sua viabilidade antes de chegar ao estigma. Sakamoto et al. (2009) ressaltam que a pulverização de pólen via água para melhorar a polinização em pereiras é eficiente, mas o maior desafio desta técnica é manter o pólen sem germinar antes que ele atinja o estigma das flores.

A aplicação de TDZ 20 mg L^{-1} aumentou a frutificação efetiva e dobrou a produtividade estimada das plantas para 21,4 toneladas por hectare. Neste tratamento também verificou-se maior peso médio e diâmetro de frutos, sem alterar deformação dos mesmos (Tabela 19).

Tabela 19 – Porcentagem de retorno de florada, frutificação efetiva, produtividade e massa média de peras ‘Rocha’, na safra 2014/15, Vacaria, RS.

Tratamentos	Frutificação efetiva (%)		Fruto planta ⁻¹		Produtividade (t ha ⁻¹)		Massa média de frutos (g)	
Polinização livre	11,4	c	36	d	11,0	c	121	b
Autopolinização	6,9	d	27	d	7,9	c	121	b
Partenocarpia natural	2,3	e	9	e	2,7	c	121	b
Polinização manual - Packham's	46,0	a	178	b	66,7	a	150	a
Polinização manual - <i>P. calleryana</i>	53,1	a	205	a	72,9	a	141	a
Thidiazuron 20 mg L ⁻¹	20,4	b	64	c	22,6	b	141	a
Promalin + Retain	13,8	c	38	d	10,2	c	110	b
Ácido Giberélico 20 mg L ⁻¹	12,1	c	47	c	16,0	b	137	a
Pólen de Packham's via água	9,0	c	32	d	10,1	c	137	a
C.V. (%)	12,2		19,5		19,3		10,5	

*Atribui-se nota 1 para frutos com formato normal, 2 pouco deformado, 3 deformado e 4 muito deformado.

**Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott Knott à 5% de probabilidade de erro.

Tabela 20 – Características físico-químicas e porcentagem de peras ‘Rocha’ em diferentes classes de diâmetro, safra 2014/15.

Tratamentos	% diâmetro						Firmeza de Polpa (lb)		Sól. Solúveis (°brix)		Sementes fruto ⁻¹	
	< 55mm	55 - 70 mm	> 70 mm									
Polinização livre	16	ns	75	ns	8	b	14,3	a	11,5	ns	1,0	b
Autopolinização	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Partenocarpia natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polinização manual - Packham's	11		63		25	a	13,2	b	11,1		1,6	a
Polinização manual - <i>P. calleryana</i>	14		72		15	a	12,9	b	11,3		2,7	a
Thidiazuron 20 mg L ⁻¹	7		79		14	a	12,6	b	11,3		0,7	b
Promalin + Retain	18		77		5	b	13,3	b	11,2		0,3	b
Ácido Giberélico 20 mg L ⁻¹	6		85		8	b	13,1	b	11,2		0,7	b
Pólen de Packham's via água	16		76		8	b	13,7	a	11,3		0,8	b
C.V. (%)	53,8		13,8		35,6		4,9		3,5			

*Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott Knott à 5% de probabilidade de erro.

**ns – não significativo

Tabela 21 – Porcentagem de peras ‘Rocha’ em diferentes classes de deformação, safra 2014/15.

Tratamentos	Índice de deformação* (% de frutos)							
	1		2		3		4	
Polinização livre	59	a	35	b	3	a	4	ns
Autopolinização	-		-		-		-	
Partenocarpia natural	-		-		-		-	
Polinização manual - Packham's	-		-		-		-	
Polinização manual - <i>P. calleryana</i>	-		-		-		-	
Thidiazuron 20 mg L ⁻¹	40	b	31	b	19	b	8	
Promalin + Retain	29	b	55	a	14	b	3	
Ácido Giberélico 20 mg L ⁻¹	38	b	38	b	23	b	3	
Pólen de Packham's via água	31	b	33	b	21	b	5	
C.V. (%)	53,8		13,8		35,6		4,9	

*Atribui-se nota 1 para frutos com formato normal, 2 pouco deformado, 3 deformado e 4 muito deformado.

**Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott Knott à 5% de probabilidade de erro.

***ns – não significativo

Não houve diferença na porcentagem de retorno de floração (em torno de 30% de gemas florais) na safra 2015/16 nas plantas pulverizadas com os diferentes tratamentos no ano anterior. Ainda, a intensidade de floração foi maior em relação ao ano anterior, em média 137 cachos florais por planta.

Novamente verificou-se baixa taxa de autopolinização (6,1%) e partenocarpia natural (4,2%), corroborando com Silva (2001) que descreve que a pereira 'Rocha' não é capaz de provocar produções suficientes, para a rentabilidade econômica de um pomar, através apenas da autopolinização e partenocarpia natural.

Através da elevada taxa de frutificação efetiva (30%) nos cachos florais polinizados manualmente com pólen de 'Packham's Triumph', evidenciam novamente nesta safra que, embora as condições climáticas tenham sido desfavoráveis ao processo de polinização e frutificação da pereira 'Rocha', estas condições foram fatores limitantes a fecundação mas não a frutificação, mas afetaram de forma significativa o tamanho de frutos, originando frutos pequenos com 71 g em média. Ao contrário da primeira safra, a polinização manual com pólen de *P. calleryana* apresentou baixa frutificação efetiva (2,7%).

Todos os tratamentos de fitorreguladores aumentaram a frutificação efetiva durante a safra 2015/16, quando comparados à taxa de autopolinização e partenocarpia natural. É importante ressaltar, que além dos tratamentos experimentais soma-se mais uma pulverização de Promalin® (2 L ha⁻¹). As plantas tratadas com os fitorreguladores, independente de qual, obtiveram frutificação efetiva entre 12 e 13,9 %, originando uma produtividade estimada em torno de 37 toneladas por

hectare. Além disto, proporcionaram os frutos de mais peso médio, variando de 101 a 109 gramas (Tabela 22).

Fitorreguladores a base e/ou que agem como giberelinas e citocininas estimulam diferentes processos metabólicos e fisiológicos das plantas, como a divisão e diferenciação celular, podendo assim propiciar aumento na frutificação efetiva, na produção, na qualidade e no tamanho final dos frutos. O uso do ácido giberélico é indicado no manejo de pereiras (SILVA, 2001; VERCAMMEN; GOMAND, 2008), sendo a substância mais utilizada na indução da formação de frutas partenocárpicas (LAFER, 2008), visto que a aplicação desse composto na floração substitui o papel ativo das sementes que abortam devido a condições climáticas adversas ou de falta de polinização (SILVA, 2001).

O thidiazuron (N-fenil-N-1,2,3-tidiazol-5-tiureia) é uma citocinina sintética, cuja aplicação no florescimento pode proporcionar aumento da frutificação efetiva de macieiras e pereiras (PETRI et al., 2001; TAVARES, 2002). Segundo Wertheim e Webster (2005), a aplicação de substâncias como o thidiazuron e o ácido giberélico estimulam a divisão celular e o aumento do tamanho das células, promovendo o crescimento dos frutos e minimizando os efeitos do etileno na abscisão de frutos.

Com relação à porcentagem de frutos nas classes de diâmetros, na safra 2014/15, verificou-se diferença apenas na classe de frutos maiores que 70 mm, com maior porcentagem de frutos nesta classe quando oriundos de polinização ou partenocarpicamente induzidos por thidiazuron (Tabela 20). Já na safra 2015/16, verificou-se diferença nas classes menor que 55 mm (pequenos) e entre 55 e 70 mm (médios), onde a porcentagem de frutos pequenos foi menor e frutos médios foi maior quando oriundos de polinização com

pólen de *P. calleryana* ou provenientes de pereiras tratadas com os fitorreguladores.

Nas características químicas dos frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis, houve uma pequena diferença apenas na firmeza de polpa na primeira safra em estudo, onde os frutos provenientes de polinização aberta e polinização com pólen de Packham's via água apresentaram firmeza de polpa de 0,5 a 1,7 libras.cm⁻² superior aos demais tratamentos (Tabela 23).

Na primeira safra em estudo verificou-se maior níveis de deformação de frutos provenientes de plantas tratadas com fitorreguladores e também com pulverização de pólen via água (Tabela 21). No segundo ano não houve diferença entre os tratamentos, mas é importante ressaltar as adversidades climáticas, as quais interferem diretamente no desenvolvimento e no formato dos frutos (Tabela 24). Silva (2001) cita a mudança na forma das peras é um indicativo do uso de fitorreguladores, e quando os níveis de deformação são elevados o consumidor pode rejeitar-se a comprar o frutos pois fica evidente a suspeita do uso exagerado de fitorreguladores.

Tabela 22 – Porcentagem de retorno de florada, frutificação efetiva, produtividade e massa média de peras ‘Rocha’, na safra 2015/16, Vacaria, RS.

Tratamentos	Retorno de florada (% gemas floríferas)		Frutificação efetiva (%)		Fruto planta ⁻¹		Produtividade e (t ha ⁻¹)		Massa média de frutos (g)	
Polinização livre	30	ns	-	c	-	c	-	c	-	
Autopolinização			6,1	c	50	c	11,8	c	-	
Partenocarpia natural			4,2	c	34	c	6,7	c	88	b
Polinização manual - Packham's			30,0	a	246	a	49,9	a	71	b
Polinização manual - <i>P. calleryana</i>			2,7	c	23	c	5,0	c	82	b
Thidiazuron 20 mg L ⁻¹	24		12,8	b	128	b	37,5	b	101	a
Promalin + Retain	29		13,9	b	146	b	37,7	b	119	a
Ácido Giberélico 20 mg L ⁻¹	28		12,0	b	150	b	36,8	b	103	a
Pólen de Packham's via água	33		-		-		-		-	
C.V. (%)	15,0		13,8		31,2		17,8		17,6	

*Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott Knott à 5% de probabilidade de erro.

**ns – não significativo

Tabela 23 – Características físico-químicas e porcentagem de peras ‘Rocha’ em diferentes classes de diâmetro, safra 2015/16.

Tratamentos	% diâmetro					Firmeza de Polpa (lb.0,5cm ⁻²)	Sól. Solúveis (°brix)	Sementes fruto ⁻¹					
	< 55mm	55 - 70 mm	> 70 mm										
Polinização livre	-	-	-	-	-	-	-	-					
Autopolinização	71	b	29	b	0	ns	19.4	ns	9.3	ns	0.0	b	ns
Partenocarpia natural	81	b	19	b	0		20.0		9.6		0.0	b	
Polinização manual - Packham's	66	b	33	b	1		17.5		9.6		1.6	a	
Polinização manual - <i>P. calleryana</i>	35	a	65	a	0		18.5		9.5		0.0	b	
Thidiazuron 20 mg L ⁻¹	31	a	69	a	0		18.7		10.5		0.0	b	
Promalin + Retain	49	a	51	a	0		19.2		10.1		0.0	b	
Ácido Giberélico 20 mg L ⁻¹	46	a	54	a	0		19.4		9.5		0.1	b	
C.V. (%)	32		25		529		8.2		6.3		121.1		

*Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott Knott à 5% de probabilidade de erro.

**ns – não significativo

Tabela 24 – Porcentagem de peras ‘Rocha’ em diferentes classes de deformação, safra 2015/16.

Tratamentos	Índice de deformação (% de frutos)							
	1		2		3		4	
Polinização livre	-		-		-		-	
Autopolinização	0	ns	23	ns	58	ns	20	ns
Partenocarpia natural	0		61		39		0	
Polinização manual - Packham's	10		50		40		0	
Polinização manual - <i>P.</i> <i>calleryana</i>	0		52		48		0	
Thidiazuron 20 mg L ⁻¹	3		40		45		13	
Promalin + Retain	0		30		63		8	
Ácido Giberélico 20 mg L ⁻¹	5		53		35		8	
C.V. (%)	211,5		38,9		39,0		129,2	

*Atribui-se nota 1 para frutos com formato normal, 2 pouco deformado, 3 deformado e 4 muito deformado.

**Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott Knott à 5% de probabilidade de erro.

***ns – não significativo

4.4 CONCLUSÕES

As taxas naturais de autopolinização e partenocarpia são baixas e não asseguram produções comercialmente rentáveis.

As condições climáticas durante a floração, embora não favoráveis, permitem a fecundação e frutificação da pereira Rocha nas condições de estudo.

A pulverização de thidiazuron (20 mg L^{-1}) aumenta a frutificação efetiva e a produtividade da pereira Rocha.

Pólen de *Pyrus calleryana* é compatível de polinização da pereira 'Rocha'.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de peras partenocárpicas de forma natural, ou seja, sem que haja fecundação e formação da semente, fica restrita à poucas cultivares e poucas condições climáticas, como por exemplo, a cultivar William's cultivada no estado da Califórnia, Estados Unidos. Salvo estas poucas exceções, as pereiras obrigatoriamente necessitam da polinização cruzada para produção de frutos. Diversos fatores controlam este processo de polinização e frutificação, os quais destacam-se: presença de cultivares polinizadoras em adequada proporção; disposição das plantas polinizadoras (em blocos ou intercaladas nas filas); coincidência de floração entre cvs. polinizadoras e produtoras; compatibilidade gametofítica; condições climáticas favoráveis no momento da floração e presença de insetos polinizadores.

Em muitos pomares brasileiros verifica-se baixas produções de peras em função de polinização deficiente,

normalmente decorrentes de um ou mais dos fatores supracitados. Para a cultivar Rocha, utiliza-se diferentes cultivares como polinizadoras dependendo do local de cultivo, sendo as cultivares Packham's Triumph e Houssui as mais utilizadas nos pomares brasileiros. Estas cultivares nem sempre coincidem a floração e ainda, a cv. Packham's Triumph é semi compatível com a cv. Rocha por apresentar o mesmo alelo S101. Uma alternativa para melhorar a polinização da pereira 'Rocha', seria estudar o comportamento de outras cultivares de pereiras já utilizadas como polinizadoras da 'Rocha' em outros locais de cultivo, como por exemplo, as cvs. Carapinheira, Precoce Morettini, Clapp's Favorite e Passe Crassane. O plantio das polinizadoras devem ser intercaladas na fila, não espaçadas mais que 20 m, para aumentar a eficiência da polinização.

Mesmo com a implantação de cultivares polinizadoras compatíveis, dispostas intercaladas nas filas, com coincidência de floração, presença de número suficiente de insetos polinizadoras (6 a 8 colmeias por ha), adversidades climáticas podem se tornarem um impedimento ao processo de fecundação e frutificação das pereiras e, a utilização de fitorreguladores podem ser uma ferramenta fundamental para assegurar a produção. Destacando os produtos à base de giberelinas e citocininas, devendo-se estudar a dose e o momento de aplicação adequado para cada situação.

5 DIFFERENCES IN PHENOLOGICAL DEVELOPMENT DURING PEAR BLOOM AND EARLY FRUIT SET DUE TO INTERRUPTIONS IN WINTER CHILLING

5.1 INTRODUCTION

The climate changes has received much attention from the scientists the world over as can be seen in some of the recent reviews on the subject (MORISON; MORECROFT 2006; KALLARACKAL; ROBY 2012; KALLARACKAL; RENUKA 2014). Global climate change is expected to produce increased carbon dioxide levels in the atmosphere, higher temperatures, aberrant precipitation patterns and a host of other climatic changes that would affect all life on this planet.

Climate simulations for California predict that a doubling of preindustrial CO₂ levels, from 280 to 560 ppm, will produce up to a 3 to 4°C warming (HAYHOE et al. 2004; IZAURRALDE et al. 2003; SNYDER et al. 2002). According to Baldocchi and Wong (2008) are expected to lose between 3 and 4.5 chilling hours per year in California due to climate change.

Guo et al. 2014 describes climate change affected the rates of chilling and heat accumulation, which are vital for flowering and production of temperate fruit trees. All economically important fruit and nut tree species that originated from temperate and cool subtropical regions have chilling requirements that needs to be fulfilled each winter to ensure homogeneous flowering and fruit set, and generate economically sufficient yields (WESTWOOD 1982, LUEDELING et al. 2009 a; LUEDELING; BROWN 2011). Reduced winter chill is likely to have the most severe consequences for fruit production (LUEDELING et al. 2011; DARBYSHIRE et al. 2013). This chronic and steady reduction in winter chilling is expected to have

deleterious economic impact on fruit and nut production in California, USA by the end of the 21st Century.

Baldocchi and Wong (2008) computed trends in accumulated European pear chilling hours and chilling degree-hours in Central Valley and Coastal Valleys in California. The authors tested the hypothesis that global warming is in motion in California and it is causing accumulated winter chilling to decrease across the fruit growing regions of California. They found that the annual accumulation of winter chilling hours and chilling degree hours is diminishing across the fruit regions of California and observed trends in winter chilling range between – 50 and – 269 chilling hours per decade (BALDOCCHI; WONG 2008). Predicted rates of reduced winter chilling, for the period between 1950 and 2100, are approximately – 40 h per decade. By the end of the 21st century, orchards in California are expected to experience less than 500 chill hours per winter.

On a global scale, it is likely that most other growing regions of subtropical fruit and nut trees with chilling requirements will be similarly affected by declining winter chilling (LUEDELING et al., 2009 a)

Because dormancy is a mechanism for the correct adaptation of plant phenology to unfavorable climatic conditions, changes in climatic conditions may affect the dormancy cycle and, consequently, the overall plant phenology. Variation in a crop's phenology may have negative implications. The timing of seasonal events in plants is changing across Europe due to changes in climate conditions. For instance, 78% of leaf unfolding and flowering records show trends towards advancement in Europe (FEEHAN et al., 2009). Advanced flowering has been found in different fruit tree crops, such as olive in the Mediterranean basin (ORLANDI et al., 2010; PEREZ-

LOPEZ et al., 2008) and apple and pear in France and Switzerland (GUEDON; LEGAVE, 2008).

Phenological observations in the temperate regions have shown that the bud break, flowering and fruiting in most fruit trees have advanced by several days. However, very few observations are available with regard to yield increase or decrease. An important constraint due to climate change is the reduction in winter chill especially in the temperate and subtropics. Most fruit crops require a definite number of chilling hours for proper flowering and fruiting. Available studies show that there has been considerable reduction in the past for the winter chilling hours according to Fernando Ramírez and Jose Kallarackal (2015).

Changes in the timing of the phenophases of fruit trees or field crops could be of great economic importance, because they could have direct impacts on yield formation processes and so on the final crop yield (CHMIELEWSKI et al. 2004).

Based on a large number of observations on the phenology, there is reason to believe that the flowering and fruiting of most species have advanced by quite a few days, but with variations in different crops and on different continents. The chilling hours have also grown shorter in many regions, causing considerable reductions in yield for several species.

This study aimed to observe the effects of low chill accumulation in European pear cultivars 'Tosca', 'Carmen', 'Norma', 'Bartlett', 'Golden Russet Bosc', and 'Abate Fetel' on bloom progression, fruit growth and fruit quality on the north- versus south-facing sides of trees cultivated in California, United States of America.

5.2 MATERIAL AND METHODS

The trial was conducted during the 2014 season in a commercial pear orchard near Kelseyville, Lake County, California, to assess effects of low chill accumulation on the European pear cultivars Tosca/*P. betulaefolia*, Carmen/OHxF97, Norma/OHxF97 and *P. betulaefolia*, Bartlett/*P. betulaefolia*, Golden Russet Bosc (GR)/OHxF97, and Abate Fetel/OHxF69. Was counted the number of flower clusters in each phenology stage weekly, according to methodology proposed by Elkins et al. (2007) (Figure 6), to see the bloom progression in three weeks and the fruit growth was measured after fruit set until the harvest, where the total number of fruit was counted to calculate fruit set. At the harvest was collected a sample of twenty fruits from each side of the tree to evaluate fruit weight, flesh firmness and soluble solids concentration. All the data was obtained on the north- versus south-facing sides of trees were compared.

There were five replicates of one plant for each cultivar, with the exception of Tosca with only two replicates.

5.3 RESULTS AND DISCUSSION

The phenological data are presented on the Table 25, 26 and 27. No phenological differences were found in 'Norma', while 'GR Bosc' and 'Carmen' showed the most pronounced differences. For 'GR Bosc', 57% of flower clusters were in full bloom on the north side, versus only 37% on the south side, on the first assessment date (April 8, 2014). On April 14 and 21, 21% of flower clusters on the north side were more advanced on the north than on the south. For 'Carmen', 50% of the flower clusters on the

north were between 50% open flowers and full bloom on April 8, while on the south side 60% were still in the white bloom (“popcorn”) and late finger stages. On April 21, 58% of the flower clusters on the north were in fruit set while on the south side just 28% (Table 27).

The north sides of other cultivars also exhibited increased percentages of later flowering stages on the north: ‘Tosca’ (40%), ‘Bartlett’ (30%), and ‘Abate Fetel’ (18%). These phenological differences can be easily observed on the Figure 7. Subsequently, fruits originating from earlier developing flower clusters on were 2.5 to 5.6 mm larger in diameter than fruits of later developing flower clusters (Figure 8). Differences in bloom and fruiting phenology can be related to the cancellation of chill accumulation due to a warming trend in January in which cold nights were offset by abnormally warm temperatures during the day.

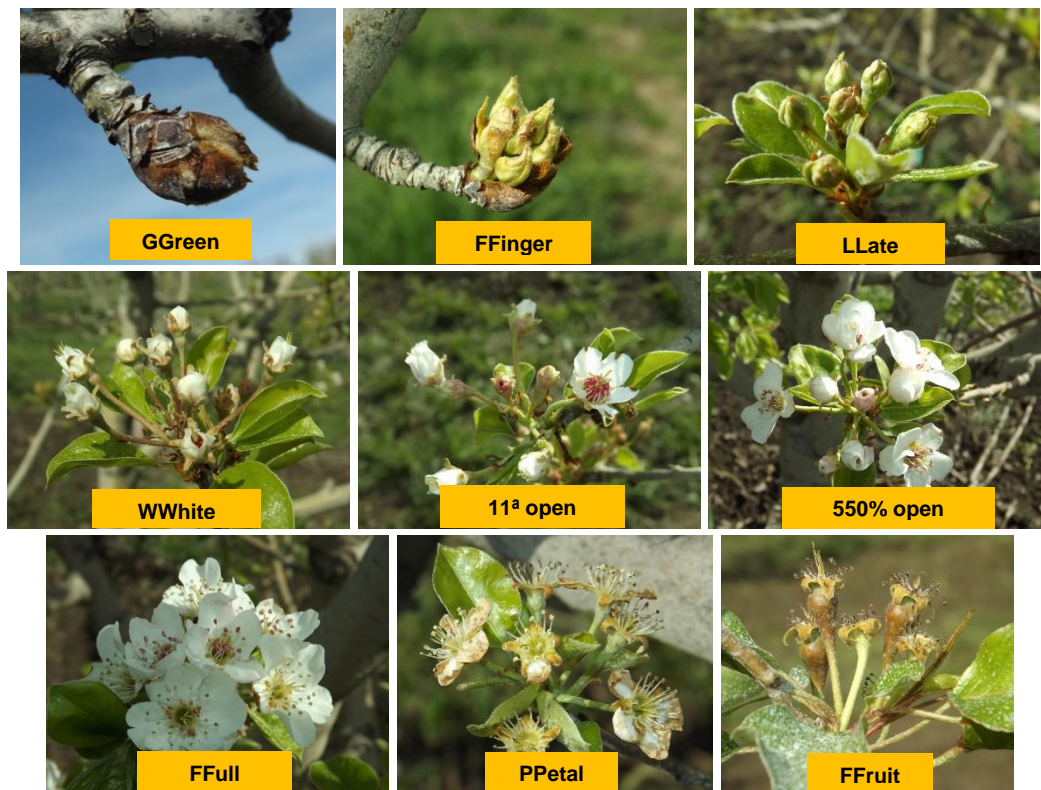


Figure 6 - Bloom and fruit set stages of 'William's' pear.

Table 25 - Percentage of floral clusters of pear trees at different phenology stages, Kelseyville, CA, USA, April 8th 2014.

April 8 th										
Cultivar	Rootstock	Position	Fruit Set	Petal Fall	Full Bloom	50% Open	1 ^o Flower	White bloom	Late Finger	Finger Bud
Tosca	Betulaefolia	N	9	70	21	0	0	0	0	0
		S	0	31	46	23	0	0	0	0
Carmen	OhxF 97/Bet	N	0	1	28	18	9	11	29	5
		S	0	0	12	13	9	20	43	3
Norma	OhxF 97	N	0	0	3	6	2	4	82	2
		S	0	0	3	4	2	3	81	8
Norma	Betulaefolia	N	0	0	7	9	8	8	67	1
		S	0	0	12	7	3	8	66	4
Bartlett	Betulaefolia	N	0	53	44	2	0	0	1	0
		S	0	23	56	12	2	2	4	0
Abate	OHxF 69	N	3	52	33	7	1	2	0	1
		S	1	44	36	11	1	1	4	2
Bosc	OHxF 97	N	0	0	57	19	4	14	7	0
		S	0	0	37	9	8	16	29	0

Table 26 - Percentage of floral clusters of pear trees at different phenology stages, Kelseyville, CA, USA, April 14th 2014.

April 14th										
Cultivar	Rootstock	Position	Fruit Set	Petal Fall	Full Bloom	50% Open	1 ^o Flower	White bloom	Late Finger	Finger Bud
Tosca	Betulaefolia	N	14	86	0	0	0	0	0	0
		S	5	95	0	0	0	0	0	0
Carmen	OHxF 97/Bet	N	11	46	36	3	2	0	1	0
		S	4	33	52	6	2	2	2	0
Norma	OHxF 97	N	1	13	78	3	1	3	0	0
		S	1	7	71	10	3	7	2	0
Norma	Betulaefolia	N	1	9	73	8	3	5	1	0
		S	4	8	66	14	3	4	1	0
Bartlett	Betulaefolia	N	64	33	2	1	0	0	0	0
		S	35	58	7	0	0	0	0	0
Abate	OHxF 69	N	29	66	4	0	0	0	0	0
		S	14	72	13	1	0	0	0	0
Bosc	OHxF 97	N	25	63	12	0	0	0	0	0
		S	16	43	39	0	0	2	0	0

Table 27 - Percentage of floral clusters of pear trees at different phenology stages, Kelseyville, CA, USA, April 21th 2014.

April 21th										
Cultivar	Rootstock	Position	Fruit Set	Petal Fall	Full Bloom	50% Open	1 ^o Flower	White bloom	Late Finger	Finger Bud
Tosca	Betulaefolia	N	96	4	0	0	0	0	0	0
		S	94	6	0	0	0	0	0	0
Carmen	OHxF 97/Bet	N	58	42	0	0	0	0	0	0
		S	28	72	0	0	0	0	0	0
Norma	OHxF 97	N	17	83	0	0	0	0	0	0
		S	11	89	0	0	0	0	0	0
Norma	Betulaefolia	N	16	83	1	0	0	0	0	0
		S	15	83	2	0	0	0	0	0
Bartlett	Betulaefolia	N	97	3	0	0	0	0	0	0
		S	90	10	0	0	0	0	0	0
Abate	OHxF 69	N	82	18	0	0	0	0	0	0
		S	70	30	0	0	0	0	0	0
Bosc	OHxF 97	N	86	14	0	0	0	0	0	0
		S	63	37	0	0	0	0	0	0

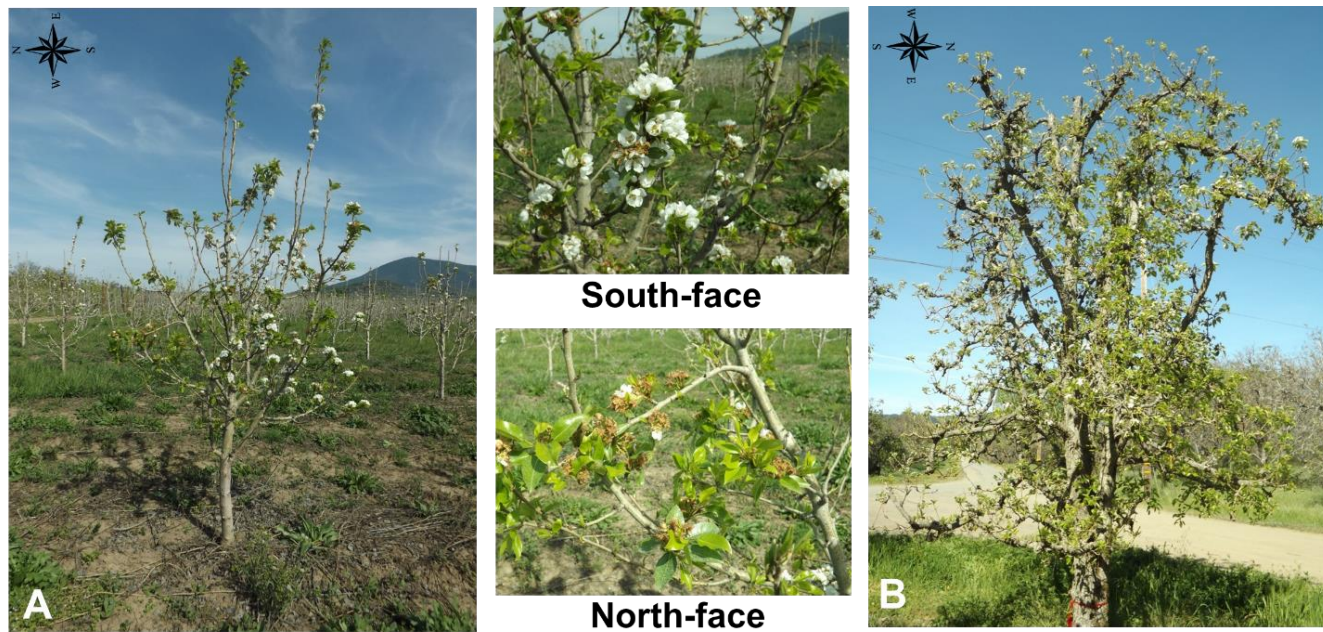


Figure 7 - Differences in leaf size and bloom on north and south side in 'Abate Fetel' (A) and Bartlett (B), April 8, 2014.

The fruit growth behavior of the pear trees studied, on the 2014 season, are showed on the figure 8. In general, considering different blooming stages at the same moment, the earlier stages tend to generate bigger fruit than the later blooming stages at the harvest time.

The difference in blooming progression north versus south-face side occurred in some cultivars, but this difference was not so distant to influence significantly the fruit size. The biggest difference found was on Tosca cultivar, where at harvest, fruits from clusters at fruit set stage on April 8th was 5 millimeters bigger than fruits from petal fall cluster at that same date.

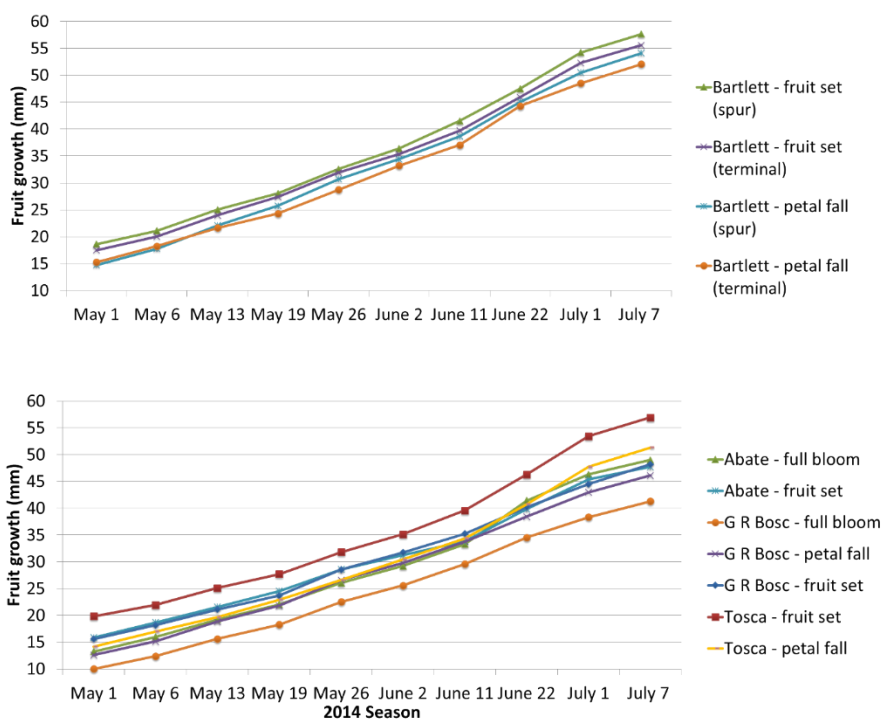


Figure 8 - Fruit growth of European pears, Kelseyville, CA, USA, 2014.

The Norma fruit set in both rootstocks were low, based on that and the intensity of the flowering, we suggest some deficiency in the pollination and fruit set process, showing no differences between the south and north sides. Tosca, Bartlett and Bosc were the most productive cultivars, showing the higher fruit set rates. Bartlett and Bosc obtained higher fruit set on the south sides, while Tosca showed the higher fruit set on the north side. Abate Fetel also showed higher fruit set on south side (Figure 9).

Westwood (1978) describe that intermittent chilling (interspersed between warm periods), more hours of chilling are needed than if the chilling is continuous. Thus a warm period tends to reverse the effect of chilling.

Differences in bloom and fruiting phenology can be related to the cancellation of chill accumulation due to a warming trend in January in which cold nights were offset by abnormally warm temperatures during the day. The South side of the trees is the side that receives more exposition to the sun during the winter, it could be annulling part of the chilling accumulation delaying the bud burst and consequently the blooming on the south side related to the north side of the trees. These differences has influences in the pollination process due to changing the timing between the pollinators pear cultivars, affecting the fruit set rates in each face of the tree.

On another hand, the number of fruits and the fruit weight was influenced by the exposition north and south just on Abate Fetel cultivar (Table 28), which showed higher values on the south side, for the same reasons cited above.

The parameters of fruit ripening, flesh firmness and soluble solids were not influenced by the north and south sides (Table 29).

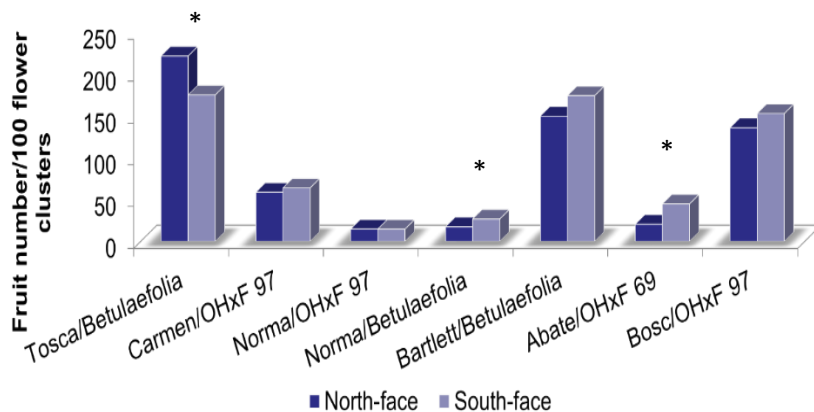


Figure 9 - Fruit set on six cultivars of pear, Kelseyville, CA, USA, 2014.

*Indicates statistic difference at 1% level of error probability by the f test.

Table 28 - Number and weight of fruits per tree, and average fruit weight, north (N) versus south (S) facing, Kelseyville, CA, USA, 2014.

Cultivar/rootstock	fruit number		kg plant-1		fruit weight (g)	
	N	S	N	S	N	S
Tosca/Betulaefolia	31	24	5.29	4.21	171	179
Carmen/Betulaefolia	4	3	0.74	0.66	185	220
Carmen/OHxF 97	28	33	5.56	6.42	197	193
Norma/OHxF 97	5	7	1.13	1.28	247	194
Norma/Betulaefolia	10	12	2.12	2.44	216	210
Bartlett/Betulaefolia	116	129	19.50	20.23	168	157
Abate/OHxF 69	13	23	2.50	4.55	189	201
Bosc/OHxF 97	47	35	9.91	7.46	211	211
Average	32	33	5.84	5.91	198	196

*Significant differences at 5% of error probability according to F test.

Table 29 - Number and weight of fruits per tree, and average fruit weight, north (N) versus south (S) facing, Kelseyville, CA, USA, 2014.

Cultivar/rootstock	flesh firmness (lb)		soluble solids (°Brix)	
	N	S	N	S
Tosca/Betulaefolia	9.7	11.2	12.5	12.4
Carmen/Betulaefolia	14.1	12.9	15.0	15.7
Carmen/OHxF 97	12.2	12.4	15.0	15.2
Norma/OHxF 97	11.1	10.9	13.7	13.7
Norma/Betulaefolia	11.8	11.9	12.7	12.9
Bartlett/Betulaefolia	17.4	17.1	10.4	10.8
Abate/OHxF 69	14.4	15.3	13.3	14.2
Bosc/OHxF 97	-	-	-	-
Average	13.0	13.1	13.2	13.5

5.4 CONCLUSIONS

‘Tosca’, ‘Golden Russet Bosc’, ‘Abate’ and ‘Bartlett’ had different responses in bloom and fruiting phenology in response to the cancellation of chill accumulation resulting from a warming trend in January in which cold nights were offset by abnormally warm temperatures during the day.

Higher fruit set on the south facing (later flowering) side of cultivars other than Tosca may have been due to higher temperatures during flowering and early fruit set, whereas earlier blooming flowers on the north-facing side were exposed to low temperatures not conducive to parthenocarpic set or pollination (depending on cultivar).

Abate Fetel presented more fruit number and fruit weight on the south facing (a little later flowering) compared to north facing. May have been due to increase the blooming compass with other cultivars, facilitating pollination and fruit set.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. Aplicación de reguladores de crecimiento en citricultura. Barcelona: Aedos, 1991. 261 p.

ALEXANDRE, J.; SOARES, J.; SILVA, A. A pera Rocha. In.: SOARES, J. (Coord.) O livro da pera Rocha – Volume primeiro. Contributo para uma produção integrada. Associação Nacional de Produtores de Pera 'Rocha', Candaval, 2001.

ALMEIDA, G. K. de; LUZ, A. R.; IUCHI, T. Early bearing of six pear cultivars grafted on *Pyrus calleryana* in southern brazil. Acta Horticulturae, Belgium, v. 1094, p. 153-158, 2015. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1094.18

ALICEWEB. Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. Importação brasileira. Disponível em: <<http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

ALMEIDA, C. de O. Fruticultura brasileira em análise. Jornal da fruta. Ano XVI, n. 203, Lages, SC, 2008.

ALONSO, J. M.; GÓMEZ-APARISI, J.; ANSÓN, J. M.; ESPIAU, M. T.; CARRERA, M. Evaluation of the OHxF selections as an alternative to quince rootstocks for pear: agronomical performance of 'Conference' and 'Doyenné du Comice'. Acta Horticulturae, Geneva, v. 903, p. 451-456, 2011.

ANP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTORES DE PERA ROCHA. Caderno de especificações de pera

'Rocha' D.O.P. 2009. Disponível em: < www.perarocha.pt/custompages/caderno_especificacoes_DOP>. Acesso em: 14 dez. 2013.

ANP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTORES DE PERA ROCHA. Pera Rocha do Oeste. 2012. 129 Disponível em: <http://www.perarocha.pt/>. Acesso em: 28 de jan. 2014.

AVELAR, M. L. Principais aspectos associados à conservação frigorífica da pêra 'Rocha'. Agroforum – Especial Fruticultura, Castelo Branco, 2001, n. 15, p. 36-38.

AYUB, R. A.; GIOPPO, M. A. Cultura da pereira. In: II Encontro de Fruticultura dos Campos Gerais, Ponta Grossa. Anais. II Encontro de Fruticultura dos Campos Gerais. Ponta Grossa: UEPG, v. 1, p. 25 – 33, 2009.

BALDOCCHI, D.; WONG, S. Accumulated winter chill is decreasing in the fruit growing regions of California. Climatic Change 87, p.153–166, 2008.

BANGERTH, F. Response of cytokinin concentration in the xylem exudate of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants to decapitation and auxin treatment, and relationship to apical dominance. *Planta*. v. 194, p. 439 - 442. 1994.

BANGERTH, F.; LI, C. J.; GRUBER, J. Mutual interaction of auxin and cytokinins in regulating correlative dominance. *Plant Growth Regulation*. v. 32, p. 205 – 217, 2000.

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; MARTINS, F. P. Comportamento da pereira portaenxerto

Taiwan Nashi-C em Jundiaí, SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1995, Anais... Campinas, 1995, p. 61.

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; MARTINS, F. P.; CASTRO, J. L. de. Desenvolvimento de cultivares e espécies de pereira enxertados em plântulas de Taiwan Nashi-C na fase de formação de mudas. *Bragantia*, Campinas v. 55, n. 2, p. 341-345, 1996.

BARRITT, J. E. Mechanisms of action. In: TAYAMA, H. K.; LARSON, R. A.; HAMMER, P. A.; ROLLS, T. J. Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Columbus: Ohio Florists' Association, p. 12-18, 1992.

BELLINI, E.; NATARELLI, L. Miglioramento varietale. In: ANGELINI, R. Il Pero. v. 1. ART Servizi Editoriali Bologna, p. 237-269, 2007.

BEPETE, M.; LAKSO, A.N. Differential effects of shade on early-season fruit and shoot growth rates in Empire apple. *Hortscience* v. 33, p. 823–825, 1998.

BIANCHI, V. J. SILVEIRA, C. A. P.; FARIA, J. L. C.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. B. Aumento da fruit set em pereira cultivar Garber com o uso de AG3 e TDZ. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 6, n. 3, p. 191 – 193, 2000.

BOTREL, D. A.; SOARES, N. de F. F.; CAMILLOTO, G. P.; FERNANDES, R. V. de B. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1814-1820, 2010.

BRAULT, A.; OLIVEIRA, D. Seed number and an asymmetry index of 'McIntosh' apples. *Horticultural Science*, Alexandria, v. 30, p. 44-46, 1995.

BROOKS, R. M.; OLMO, H. P. Register of pear varieties. In: *Register of new fruit & nut varieties*. 2 ed. Berkeley: University of California, p. 446 – 467, 1972.

CAIN, J. C. Effects of mechanical pruning of apple hedgerows with a slotting saw on light penetration and fruiting. *Journal of the America Society for Horticultural Science*. v. 96, p. 664 – 667, 1971.

CAMELLATO, D. Propagação. In: NAKASU, B. H.; QUEZADA, A. C.; HERTER, F. G. *Pêra. Produção*. Pelotas, Embrapa Clima Temperado; Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 37-45, 2003.

CASTRO, P. R. de C. e. Biorreguladores em citros. *Revista Técnico-científica de Citricultura - Laranja*, Cordeirópolis, v. 22, n. 2, p. 367-381, 2001.

CASTRO, P. R. E.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO, E. V. *Feijão irrigado: tecnologia e produtividade*. ESALQ, Piracicaba, Brasil. p. 73-100, 2003.

CENTELLAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Ed.). *Pera: produção*. Brasília: Embrapa, 2003. 105p. (Frutas do Brasil, 46)

CHMIELEWSKI, F. M.; MULLER, A.; BRUNS, E. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. *Agric Forest Meteorol* v. 121, p. 69–78, 2004.

DANN, I. R.; JERIE, P. H.; CHALMERS, D. J. Short term changes in cambial growth and endogenous IAA concentrations in relation to phloem girdling of peach, *Prunus pérsica* (L.) Batsch. *Australian Journal of Plant Physiology*. v. 12, p. 395 – 402, 1985.

DARBYSHIRE, R.; WEBB, L.; GOODWIN, I.; BARLOW, E.W.R. Impact of future warming on winter chilling in Australia. *Int. J. Biometeorol.*, V. 57, Issue 3, p. 355-366, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-012-0558-2>.

DAYKIN, A.; SCOTT, I. M.; FRANCIS, D.; CAUSTON, D. R. Effects of gibberellin on the cellular dynamics of dwarf pea internode development. *Planta*, v. 203, p. 526 - 535, 1997.

DECKERS, T.; SCHOOF, H. Improvement of fruit set on young pear trees cultivar conference with gibberellins. *Horticulturae*, v. 596, p. 735-743, 2002.

DECKERS, T.; SCHOOF, H.; SMOLDERS, E. Natural or chemical growth regulation in pear. *Acta Horticulturae*, v. 671, p. 503 – 516, 2005.

DENNIS JUNIOR, F. G. Fruit set. In: *The fruit physiology: growth e development*. Good Fruit Grower, Washington, 1996, p. 165.

DEJONG, T. M. Canopy and light management. IN: MITCHAM, E. J.; ELKINS, R. B. *Pear Production and Handling Manual*. University of California. Agriculture and Natural Resources. n. 3483, v 1, p. 59-62, 2007.

DOU, Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil – Imprensa Nacional. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, seção 1, n. 57, p. 5, 25 de março de 2015.

DOU, Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil – Imprensa Nacional. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, seção 1, n. 86, p. 5, 8 de maio de 2014.

DREYER, C. Fruit set and fruit size studies on 'Forelle' and 'Abate Fetel' pear (*Pyrus communis* L.). Thesis (Master), Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Stellenbosch – South Africa, 108 f., 2013.

DUSSI, M. C.; SOSA, D.; CALVO, G. Effect of Retain® on fruit maturity and fruit set of pears cvs. William's and Packham's. *Acta Horticulturae*. v. 596, p. 767 – 771. 2002.

DUSSI, M. C. Sustainable use of plant bioregulators in pear production. *Acta Horticulturae*. v. 909, p. 353 – 368. 2011.

ELKINS, R. B.; VAN DEN ENDE, B.; BEUTEL, J. Vegetative growth and fruit development. In: MITCHAM, E. J.; ELKINS, R. B. Pear Production and Handling Manual. University of California. Agriculture and Natural Resources. n. 3483, v 1, p. 51-58, 2007.

EMBRAPA. Resumo anual de meteorologia. Disponível em: <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/vacaria>. Acesso em: 15 fev. 2016.

FAO. Faostat Database Prodstat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/servlet/>>. Acesso em: 15 de jan. 2016.

FAORO, I. D. Morfologia e fisiologia. In: Nashi: a pêra japonesa. Florianópolis: Epagri, 2001. p. 67-94.

FEEHAN, J.; HARLEY, M.; VAN MINNEN, J. Climate change in Europe. 1. Impact on terrestrial ecosystems and biodiversity. A review (Reprinted). Agron. Sustain. Dev. 29, p. 409–421, 2009.

FELDBERG, N. P.; BARBOSA, W.; MAYER, N. A.; SANTOS, F. M. DA C. Propagação vegetativa de portaenxertos de pereira por estacas semi-lenhosas. Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n. 6, p. 810-816, 2010.

FEPAGRO. Situação da Cultura da Pera, 2006. Disponível em: <<http://www.fepagro.rs.gov.br>>. Acesso em mar. 2010.

FIORAVANÇO, J. C. A cultura da pereira no Brasil: situação econômica e entraves para o seu crescimento. Informações Econômicas, São Paulo, v.37, n.39, 2007.

FORSHEY, C. G. Measuring the effects of growth regulators on the vegetative growth-fruiting relationship in apple trees. Acta Horticulturae. v. 239, p. 211 – 219, 1989.

FORSHEY, C. G. Measuring growth in complex systems: how do growth regulators alter growth? HortScience. v. 26, n. 8, p. 999 – 1001, 1991.

FORSHEY, C. G.; ELFVING, D. C. The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. Hort. Rev. v. 11, p. 229 – 287, 1989.

FORSHEY, C. G.; MCKEE, M. W. Production efficiency of a large and a small 'McIntosh' apple tree. HortScience. v. 5 p. 164 – 165, 1970.

FORSHEY, C. G.; WEIRES, R. W.; STANLEY, B. H.; SEEM, R. C. Dry weight partitioning of 'McIntosh' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. v. 108, p. 149 – 154, 1983.

FORSHEY, C. G.; ELFVING, D. C.; STEBBINS, R. L. Training and Pruning Apple and Pear Trees. Alexandria: American Society Horticulturæ Science, 1992, 166p.

FREE, J. B. Insect pollination of crops. San Diego: Academic Press, 2. ed. 1993, 684 p.

GIACOBBO, C.L.; FACHINELLO, J. C.; PICOLOTTO, L. Compatibilidade entre o marmeleiro portaenxerto cv. 'EMC' e cultivares de pereira. Scientia Agraria, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 33-37, 2007.

GLOBALAGRIMAR. Gabinete de Planejamento e Políticas. Ficha de internacionalização – Pera Rocha – 2012. Disponível em: <<http://www.gpp.pt/GlobalAgriMar/informacao/Docs/Produtos/Fichas/2012S2PeraFI.pdf>>. Acesso em: 19 de jan. 2014.

GOLDWAY, M., TAKASAKI-YASUDA, T., SANZOL, J. MOTA, M., ZISOVICH, A, STERN, R. A.; SANSAVINI, S. Renumbering the S-RNase alleles of European pears (*Pyrus communis* L.) and cloning the S109 RNase allele.

Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 119, n. 4, p. 417-422, 2009.

GOREN, R.; HUBERMAN, M.; GOLDSCHMIDT, E. E. Girdling: Physiological and horticultural aspects. Hort. Rev. v. 30, p. 1 – 35, 2004.

GPPAA – Gabinete de Planeamento e Política Agroalimentar. 2007. Pêra: Diagnóstico sectorial. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa, Portugal.

GREENE, D. W. Thidiazuron effects on fruit set, fruit quality, and return bloom of apples. HortScience, Alexandria, v. 30, n. 6, p. 1238-1240, 1995.

GREENE, D. W. Endogenous hormones and bioregulators use on apples. In: FERREE, D. C. WARRINGTON, I. J. Apples: botany, production and uses. Cambridge, CABI 2003, p. 437-458, 2003.

GREENE, D. W. The effects of repeat annual applications of prohexadione calcium on fruit set, return bloom, and fruit size of apples. Horticultural Science. v. 43, p. 376 – 379, 2008.

GREENE, D. W.; LORD, W. J. Effect of dormant pruning, summer pruning, scoring, and growth regulators on growth, yield, and fruit quality of 'Delicious' and 'Cortland' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. v. 108, p. 590 – 595, 1983.

GUEDON, Y.; LEGAVE, J.M. Analyzing the time-course variation of apple and pear tree dates of flowering stages

in the global warming context. *Ecol. Model.* V. 219, p. 189–199, 2008.

GUO, L.; DAI, J.; RANJITKAR, S.; YU, H.; XU, J.; LUEDELING, E. Chilling and heat requirements for flowering in temperate fruit trees. *Int J Biometeorol* v. 58, p. 1195–1206, 2014.

HAYHOE, K.; CAYAN, D.; FIELD, C.; FRUMHOFF, P. C.; MAURER, E. P.; MILLER, N. L.; MOSER, S.; SCHNEIDER, S. H.; CAHILL, K.; CLELAND, E. E.; DALE, L.; DRAPEK, R.; HANEMANN, R. M.; LALKSTEIN, L.; LENIHAN, J. M.; LUNCH, C. K.; NEILSON, R. P.; SHERIDAN, S. C.; VERVILLE, J. H. Emissions pathways, climate change and impacts on California. *Proc Natl Acad Sci USA*, v. 101, p. 12422–12427, 2004.

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; FACHINELLO, J. C.; PETRI, J. L.; PREZOTTO, M. E.; HAAS, L. B.; PRETTO, A. Aumento da produção de pereira asiática pelo uso de fitorreguladores. *Ciência Rural*. v. 41, n. 10, p. 1750 – 1754, 2011.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, L. J. Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira. (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, 147). Biblioteca (s): Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 36 p.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; FACHINELLO, J. C.; HERTER, F. G.; PREZOTTO, M. E.; HASS, L. B.; PRETTO, A. Redução da poda hiberna e aumento da produção de pereiras 'Housui' pelo uso de prohexadiona cálcio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 7, p. 939-947, 2012.

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L.; GAUSSOIN, E. E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. *Crop Science*, v. 42, p. 423 - 427, 2002.

HIRATSUKA, S.; ZHANG, S-L. Relationships between fruit set, pollen-tube growth, and S.RNase concentration in the self-incompatible Japanese pear. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 95, p. 309-318, 2002.

HORTINET. Hortofrutícolas em Rede. Disponível em: <<http://hortinet.info/tag/pera-rocha/>>. Acesso em: 19 de jan. 2014.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1&de=83>. Acesso em: 24 fev. 2013.

IBRAF. Instituto brasileiro de frutas. Frutas frescas - importação. 2010. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Importação/Comparativo_das_Importações_Brasileiras_de_Frutas_Frescas_2010-2009.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.

INGELS, C. A.; BURKHART, D. J.; ELKINS, R. B. Propagation and rootstock selection. In: MITCHAM, E. J.; ELKINS, R. B. *Pear Production and Handling Manual*. University of California. Agriculture and Natural Resources. n. 3483, v 1, p. 25-31, 2007.

IUCHI, T.; LUZ, A. R. Crescimento, frutificação, poda e condução da pereira. In: III Reunião Técnica da Cultura da

Pereira: Busca pela identidade nacional. Anais... Lages, SC, p. 96 - 101, 2010.

IUCHI T.; IUCHI V. L.; HERTER F. G.; BRIGHENTI E. Anelamento e paclobutrazol na produção e absorção de nutrientes em pereira (*Pyrus communis* L.) cultivar Packham's Triumph. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p. 857 - 861, 2008.

IZAURRALDE, R. C.; ROSENBERG, N. J.; BROWN, R. A.; THOMSON, A. M. Integrated assessment of Hadley Center (HadCM2) climate-change impacts on agricultural productivity and irrigation water supply in the conterminous United States: Part II. Regional agricultural production in 2030 and 2095. Agric Forest Meteorol, v. 117, p. 97–122, 2003.

JACKSON, J. E. Biology of apples and pears. Cambridge University Press, Cambridge, 488. p. 2003.

KALLARACKAL, J.; ROBY, T.J. Response of trees to elevated carbon dioxide and climate change. Biodivers Conserv, v. 21, p. 1327–1342, 2012.

KALLARACKAL, J; RENUKA, R. Phenological implications for the conservation of forest trees. In: Kapoor R, Kaur I, Koul M (eds) Plant reproductive biology and conservation. I.K. International, Delhi, p. 90–109, 2014.

KAMÍNEK, M.; MOTYKA, V.; VAŇKOVÁ, R. Regulation of cytokinin content in plant cells. *Physiol. Plant.* v. 101, p. 689 - 700. 1997.

KOBEL, F. Die Blütenbildung. In: Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage. 2nd Ed. Springer Verlag, Berlin, p. 72 - 103, 1954.

KOROL, L.; KLEIN, J. D. Profiles of trinexpac-ethyl - and ABA – induced heat-stable proteins in embrionic axes of wheat seeds. *Euphytica*, v. 126, p.77 – 81, 2002.

LAFER, G. Effects of differents bioregulators applications on fruit set, yield and fruit quality of ‘William’s’ pears. *Acta Horticulturae*. v. 800, p. 183 - 188. 2008.

LI, C. J.; GUEVARA, E.; HERRERA, J.; BANGERTH, F. Effect of apex excision and replacement by 1-naphthylacetic acid on cytokinin concentration and apical dominance in pea plants. *Physiol. Plant*. v. 94, p. 465 - 469, 1995.

LI, T. H.; HUANG, W. D.; MENG Z. Q. Study on the mechanism of flower bud induction in apple. *Acta Phytophys. Sinica*, v. 22, p. 251 - 257, 1996.

LOONEY, N. E. Effects of gibberellins based plant bioregulators on fruit quality. In: *The fruit physiology: Growth and Development*. Published by Good Fruit Grower. Yakima, Washington, p.1 - 165. 1996.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. Produção de pera no Vale do São Francisco. In.: *IV Reunião Técnica da Cultura da Pereira: Busca pela identidade nacional*. Anais... Lages, Santa Catarina, p. 56 – 65, 2012.

LUEDLING, E.; BLANKE, M.; GEBAUER, J. Auswirkungen des Klimawandels auf die Verfügbarkeit von Kältewirkung (Chilling) für Obstgehölze in Deutschland. *Erwerbs-Obstbau* v. 51, p. 81–94, 2009.

LUEDELING, E.; BROWN, P.H. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *Int. J. Biometeorol.* V. 55, p. 411–421, 2011.

LUEDELING, E.; GIRVETZ, E.H.; SEMENOV, M.A.; BROWN, P.H. Climate change affects winter chill for temperate fruit and nut trees. *PLoS One* 6 v. 5, 2011. doi:10.1371/journal.pone.0020155.

LUZ, A. R.; RUFATO, A. De. R.; MARCON FILHO, J. L.; MUNIZ, J. N. Floração e polinização. In: RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; BOGO, A. A cultura da Pereira. Florianópolis: DIOESC, Série Fruticultura, p. 38-53, 2012.

MACHADO, B. D.; RUFATO, A. De. R.; MARCONFILHO, J. L. Cultivares de pereiras europeias. In: RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; BOGO, A. A cultura da Pereira. Florianópolis: DIOESC, Série Fruticultura, p. 150-171, 2012.

MACHADO, B. D.; RUFATO, L.; BOGO, A.; KRETZSCHMAR, A. A.; MARIO, A. E. Cultivares e portaenxertos sobre o vigor de plantas de pereira europeias. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1542-1545, 2013.

MAEDA, J. A. et al. Métodos para superar a dormência e germinação de sementes da pereira porta-enxerto Taiwan Nashi-C. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 19, n. 2, p. 270-274, 1997.

MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; HAWERROTH, F. J. Umidade ponderal em tecidos de pereira durante o

período de dormência sob condições de inverno ameno. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 46, n. 9, p. 1006-1012, 2011.

MCKEE, I. F.; LONG, S. P. Plant growth regulators control ozone damage to wheat yield. New Phytologist, v. 152, p. 41 – 51, 2001.

MEYER, G. DE A.; BUENO, M. E.; LUZ, A. R.; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L.; RUFATO, A. DE R. Decreasing Shoot Length in 'Fuji Suprema' Apple Trees with Trinexapac-Ethyl in Southern Brazil. Acta Horticulturae, v. 1042, p. 319-324, 2014.

MILLER, S. S. Prohexadione-calcium controls vegetative shoot growth in apple. Journal of Tree Fruit Production, Binghamton, v. 31, n. 1, p. 11-28, 2002.

MITCHAM, E. J.; ELKINS, R. B. Pear Production and Handling Manual. University of California. Agriculture and Natural Resources. n. 3483, v 1, 2007, 265 p.

MOCHIZUKI, T. Studies on the elucidation of factors affecting the decline in tree vigor as induced by fruit load. Bul. Fac. Agr. Hirosaki Univ. v. 8, p. 40 – 124, 1962.

MORETTINI, A.; BALDINI, E.; SCARAMUZZI, F.; MITTEMPERGHER, L. Monografia dele principali Cultivar di Pero. Firenze, Itália. 1967, 412 p.

MORISON, I.L.; MORECROFT, M.D. Plant growth and climate change. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 2006.

MOTA FILHO, V. J. G.; PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; GUIMARÃES, J. F. R.; MOREIRA, G. B. R.; FERNANDES, T. P. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento de frutos na atemoieira (*Annona cherimola* x *A. squamosa* cv. Gefner). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 636-645, 2012.

MOTA, M.; OLIVEIRA, C. Identificação de alelos S na pereira 'Rocha' e determinação da compatibilidade entre cultivares. *Actas Portuguesas de Horticultura*, Lisboa, n. 6, p. 232-238, 2005. Disponível: http://www.isa.utl.pt/files/pub/id/Mota_Oliveira_2005_ActaPortHort1.pdf. Acesso em: 30 de jan. 2014.

MUSSATTO, G. Introdução da pereira no Brasil. In: IV Reunião técnica da cultura da pereira. Anais... Lages, SC, p. 6 – 8, 2012.

NAKASU, et al. A cultura da pêra / Embrapa Clima Temperado. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: (Coleção Plantar, 58), 2007, 58 p.

NAKASU, B. H.; FAORO, I. D. Cultivares. In: NAKASU, B. H.; CENTELLAS-QUEZADA, A.; HERTER, F. G. Pêra: produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 29-36. (Frutas do Brasil, 46).

NATURDATA – BIODIVERSIDADE ONLINE. *Pyrus communis*. 2011. Disponível em: <http://naturdata.com/Pyrus-communis-3544.html>. Acesso em: 28 de jan. 2014.

ONO, E. O.; GRANA JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais na quebra da dominância apical de

mamoeiro (Carica papaya L.). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 348-350, 2004.

ÖPIK, H.; ROLFE, S. The Physiology of flowering plants. 4 ed. New York: Cambridge University Press, p. 270 – 315, 2005.

ORLANDI, F.; GARCIA-MOZO, H.; GALÁN, C.; ROMANO, B.; DE LA GUARDIA, C.D.; RUIZ, L.; DEL MAR TRIGO, M.; DOMINGUEZ-VILCHES, E.; FORNACIARI, M. Olive flowering trends in a large Mediterranean area (Italy and Spain). Int. J. Biometeorol. V. 54, p. 151–163, 2010.

PASA, M. da S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K. de; HERTER, F. G. Hábito de frutificação e produção de pereiras sobre diferentes porta-enxertos Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 46, n. 9, p. 998-1005, 2011.

PERAZZOLO, G. Problemática da cultura da pereira no Rio Grande do Sul. In: II Reunião técnica da cultura da pereira. Anais... Lages, SC, p. 28 – 32, 2008.

PEREIRA, J. F. M.; HERTER, F. G. Tecnologias para o aumento da produtividade e regularidade de produção de pera na região Sul do Brasil. In: III Reunião Técnica da Cultura da Pereira: Busca pela identidade nacional. Anais... Lages, SC, p. 39 - 45, 2010.

PEREZ-LOPEZ, D.; RIBAS, F.; MORIANA, A.; RAPOPORT, H.F.; DE JUAN, A. Influence of temperature on the growth and development of olive (*Olea europaea* L.) trees. J. Hortic. Sci. Biotechnol. V. 83, p. 171–176, 2008.

PETRI, J. L.; SCHUCK, E.; LEITE, G. B. Efeito do thidiazuron (TDZ) na frutificação de fruteiras de clima temperado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 513 – 517, 2001.

PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; FELDBERG, N. P.; TOMBOLATO, A. F. C. Grafting of quince 'Portugal' on *Cydonia* and *Chaenomeles* rootstocks. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, p. 850-852, 2008a.

PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; SIGNORINI, G.; TOMBOLATO, F. A. C. Intergeneric grafting of pear cultivars to the 'Japonês' quince tree. *Acta Horticulturae*, Peniche, v. 800, n. 2, p. 707-712, 2008b.

QIAN, Y. L.; ENGELKE, M. C. Influence of trinexpac-ethyl on diamond zoysiagrass in a shade environment. *Crop Science*, v. 39, p. 202 – 208, 1999.

QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H. Classificação botânica, origem e evolução. In: QUEZADA, A.C. et al, *Pêra Produção*, (Frutas do Brasil). Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, v. 46, p. 20 - 21, 2003.

QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. *Pêra Produção*, (Frutas do Brasil). Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, v. 36, p. 37 – 45, 2003.

RADEMACHER, W.; SPINELLI, F.; COSTA, G. Prohexadione-Ca: modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. *Acta Horticulturae*, Saltillo, v. 727, n. 1, p. 97-106, 2006.

RAFFO, M. D.; CALVO, P.; De ANGELIS, V.; MAÑUECO, L.; ZIAURRIZ, S.; MENNI, F. Effect of trunk girdling on fruit production, fruit size and tree vigor on “Bartlett” pears in Rio Negro and Neuquén valley, Argentina. *Acta Horticulturae*, v.909, 645 - 650, 2011.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. Responses of fruit trees to global climate change. *Springer Briefs in Plant Science*, Switzerland, v. 1, 2015, 42 p.

REIL, W. O.; IRELAND, J.; ELKINS, R. B. Propagation and rootstock selection. In: MITCHAM, E. J.; ELKINS, R. B. *Pear Production and Handling Manual*. University of California. Agriculture and Natural Resources. n. 3483, v 1, p. 33-44, 2007.

RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C. *Fisiologia vegetal – hormônios das plantas*. Funep, Jaboticabal, Brasil. 78 p. 2004.

RUFATO, L.; DE ROSSI A.; GIACOBBO C. L.; FACHINELLO, J. C. Vegetative propagation of seven quince cultivars for utilization as pear rootstocks in Brazil. *Acta Horticulturae*. n. 658, p. 667 – 671, 2004.

RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; BOGO, A.; MACHADO, B. D.; MARCON FILHO, J. L.; LUZ, A. R.; MARCHI, T. Vegetative Aspects of European Pear Scions Cultivars in Combination with Quince Roots-tocks in Urupema Santa catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae*, The Hague, n. 909, p. 207 – 213, 2011.

RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; BRIGHENTI, A. F.; MACHADO, B. D.; MARCHI, T. Increasing fruit set of

European pears in Southern Brazil. *Acta Horticulturae*, Portugal, v. 932, n. 1, p. 477-482, 2012.

SANSAVINI, S. Portinnesti. In: ANGELINI, R. Il Pero. v. 1. ART Servizi Editoriali Bologna, p. 270-281, 2007.

SANTOS, C. A. C. dos; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P.; BENJAMIM, D. A.; SANTOS, C. R. S. dos. Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à giberelina. *Comunicata Scientiae*, Piauí, v. 1, n. 1, p. 29-34, 2010.

SANZOL, J.; HERRERO, M. The “effective pollination period” in fruit trees. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 90, n. 1, p. 1-17, 2001.

SARKAR, S. et al. Relationships between gibberelins, height and stress in barley (*Hordeum vulgare* L.) seedlings. *Plant Growth Regulation*, v. 42, p. 125 – 135, 2004.

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

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHEIR, F.; FOLHO, S. H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeitos de tratamentos químicos e luminosidade. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 529-536, 2006.

SCHWANKL, L. J.; SHACKEL, K. A.; SOUTHWICK, S. M. Irrigation scheduling. IN: MITCHAM, E. J.; ELKINS, R. B. Pear Production and Handling Manual. University of

California. Agriculture and Natural Resources. n. 3483, v 1, p. 101-112, 2007.

SEIFERT, K. E.; PIO, R.; CELANT, V. M.; CHAGAS, E. A. Mudras de pera produzidas por dupla enxertia em marmeleiro utilizando o porta-enxerto 'Japonês'. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1631-1635, 2009.

SILVA, A. Polinização. In: SOARES, J.; SILVA, A.; ALEXANDRE, J. O Livro da Pera Rocha. Cadaval: Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha, v. 1, p 137 – 166, 2001.

SKOGERBØ, G. Effect of root pruning and trunk girdling on xylem cytokinin content of apple (*Malus x domestica* Borkh.). Norwegian J. Agr. Sci. v. 6, p. 499 - 507, 1992.

SMIT, M.; MEINTJES, J. J.; JACOBS, G.; STASSEN, P. J. C.; THERON, K. I. Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium. Scientia Horticulturae, v. 106, 515 – 529, 2005.

SNYDER, M.A.; BELL, J.A.; SLOAN, L.; DUFFY, P.B.; GOVINDASAMY, B. Climate responses to a doubling of atmospheric carbon dioxide for a climatically vulnerable region. 2002. Geophys Res Lett 29 DOI 10.1029/2001GL014431.

SOUSA, R. M. de. Manejo de produção da Pera 'Rocha'. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 3., 2010. Anais... Lages: CAV/UDESC, 2010. p. 9-25.

STEYN, W. J.; UNGERER, S. F.; THERON, K. I. Scoring and Girdling, but not GA3, Increase Yield without

Decreasing Return Bloom in 'Triumph' Persimmon. HortScience. n. 43 v. 7, p. 2022 – 2026, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil, 719 p. 2004.

TALON, M.; TADEO, F.R; BEM-CHEIK, W.; GOMEZCARDENAS, A.; MEHOUACHI, J.; PEREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. Acta Horticulturae, Wageningen, v. 463, n. 1, p. 209-217, 1997.

TAVARES, J. C.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. B. da; HERTER, F. G. Fitorreguladores no aumento da frutificação efetiva e partenocarpia em peras cv. Garber. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 629 – 630, 2002.

THERON K. I.; STEYN W. J. Girdling: - Science Behind the Age-Old Technique. Acta Horticulturae. n. 800, p. 51 – 60, 2008.

TROMP, J.; BOERTJES, B. C. The effect of air temperature in successive periods of the growing season on sylleptic shoot shoot formation in young apple trees. Plant Growth Regulation, v. 19, p. 177-182, 1996.

TROMP, J.; BORSBOOM, O. Post-blossom temperature is especially important for fruit set. Fruitteelt, v. 86, p. 14-15, 1996.

TROMP, J.; WERTHEIM, S. J. Fruit growth and development. In: TROMP, J.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. Fundamentals of temperate zone tree

fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, p. 240-266, 2005.

TWC (The Weather Channel). Monthly average weather. Disponível em: <https://weather.com/weather/monthly/l/Kelseyville+CA+95451:4:US>. Acesso em: 15 jan. 2016.

UNRATH, C.R. Prohexadione-Ca: a promising chemical for controlling vegetative growth of apples. Horticultural Science, Alexandria, v. 34, n. 7, p. 1197-1200, 1999.

VALENT BIOSCIENCES CORPORATION – Products: Promalin®. Disponível em: <<http://www.valentbiosciences.com>>. Acesso em: 24 de jul. 2013.

VAN DER ZWET, T.; CHILDERS, N. F. The Pears, Cultivars to Marketing. Gainesville, Florida, EUA. 1982, 502 p.

VAN STADEN, L. L.; JÄGER, A. K. Effects of plant growth regulators on the antioxidant system in seedlings of two maize cultivars subjected to water stress. Plant Growth Regulation, v. 25, p. 81 – 87, 1998.

VERCAMMEN, J.; GOMAND, A. Fruit set of “Conference” a small dose of gibberellins or regalis. Acta Horticulturae. v. 800, p. 131 – 138, 2008.

VILARDELL, P.; PAGÉS, J. M.; ASÍN, L. Effect of bioregulator applications on the fruit set in ‘Abate Fetel’ pear trees. Acta Horticulturae, Peniche, v. 800, n. 2, p. 169-174, 2008.

WEBSTER, A. D. A brief review of pear rootstock development. *Acta Horticulturae*, Talca, v. 475, n. 1, p. 135-141, 1998.

WEBSTER, A. D. Shoot growth. In: TROMP, J.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. *Fundamentals of temperature zone tree fruit production*. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, p. 120-135, 2005.

WEIRTHEIM, S. J.; SCHMIDT, H. Flowering, pollination and fruit set. In: *Fundamentals of temperate zone tree fruit production*. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, p. 216-239, 2005.

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

WESTWOOD, M. N. *Fruticultura de zonas templadas*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1982, 250 p.

WESTWOOD, M. N. *Temperate-zone pomology*. W. H. Freeman and Company, 1978, 428 p.