

ANO
2015



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

Mayra Juline Gonçalves - FISILOGIA E PRODUÇÃO DE PEREIRA EUROPEIA EM
FUNÇÃO DA DESFOLHA QUÍMICA E ENTOMOSPORIOSE.

TESE DE DOUTORADO

**FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE
PEREIRA EUROPEIA EM FUNÇÃO DA
DESFOLHA QUÍMICA E
ENTOMOSPORIOSE**

MAYRA JULINE GONÇALVES

LAGES, 2015

Este trabalho teve como objetivo gerar informações sobre a desfolha antecipada em pereira europeia e a relação desta desfolha com as variáveis vegeto-produtivas e a entomosporiose.

Orientador: Ph.D. Amauri Bogo
Co-orientador: Dr. Leo Rufato

Fisiologia e produção de pereira europeia em função da desfolha química e entomosporiose

Lages, 2015

MAYRA JULINE GONÇALVES

**FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE PEREIRA EUROPEIA
EM FUNÇÃO DA DESFOLHA QUÍMICA E
ENTOMOSPORIOSE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de doutor no Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Orientador: Prof. Ph.D. Amauri Bogo

LAGES, SC
2015

G635f Gonçalves, Mayra Juline
 Fisiologia e produção de pereira europeia em
 função da desfolha química e entomosporiose /
 Mayra Juline Gonçalves. - Lages, 2015.
 134 p.: il.; 21 cm

Orientador: Amauri Bogo

Inclui bibliografia.

Tese (doutorado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
em Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. Abscisão foliar. 2. *Pyrus communis* L. 3.
Parâmetros vegetativos. 4. *Entomosporium mespili*.
5. Desfolha química. I. Gonçalves, Mayra Juline.
II. Bogo, Amauri. III. Universidade do Estado de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 634.13 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial
do CAV/ UDESC

MAYRA JULINE GONÇALVES

FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE PEREIRA EUROPEIA EM FUNÇÃO DA DESFOLHA QUÍMICA E ENTOMOSPORIOSE.

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de doutor no Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Banca Examinadora

Orientador:

Co-orientador:

Ph.D. Amauri Bogo
UDESC/Lages-SC

Dr. Leo Rufato
UDESC/Lages-SC

Membros:

Dr. Ricardo Trezzi Casa
UDESC, Lages - SC

Dra. Rosa Maria V. Sanhueza
Proterra/Vacaria-RS

Dr. Gilmar Arduino Bettio Marodin
UFRGS/Porto Alegre-RS

Lages, Santa Catarina, 25 de março de 2015.

À minha MÃE

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS pela presença constante em minha vida.

A minha Família pelo amor e apoio incondicional.

Ao Professor Amauri Bogo pela dedicação, conhecimento repassado e principalmente pela amizade nestes cinco anos de trabalho.

A todos os professores do curso de mestrado e doutorado que contribuíram para a ampliação do meu conhecimento técnico e científico. Em especial, Prof. Ricardo Trezzi Casa, Prof. Leo Rufato, Prof^a. Aike Anneliese Kretschmar, Dr^a Rosa Maria Valdebenito Sanhueza pelas valiosas informações concedidas, contribuindo para o enriquecimento deste trabalho.

A todos os amigos e colegas, em especial ao grupo da fruticultura.

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em especial ao Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pelo ensino gratuito e de qualidade.

A Capes pela concessão da bolsa.

Infinita gratidão a todos que, dê alguma forma, contribuíram para minha formação pessoal e profissional, e para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

GONÇALVES, M. J. Fisiologia e produção de pereira europeia em função da desfolha química e entomosporiose. 2015. 134f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC, 2015.

A entomosporiose é a mancha foliar e de frutos mais importante na cultura da pereira e para as cultivares que existem dados disponíveis, são todas suscetíveis. Nestas cultivares, ocorre o desfolhamento no final do verão, resultando em árvores fracas com significativa redução nas gemas floríferas. Considerando que no Brasil não existem relatos sobre a antecipação da queda de folhas provocada pela entomosporiose e a influencia sobre a fisiologia da planta, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fisiologia e a produção de pereira europeia em função da desfolha química e entomosporiose. Foram realizados dois experimentos; 1) Os experimentos foram conduzidos a campo nas safras agrícolas de 2011/12, 2012/13 e 2013/14, em pomar comercial da Empresa Mussato, localizado no município de Vacaria, estado do Rio Grande do Sul. Plantas de pereira europeia das cultivares Packham's Triumph Abate Fetel e William's enxertadas sobre marmeleiro Adams foram submetidas a tratamentos com diferentes desfolhantes (dose do ingrediente ativo) sendo, T1: AVG - aminoethoxyvinylglycine, (Retain®, 15%), na dose 0,06 g/L⁻¹; T2: etefon (Ethrel®, 24%), na dose 1 g/L⁻¹; T3: cloreto de cálcio (cloreto de cálcio, 24%) na dose de 24 g/L⁻¹; T4: testemunha sem nenhuma aplicação. Os tratamentos foram aplicados em 19/03/2012, 14/03/2013 e 18/03/2014, em média 45 dias após a colheita. As variáveis

analisadas foram: percentual de desfolha, qualidade de gemas (massa, diâmetro, florífera/vegetativa, presença de necrose, presença de gema seca), retorno de brotação (fenologia, número de cachopas, número de flores, percentual de fixação), e produção (número de frutos, peso médio, diâmetro, número de sementes). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição constituída por três plantas. 2) Os experimentos foram conduzidos a campo, em pomar comercial, nas safras de 2012/13 e 2013/14, no município de Vacaria, RS. Os dados da severidade da entomosporiose e desfolha natural ocorrente no início do outono foram registrados no mês de março e abril, quinzenalmente, totalizando cinco avaliações. A severidade foi avaliada com o auxílio de escala diagramática e os valores obtidos integralizados no tempo, transformados em área abaixo da curva de progresso da entomosporiose (AACPE). Os dados foram ajustados aos modelos monomolecular, logístico e de Gompertz. Como parâmetros vegeto-produtivos foram avaliados durante o período de repouso vegetativo: diâmetro do tronco, altura de planta, volume de copa, fertilidade de ramos e a partir dos dados de dois anos de avaliação, obteve-se incremento de cada variável. O resultado do primeiro experimento demonstraram que plantas tratadas com etefon desfolharam mais rapidamente em relação aos demais tratamentos e a testemunha. Como esperado o AVG apresentou efeito análogo à testemunha, pois apresentação ação inibidora da síntese de etileno, onde a principal função é atrasar a senescência do tecido. O cloreto de cálcio causou queima no tecido vegetal e em todas as safras avaliadas. Não foram verificadas diferenças significativas na qualidade de gema, retorno de brotação e produção. Não foram observados efeitos indesejáveis sobre os parâmetros fisiológicos da planta quanto à utilização da desfolha como técnica de manejo. Dentre os produtos testados, o etefon foi o que apresentou potencial para utilização na desfolha química, pois não apresentou efeito

indesejável sobre a fisiologia das cultivares avaliadas, no entanto, novos experimentos devem ser realizados em diferentes épocas para melhor avaliação do produto. Para o segundo experimento foi possível constatar que todas as cultivares apresentam suscetibilidade à entomosporiose. Com base na AACPE, na primeira safra houve diferença significativa entre as cultivares, na segunda safra esta diferença estatística não ocorre. Na safra 2012/13, Gompertz, foi o modelo que melhor se adequou a curva de progresso das três cultivares avaliadas. Na safra 2013/14 a cv. Packham's Triumph teve seu melhor ajuste ao modelo Gompertz, Abate Fetel ao logístico e William's ao monomolecular. Nas análises de regressão linear os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para a severidade da entomosporiose *versus* desfolha outonal foram significativos para todas as cultivares e safras avaliadas, confirmando a interferência do patógeno na queda das folhas nas duas safras avaliadas. Há correlação negativa entre a desfolha, o índice de fertilidade e a altura de planta, indicando que quanto maior a desfolha, menor será o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e menor será o porte destas plantas. Conclui-se que a severidade da entomosporiose contribui para o aumento dos níveis de desfolha outonal com correlação negativa com as variáveis vegeto-produtiva, indicando que quanto maior a desfolha, menor será o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e menor será o porte destas plantas.

Palavras-chaves: abscisão foliar, *Pyrus communis* L., parâmetros vegetativos. *Entomosporium mespili*, desfolha química.

ABSTRACT

GONÇALVES, M. J. European pear physiology and production according to chemical defoliation and Entomosporium leaf spot. 2015. 134f. Thesis (Doctor in Plant Production) – Santa Catarina State University. Post-graduate Program in Agricultural Sciences, Lages, Santa Catarina State, 2015.

The Entomosporium leaf spot is the most important leaf spot and fruit spot in the culture of pear and cultivars which data are available, are all susceptible. In these cultivars, occurs defoliation in late summer, resulting in weak trees with significant reduction in flowering buds. Whereas in Brazil there are no reports on the anticipation of leaf drop caused by Entomosporium leaf spot and the influence on the physiology of the plant. The objective of this study was to evaluate the physiology and production according to chemical defoliation and Entomosporium leaf spot. Two experiments were conducted; 1) The experiments were conducted during the 2011/12, 2012/13 and 2013/14 season, in a commercial pear orchard Mussato Company, in Vacaria city, Rio Grande do Sul state. The European pear cultivars Packham's Triumph, Abate Fetel and William's grafted on quince Adams were subjected to the treatments (dose of active ingredient): T1 AVG - aminoethoxyvinylglycine (Retain®, 15%), at 0.06 g/L⁻¹; T2: ethephon (Ethrel®, 24%) at 1 g/L⁻¹; T3: calcium chloride (calcium chloride, 24%) at 24 g/L⁻¹; T4: control - without application. The treatments were sprayed in 03/19/2012, 03/14/2013 and 03/18/2014, on average 45 days after the harvest. The variables analyzed were: percentage of leaf fall,

bud quality (mass, diameter, flower/vegetative, presence of necrosis, presence of dry buds), budding return (phenology, number of flower clusters, number of flowers, fruit set) and production (number of fruits, average fruit weight, fruit diameter, number of seeds/fruit). The experimental design used was randomized block with four replicates per treatment, each replicate consisting of three plants. 2) The experiments were conducted in the field, in a commercial orchard during the 2012/13 and 2013/14 seasons, in the Vacaria city, Rio Grande do Sul state. The Entomosporium leaf spot severity and natural leaf fall (occurred in the autumn) data were recorded in March and April, every two weeks, totaling five evaluations. The disease severity was evaluated with the aid of diagrammatic scale and the values obtained integrated in time, processed in the area below the Entomosporium leaf spot progress curve (AACPE). The data were adjusted to mono-molecular models, logistic and Gompertz. The vegetative parameters were evaluated during the dormant period: trunk diameter, plant height, canopy volume, branches fertility, and from the two years of evaluation data was obtained the increment of each variable. The results of the first experiment demonstrated in the pear trees treated with ethephon the leaf fall occurred earlier compared to other treatments and the control trees. As expected, the AVG showed a similar effect to the control trees, because of the inhibitory action of ethylene synthesis, where the primary function is to delay senescence of the tissue. Calcium chloride caused burns in the plant tissue and all tested seasons. No significant differences were found in the bud quality, budding and production return. There were no undesirable effects on the physiological parameters with the leaf fall induced by chemical products as a management technique. Among the tested products, ethephon showed potential to induce leaf fall, no presenting undesirable effect on the physiology of cultivars, however, further experiments must be carried out at different times to better evaluate the product.

For the second experiment it was found that all cultivars are susceptible to entomosporiose. About the resistance of the studied cultivars, it was determined that all are susceptible to Entomosporium leaf spot leaf spot. Based on AACPE, the first crop showed significant differences among cultivars, but in the second season did not show statistical difference. In 2012/13 season, Gompertz, was the model that best has adapted to the progress curve of the three cultivars. In the 2013/14 season the cv. Packham's Triumph had its best adjustment to the Gompertz model, Abate Fetel to logistical model and William's to the mono-molecular model. In the linear regression analyzes, the coefficients of determination (R^2) obtained for the Entomosporium leaf spot severity *versus* premature leaf fall were significant for all cultivars and growth seasons, attesting the interference of the pathogen in the leaf fall in both seasons. There is a negative correlation between the leaf fall, the fertility rate and plant height, indicating that the larger leaf fall, the lower will be the development of reproductive structures and smaller will be the height of these plants. It was concluded that the severity of Entomosporium leaf spot contributes to increased levels of premature leaf fall with negative correlation with the vegetative variables, indicating that the larger leaf fall, the lower will be the development of reproductive structures and smaller will be the height of these plants.

Key-words: leaf abscission, *Pyrus communis* L., vegetative parameters, *Entomosporium mespili*, chemical defoliation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escala do processo de senescência evidenciando a troca de coloração devido a à conversão dos açúcares em amido em cultivares de pereira europeia coletadas no município de Vacaria, RS.. A) Cultivar William's; B) Cultivar Abate Fetel; C) Cultivar Santa Maria e D) Cultivar Packham's Triumph.....41

Figura 2. Lesões de entomosporiose em folhas de pereira europeia cultivar Packham's Triumph (A; B); lesões em frutos de pereira europeia (C); mudas de portaenxertos (*Pyrus* spp.) apresentando desfolha em função da severidade da entomosporiose (D). 51

Figura 3. Figura Imagens de microscópio eletrônico de varredura que mostram o conidiósporo de *Entomosporium mespili* em folhas de *Amelanchier alnifolia*. Germinação do conidiósporo (A). Penetração do conidiósporo através do apressórios na cutícula (B). Penetração do conidiósporos pelo apressório formado no tubo germinativo (C). Conidiósporo ramificando tubo germinativo (D). Acérvulos em desenvolvimento (E). Acérvulos em esporulação (F). Acérvulos esporulando (G e H). Saskatoon, Canada.....54

Figura 4. Estádios fenológicos observados em pereira europeia. A – Repouso vegetativo; B – Gema inchada, C e D – Brotação, E - Exposição dos botões florais, F – Início da abertura floral; G – Plena florada; H e I – Queda de pétalas; J e K – *Fruit-set*;

L - Colheita.....81

Figura 5. Precipitação acumulada mensal (mm) A. 2011/12; B. 2012/13, C. 2013/14, temperaturas máxima e mínima (°C) D. 2011/12; E. 2012/13, F. 2013/14, umidade relativa (%) G. 2011/12; H. 2012/13, I. 2013/14, registrados no município de Vacaria, RS.83

Figura 6. Ilustração dos tratamentos: (A) senescência natural em plantas da cultivar William's; (B) plantas tratadas com AVG, cultivar Abate Fetel; (C) sintomas da aplicação do cloreto de cálcio em plantas da cultivar Abate Fetel; (D) plantas tratadas com etefon, cultivar Abate Fetel.....87

Figura 7. Precipitação acumulada mensal (mm) A) 2012/13, B) 2013/14, temperaturas máxima e mínima (°C) C) 2012/13, D) 2013/14, umidade relativa (%) E) 2012/13, F) 2013/14, registrados no município de Vacaria, RS.118

Figura 8. Curvas de progresso da entomosporiose, nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13(A) e 2013/14 (B).....119

Figura 9. Relação entre severidade da entomosporiose e desfolha outonal em pereira europeia, nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.....125

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Percentual de desfolha química e natural em pereira europeia nas cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel, William's na safra de 2011/12.90
- Tabela 2. Percentual de desfolha química e natural em pereira europeia nas cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel, William's na safra de 2012/13.....91
- Tabela 3. Percentual de desfolha química e natural em pereira europeia nas cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel, William's na safra de 2013/14.....92
- Tabela 4. Caracterização e diferenciação das gemas em função dos tratamentos empregados nas safras de 2011/2012.97
- Tabela 5. Caracterização, diferenciação das gemas e porcentagem de necrose e gemas secas em função dos tratamentos empregados nas safras de 2012/2013.....98
- Tabela 6. Início da brotação, plena florada e *Fruit-set* em função dos tratamentos empregados.99

Tabela 7. Número de frutos, peso médio, diâmetro e número de sementes em função dos tratamentos empregados.
.....100

Tabela 8. Área abaixo da curva do progresso da entomosporiose (AACPE) e coeficiente de determinação (R^2) ajustados pelos modelos monomolecular, logístico e de Gompertz ao progresso da entomosporiose, nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.
.....122

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson entre a desfolha outonal e o incremento nos parâmetros vegeto-produtivos nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.....126

Tabela 10. Variáveis vegeto-produtivas obtidas das cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.....128

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DA PEREIRA	27
CULTIVARES.....	30
Abate Fétel.....	30
Packham's Triumph.....	31
William's	32
Portaenxerto	34
Adams	35
CULTIVO DE PEREIRA NO BRASIL	36
ABSCISÃO FOLIAR	38
ENTOMOSPORIOSE.....	47
Sintomatologia	49
Ciclo biológico do patógeno	52
Manejo	57
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	59
CAPÍTULO 1	71
EFEITO DA DESFOLHA QUÍMICA NA FISIOLOGIA DE PLANTAS DE PEREIRA EUROPEIA	71
Resumo	71

Abstract.....	72
Introdução.....	74
Material e métodos	77
Resultados e Discussão.....	82
Conclusão	101
Referencial bibliográfico	102
CAPÍTULO 2.....	106
SEVERIDADE DA ENTOMOSPORIOSE, DESFOLHA OUTONAL E O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CULTIVARES DE PEREIRA.....	106
Resumo	106
Abstract.....	107
Introdução.....	109
Material e Métodos	111
Resultados e discussão.....	116
Conclusão	129
Referencial bibliográfico	129
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134

INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira é reconhecida mundialmente como uma das mais diversificadas. Dentre as fruteiras de clima temperado, a cultura da pereira tem recebido destaque pelo notável aumento do consumo no decorrer dos anos.

Apesar do cultivo da pereira ser praticado em poucas regiões do Brasil, o consumo desta fruta apresentou um aumento considerável. No ano de 2013, o Brasil importou aproximadamente 189 mil toneladas de peras frescas, e em 2014 este valor se eleva para 208 mil toneladas (ALICE WEB, 2015). Atualmente, a pera é o principal item da pauta de importação de frutas, tanto em volume, quanto em valor, superando outras frutas frescas, como uva, maçã, pêssigo e a ameixa (FIORAVANÇO; OLIVEIRA, 2014).

A limitação da cultura não tem sido a falta de mercado, uma vez que a demanda pela fruta existe e é alta, mas sim por apresentar uma baixa expressão em termos de área cultivada e produtividade (PEREIRA; HERTER, 2010).

Ao longo dos últimos anos a produção brasileira de peras não apresentou aumentos significativos. De 2002 e 2005 a produção manteve-se estável, torno de 19.500 toneladas. Em 2007 houve um decréscimo para 17.074 toneladas e na safra de 2009/2010, cinco anos depois, foram produzidas somente

14.856 toneladas em uma área plantada de aproximadamente 1.404 ha (FAO, 2015). Segundo Fioravanço e Oliveira (2014), essa diminuição está relacionada ao abandono da atividade por produtores insatisfeitos com os resultados obtidos.

Apesar destes fatos, os números das últimas safras apontam que uma nova situação vem sendo exposta. Observa-se que nos dois últimos anos, houve um aumento significativo nos volumes de produção. Na safra de 2012/2013 a produção de peras foi de aproximadamente 23 mil toneladas/ano, em uma área de cultivo de 1.688 hectares. Os maiores índices de produção estão localizados nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais e São Paulo (IBGE, 2015).

O cultivo de pera surge como alternativa consistente para a diversificação da fruticultura de clima temperado na região Sul do Brasil (FAORO; ORTH, 2010; PASA et al., 2012). Essa afirmação baseia-se, principalmente, nas condições edafoclimáticas relativamente propícias ao seu cultivo e na infraestrutura estabelecida pela cadeia produtiva da maçã, tanto em nível de produção quanto de processamento e comercialização, a qual permitiria a exploração conjunta e complementar das duas culturas, com benefícios para os

produtores, comerciantes e consumidores (FIORAVANÇO; OLIVEIRA, 2014).

Atualmente, o custo de produção da pereira no Brasil é alto, devido à baixa produtividade e má qualidade dos frutos. Em média, no sistema atual de produção, uma pereira europeia leva de três a sete anos para entrar em produção (GRIMALDI, 2014).

As tentativas de produzir frutos em maior quantidade, com regularidade e qualidade, resultaram na maioria das vezes em pomares e técnica economicamente deficitários. Além da irregularidade das produções ao longo dos anos, baixo retorno econômico (FIORAVANÇO; OLIVEIRA, 2014), falta de conhecimento sobre a melhor combinação entre cultivares copa e portaenxertos (LEITE et al., 2001); desconhecimento sobre o hábito produtivo e de floração das diferentes cultivares de pereiras europeias (PASA, 2011), problemas com o abortamento floral (NAKASU; LEITE, 1992, ARRUDA; CAMELATTO, 1990; GONÇALVES et al., 2014) e com a mancha foliar e de frutos, conhecida como entomosporiose, são alguns dos entraves que impossibilitam produções satisfatórias.

A entomosporiose vem limitando a produção da cultura em função de danos quantitativos e qualitativos, devido à carência de informações sobre a epidemiologia, manejo e

controle desta doença. Causada pelo fungo *Fabraea maculata* Atk. (anamorfo: *Entomosporium mespili* (DC). Sacc.), a entomosporiose é a mancha foliar e de frutos mais importante na cultura da pereira, sendo mais problemática em regiões de clima temperado (JONES; ALDWINCKLE, 1990), e por esse motivo, a importância da entomosporiose no Brasil é relativamente maior do que nos principais países produtores desta cultura (ALVES et al., 2012).

Na América do Sul, a entomosporiose já foi registrada na Argentina, Brasil e Paraguai (JONES; ALDWINCKLE, 1990). No Brasil, estudos sobre suscetibilidade das cultivares de pereira europeia foram desenvolvidos por Gonçalves et al. (2013; 2014) e Nunes (2015), estes autores constataram que todas as cultivares de importância econômica cultivadas no sul do Brasil são suscetíveis a entomosporiose.

A entomosporiose incide sobre folhas, ramos e frutos e em condições favoráveis de umidade e temperatura, os sintomas se tornam visíveis uma semana após a infecção e em ambas às faces das folhas (ROSENBERGER, 1981; JONES; ALDWINCKLE, 1990). Nunes (2015) observou em seu trabalho que a germinação de conídios de *E. mespili* aconteceu a partir de 6 horas de incubação a uma de temperatura de 20°C com molhamento foliar de 6 horas.

A severidade da doença pode aumentar rapidamente durante o desenvolvimento da planta, dependendo basicamente do microclima, da suscetibilidade do hospedeiro e da produção e liberação de inóculo (BAINS, 2000; HOLTSLAG et al., 2003). Bell e van der Zweet (2005) relataram que nestas cultivares quando submetidas à alta severidade da doença ocorre um desfolhamento quase completo da planta, reduzindo a capacidade de absorção de CO₂ e de luz, alterando a maquinaria fotossintética. Como consequência, este processo diminui o acúmulo de carboidratos, resultando em árvores fracas com significativa redução nas gemas floríferas o que interferirá na produção do ano seguinte (DOIDGE, 1911; van der ZWET, 1990; BELL; van der ZWET, 2005; NAKASU et al., 2007; NUNES; ALVES, 2012; GONÇALVES et al., 2013).

A desfolha antecipada causada pela entomosporiose vem se tornando um problema sério nas principais regiões produtoras no sul do Brasil, e este é um dos fatores que contribuem para o insucesso do desenvolvimento da cultura. Este fato tem preocupados os produtores e retardado a expansão da cultura, pois ainda não se sabe quais os efeitos desta desfolha na fenologia, qualidade das gemas, frutificação efetiva, qualidade dos frutos e produção. No entanto, ainda não há relatos que determinem o limiar de dano econômico ou

estabeleçam uma relação entre severidade da entomosporiose e desfolha (NUNES, 2015).

Em diversas culturas a realização da desfolha química tem sido empregada para facilitar a poda, diminuir custos, e reduzir a incidência de patógenos e melhorar a eficiência do controle químico (JENSEN et al., 1984; ALVES; MAY-DE-MIO, 2008; ALVES et al., 2008; MEYER, 2014; HAWERROTH et al., 2014), contudo, sabe-se que esta técnica de manejo pode reduzir o acúmulo de reservas, dificultar a diferenciação de gemas floríferas além de reduzir a produção.

A manutenção das folhas na planta é essencial para o processo de acúmulo de reservas que serão utilizadas como fonte de energia para o início da safra seguinte (HIDALGO, 1993) e também para a brotação das gemas, a qual é prejudicada quando ocorre a queda de folhas no início do ciclo (LLOYD; FIRTH, 1990).

Semelhante na macieira, a desfolha natural ocorre muito lentamente durante o outono, requerendo inúmeras pulverizações com fungicidas para manter a sanidade das folhas, até que todas tenham caído (SANHUEZA et al., 2006). Este manejo de sucessivas pulverizações de fungicidas tende a diminuir a eficiência dos ingredientes ativos, selecionar

populações de fungos resistentes, além de manter por mais tempo a fonte de inóculo (MEYER et al., 2014).

Nos cultivos de pereira, a proteção das plantas se estende até o final do ciclo, quando se inicia a desfolha natural o que acarreta elevação dos custos de produção e se justifica por não se conhecer o período em que a folha perde sua funcionalidade acarretando o processo de abscisão. No Brasil, não existe relato sobre a desfolha antecipada em pereira e a relação dessa desfolha com a floração, frutificação e com a entomosporiose.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DA PEREIRA

A pereira faz parte da divisão Angiospermae, classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Pomoideae e gênero *Pyrus*. O gênero *Pyrus* diferenciou-se no período terciário em um território montanhoso da atual China ocidental, dispersando-se a leste e a oeste e adaptando-se as mais diversas condições edafoclimáticas, diferenciando-se até as espécies atualmente conhecidas (FIDEGHELI, 2007).

No processo de formação das espécies domesticadas de *P. communis*, houve ocorrência de hibridizações interespecíficas (KUMAR; NEGI, 2010). No Ocidente, *P. communis* var. *pyrastere* e *P. communis* var. *caucasica* foram provavelmente os ancestrais da pereira europeia, e assim descendendo a grande maioria das cultivares comerciais predominantes no mundo (GIAYETTO; VILLARREAL, 2010).

Segundo Bell e Itai (2011) há pelo menos 26 espécies primárias amplamente reconhecidas e 10 de ocorrência natural distribuídas na Europa, Ásia, norte da África. No Brasil, a espécie mais difundida é a *P. communis*, popularmente

conhecida como pera europeia, assim como na Europa, África, América do Norte e Austrália (QUEZADA et al., 2003).

De acordo com Fioravanço (2007), os principais cultivares de pera produzidos no Brasil são as rústicas tradicionais (Kieffer, Smith e D'água), orientais (Hosui, Kosui, e Yali), europeias (Packham's Triumph) e híbridas do IAC (Triunfo, Seleta, Tenra, Primorosa e Centenária). Segundo Pio (2010) no Brasil há predominância no plantio de peras europeia em relação às asiáticas.

As espécies de *Pyrus* são autoestéreis, inférteis e diplóides, com exceção da *P. communis* que possui algumas cultivares poliploides. As plantas de pereiras podem ser árvores ou arbustos, possuem copa em formato piramidal, com folhas geralmente caducifólias (FIDEGHELLI, 2007). Os ramos laterais ao eixo principal formam um ângulo de aproximadamente 45°. Após atingirem o comprimento máximo, apresentam a cortiça lisa, primeiro verde e depois liliácea e, às vezes, pardas. Quando jovens, os ramos apresentam espinhos (CENTELHAS-QUEZADA; NAKASU, 2003).

O tronco é alto, grosso, de cortiça gretada, de cor amarelo-grisalho ou parda, segundo a cultivar, da qual se destacam, com frequência, placas lenticulares. A cortiça tem

tendência a ficar bastante rugosa, à medida que envelhece. A cor da cortiça serve muitas vezes para caracterizar um cultivar. As folhas são simples, possuem forma e dimensão variável, podendo atingir área de 10 cm de comprimento por 5 cm de largura. São pecioladas, glabras, e brilhantes na face superior. A pereira é caracterizada por gemas vegetativas e gemas mistas (MUNIZ, 2012).

A flor é hermafrodita, ocorre em corimbos florais de 5 a 15 flores, 2 a 5 estiletos, 20 estames, 5 pétalas geralmente brancas, podendo apresentar coloração rosada. O cálice é composto por cinco sépalas, que podem ser persistentes ou caducas. Os ovários são ínferos e tem cinco carpelos cada um, os quais contem de um a três óvulos (FIDEGHELLI, 2007).

A indução floral acontece, aproximadamente, aos 60 dias após a plena floração, nos meristemas terminais dos ramos. A fase de desenvolvimento floral ocorre no verão e no outono, sendo que todas as gemas potencialmente podem dar origem a uma flor. A maioria das pereiras floresce normalmente todos os anos (CENTELHAS-QUEZADA; NAKASU, 2003).

O fruto da pereira é um pomo, definido como falso fruto devido à parte comestível constituir o receptáculo floral. O formato dos frutos de cultivares de *P. communis* é muito

variável, entretanto é geralmente denominado de piriforme, onde se destaca o corpo e o pescoço, que pode ser mais ou menos pontiagudo e que, em algumas cultivares é muito curto. Os frutos são climatéricos, ou seja, não alcançam a maturação de consumo na planta, caso permaneçam, desenvolvem uma textura indesejável para consumo devido ao amolecimento dos tecidos ocasionado pelo extravasamento dos conteúdos celulares seguido de murcha, ocasionando falta de suco e ausência de sabor típico da cultivar (QUEZADA; NAKASU, 2003; FIDEGHELLI, 2007).

A pereira é uma espécie de clima temperado, devendo ser indicada para plantio em zonas com clima mais frio e homogêneo. Assim, as zonas mais adequadas são as de altitude, as quais possuem o somatório de horas de frio suficientes para o desenvolvimento da espécie, isto é, apresentam-se como somatório de 400 a 1000 horas de frio no período entre maio a setembro (MACHADO, 2011).

CULTIVARES

Abate Fetel

Descoberta por Chessy-les-Mines, na França no ano de 1866 e apresentada no Congresso de Lion no ano de 1876. Frutifica preferencialmente sobre esporões. 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 mais liberdade para negociar a comercialização (FEPAGRO, 2006).

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).

No Brasil nos últimos anos, ao observar esta 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).

Packham's Triumph

Obtida no ano de 1896 por Charles H. Packham na Austrália. A variedade 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 marmeleiro (AYUB; GIOPPO, 2009). Os frutos são grandes com peso médio de 270 g.. A polpa é branca, fundente, levemente ácida e doce (MORETTINI, 1967).

A Packham's Triumph é a variedade que vem apresentando a maior produtividade no decorrer dos últimos anos. Possui grande facilidade de 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).

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. 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 (MACHADO, 2011).

O tamanho dos frutos pode variar de médio a grande, com peso médio de 230 g e formato piriforme. A polpa é branca, fundente fina, suculenta, doce e aromática (MORETTINI, 1967).

Porém, segundo Perazzolo (2008) deve-se tomar alguns cuidados com esta variedade, analisando alguns fatores no momento da implantação do pomar. A William's é uma cultivar incompatível com o portaenxerto de marmeleiros, devendo obrigatoriamente ser combinada com um marmeleiro vigoroso ou ser utilizado um inter-enxerto com uma variedade compatível tanto com o marmeleiro quanto com a variedade William's.

Portaenxerto

A fruticultura moderna baseia-se na utilização de portaenxertos, cujo emprego possibilita o cultivo de inúmeras cultivares e espécies nos mais diversos climas e regiões. E dentre os fatores mais desejáveis, a sua influência nas características vegeto-produtivas sobre a copa (PICOLOTTO, 2009).

Segundo Hartmann et al. (2002) durante a formação de uma planta frutífera, o portaenxerto tem grande importância, visto que ele interfere no desenvolvimento e vigor da copa, na precocidade de produção, na quantidade e qualidade da produção, no adiantamento ou atraso da maturação dos frutos, na resistência a pragas e doenças, bem como na capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas desfavoráveis.

O marmeleiro é utilizado por algum tempo como uma alternativa de portaenxerto para pereiras por possuir efeito ananizante, permitindo assim, melhor controle do vigor da planta, podendo formar árvores 50 a 60% do tamanho de pereiras sobre *Winter Nellis*, e melhor adensamento entre plantas (mais que 3000 pl/ha⁻¹). Induz precocidade de produção; é de fácil propagação tanto por estaquia como por mergulhia. Como portaenxertos, os marmeleiros necessitam de suporte (ancoramento) para melhor desempenho, pois possuem

raízes não muito profundas, fibrosas e bifurcadas, que tendem a romper sob o peso da produção e vento (WESTWOOD, 1988).

Adams

Assim como o EMA, o Adams trata-se de uma seleção clonal de um marmeleiro do tipo D'Angers, obtido na Bélgica em 1965. O nome deriva de um viveirista belga. É largamente utilizado na Bélgica e Holanda, e recentemente está sendo introduzido na Itália (MUSACCHI, 2008). Para Jackson (2003), o portaenxerto de marmeleiro Adams induz vigor intermediário entre Marmeleiro C e Marmeleiro A no seu efeito sobre a cultivar copa, induzindo produção precoce. Dentre outras características, induz boa frutificação e bom peso de frutos (WERTHEIM, 1998).

O marmeleiro Adams apresenta grande facilidade de ser multiplicado, com sistema radicular fasciculado e superficial, exigindo terrenos bem drenados e férteis. Induz vigor reduzido nas plantas enxertadas, precocidade de frutificação, elevada produtividade e eficiência produtiva. Além disso, apresenta discreta afinidade com as cultivares mais difundidas. Apresenta bom tamanho de frutos mesmo com produção abundante,

sendo o que melhor se adapta para plantios de alta densidade (FIDEGHELLI; LORETI, 2009).

CULTIVO DE PEREIRA NO BRASIL

Dentre as fruteiras de clima temperado, a cultura da pereira tem recebido destaque pelo notável aumento do consumo no decorrer dos anos. A produção brasileira de peras nos anos de 2002 e 2005 manteve-se estável com produção em torno de 19.500 toneladas, porém em 2007 houve um decréscimo para 17.074 t e na safra de 2009/2010, cinco anos depois, foram produzidas 14.856 toneladas em uma área plantada de aproximadamente 1.404 há. Na última safra, a produção foi de aproximadamente 23 mil toneladas/ano (FAO, 2015), e os principais estados produtores, em ordem decrescente, são Rio Grande do Sul; Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, São Paulo (IBGE, 2015).

A diferença entre a produção e consumo favorece a importação de países como a Argentina, Chile, Uruguai, Portugal e Estados Unidos. No ano de 2013, o Brasil importou aproximadamente 189 mil toneladas de peras frescas, e em 2014 este valor se eleva para 208 mil toneladas (ALICE WEB, 2015). Atualmente, a pera é o principal item da pauta de

importação de frutas, tanto em volume, quanto em valor, superando outras frutas frescas, como uva, maçã, pêsego e a ameixa (FIORAVANÇO; OLIVEIRA, 2014).

Uma análise da real situação da cultura assinala por um lado uma pequena produção, praticamente estagnada e, por outro, uma importação que, apesar dos altos e baixos, se mantém em um patamar elevado, bem acima da produção nacional devido à ineficiência das variedades europeias (FIORAVANÇO, 2007).

O êxito da produção na região Sul do Brasil encontra-se nas condições climáticas e estruturais desta zona agroecológica, devido à existência de um grande número de pequenos e médios produtores, de modo que a diversificação da produção é uma alternativa para o aumento da eficiência das propriedades (HERTER; PEREIRA, 2008), contudo a diversificação depende diretamente da viabilização de novas tecnologias.

Considerando a estrutura já existente, há ainda um grande potencial técnico, econômico e social para o desenvolvimento da cultura no sul, pois a demanda pela fruta não é o problema principal, e sim a produção que não se mostra constante para atender o consumo interno. Há uma grande carência por informações básicas para o desenvolvimento da

cultura. Existem hoje grandes grupos de pesquisa buscando soluções para otimizar o potencial produtivo da cultura e assim encontrar a identidade regional para a cultura da pera no Brasil. No que se refere ao desenvolvimento de pesquisas científicas, muito se tem explorado na melhoria da produção, novas cultivares e portaenxertos; manejo de doenças como a entomosporiose; doenças pós-colheita; amadurecimento; conservação e armazenamento; e potencial de mercado de peras.

Um dos fatores mais restritivo ao desenvolvimento de pereira, especialmente nas cultivares europeias, é a susceptibilidade das cultivares a principal doença da cultura que é a entomosporiose. Avanço na pesquisa de cultivares mais tolerantes e efeito de portaenxertos sobre a epidemiologia da entomosporiose tem oferecido suporte para o desenvolvimento da cultura (GONÇALVES et al., 2013; 2014), porém, novos avanços devem ser direcionados para o entendimento deste patossistema (entomosporiose-pereira) sobre o processo de desfolha e abscisão foliar antecipada.

ABSCISÃO FOLIAR

Durante o ciclo de vida de uma planta, processos distintos contribuem para diferentes tipos de perdas. O primeiro refere-se a perdas por meio do atrito, que é responsável pelo destacamento de tecidos mortos ou doentes, tais como casca, folhas e ramos. Nestes casos, grandes forças mecânicas, como o vento ou crescimento diferencial, resultam na ruptura do órgão em uma região do tecido inerentemente fraco. O segundo envolve o processo de abscisão que também ocasiona perda, entretanto, este ocorre em locais determinados, em função da separação de células através da ação de enzimas hidrolíticas (ADDICOTT, 1955; 1957; SEXTON; ROBERTS, 1982; OSBORNE, 1989).

A senescência foliar no outono em espécies caducifólias sinaliza a transição do estágio ativo para o estágio dormente (ESTIARTE; PENUELAS, 2015). Este processo permite que estruturas vegetativas como brotos e folhas, e reprodutivas, como partes da flor, ovário, sementes e frutos possam ser despendidos da planta em resposta a sinais de desenvolvimento, hormonais e ambientais (ADDICOTT 1982; TAYLOR; WHITELAW, 2001). A senescência foliar é a última fase na vida de folha e é visualmente identificado pela alteração na cor da folha, que passa de verde para amarelo ou

vermelho, dependendo da espécie (ESTIARTE; PENUELAS, 2015).

Durante o processo de senescência, o qual antecede o período de dormência, logo no início, ocorre à conversão dos açúcares em amido, processo que garante o armazenamento de reservas, com a máxima concentração de amido no final do outono, marcado pelo início da queda das folhas (SCHRADER; SAUTER, 2002). Com o início do inverno e das baixas temperaturas, ocorre o aumento da atividade das amilases e fosforilases, que promovem a hidrólise do amido para a formação de açúcares solúveis.

As células sensibilizadas da zona de abscisão respondem a baixas concentrações de etileno endógeno, sintetizando e secretando celulase e outras enzimas degradadoras de parede celular. A dissolução parcial ou total da parede celular e da lamela média torna a região de abscisão enfraquecida, do ponto de vista mecânico (TAIZ; ZIEGER, 2004).

Figura 1. Escala do processo de senescência evidenciando a troca de coloração devido à conversão dos açúcares em amido em cultivares de pereira europeia coletadas no município de Vacaria, RS.. A) Cultivar William's; B) Cultivar Abate Fetel; C) Cultivar Santa Maria e D) Cultivar Packham's Triumph.



Fonte: produção do próprio autor.

A degradação das células é um pré-requisito necessário para a reabsorção de nutrientes. A reabsorção destes nutrientes não é absoluta, e as folhas que caem retêm quantidade de nutrientes, cujas concentrações representam a proficiência de

reaproveitamento de nutrientes (ESTIARTE; PENUELAS, 2015). Estes processos envolvem o colapso coordenado da matriz da parede celular em locais discretos e em estágios específicos (ROBERTS et al., 2000).

A fase da queda é caracterizada pela indução de genes que codificam enzimas hidrolíticas específicas de polissacarídeos e proteínas da parede celular, a atuação destas enzimas leva ao afrouxamento da parede celular e a separação das células do parênquima. Basta neste momento um vento moderado para causar a quebra do feixe vascular e completar a separação da folha do restante da planta. Tratamentos que aumentam a senescência foliar podem promover a abscisão por interferir na síntese e transporte de auxina na folha (MORGAN, 1984; REID, 1995; TAIZ; ZIEGER, 2004).

Abscisão é o termo utilizado para descrever o processo de separação natural dos órgãos da planta-mãe (TAYLOR; WHITELAW, 2001). A abscisão é um ativo processo metabólico que no enfraquecimento de células específicas e geneticamente definidas, que no processo de divisão podem produzir várias camadas de células chamadas de camada ou zona de abscisão (ADDICOTT; LINCH, 1950).

Ao contrário do processo mecânico de destacamento, a abscisão é precisamente controlada por mecanismos hormonais

(SEXTON, 2001). A abscisão inclui as funções de separação e proteção. De acordo com Estornell et al. (2013) a abscisão é um processo de separação que requer a formação de zonas de abscisão, sendo este um tecido exclusivo, composto por células especializadas que são mantidas em um estado de aparente falta de diferenciação em todo desenvolvimento dos órgãos da planta.

Baseado no trabalho de Estornell et al. (2013), até o momento, apenas a indução de etileno na abscisão foi demonstrada, mas o papel de outros hormônios relacionados à abscisão como o envolvimento da auxina permanece ambígua. Acredita-se que na rota metabólica para a produção de etileno, a auxina estimule a conversão de S-adenosil-metionina em 1 aminociclopropano-ácido carboxílico precursor imediato do etileno. Alguns destes aparecem em quantidades crescentes à medida que as folhas envelhecem.

Estornell et al. (2013) descreveram o processo considerando a base fisiológica que consiste na hidrólise das paredes celulares, a partir da expressão de genes que resultam do início da morte celular (princípio do processo de senescência) e o estabelecimento do sistema de defesa, seja através da formação da camada de proteção e proteínas relacionadas à patogênese.

No processo de separação das partes, ocorre a troca de metabólitos das paredes celulares e da estrutura química das pectinas que formam a lamela média (WEAVER, 1996; SEXTON, 2001).

O passo chave na perda de adesão entre células dentro de uma separação da camada é a indução de enzimas degradadoras da parede celular. Esta enzima quebra a pectina da lamela média e provoca a separação. Foi demonstrado que existem enzimas específicas de abscisão que são distintas de enzimas associadas a outros eventos do desenvolvimento que requerem separação de células, como o amadurecimento de frutos (TAYLOR; WHITELOW, 2001).

A função de proteção está relacionada com o processo de cicatrização dos tecidos que permanecem nas plantas, ocorrendo à formação da camada primária e posterior produção de felogênio (BIGGS; NORTHOVER, 1985). Estas camadas conferem o isolamento do sistema vascular, contra a entrada de patógenos a partir da formação de tiloses e caloses (SEXTON; ROBERTS, 1982).

O intervalo de tempo entre a indução e a conclusão da separação varia amplamente dependendo do tecido e dos níveis hormonais. Um levantamento de literatura revela que abscisão de folhas e frutos pode ser concluída em 10-48 h, enquanto

que, em estruturas florais ocorrem em aproximadamente 2,5-8 h. Existem alguns exemplos incomuns onde pétalas foram abscisadas em minutos em vez de horas (SEXTON; ROBERTS, 1982).

O processo de formação destas zonas de abscisão pode ser afetado por diferentes estímulos, o principal deles é interno e hormonal, o gradiente de auxina do outro lado da base da folha regula a queda das folhas. Para Estornell et al. (2013) a regulamentação dos efeitos dos hormônios vegetais são de extrema importância. De modo geral, vários hormônios como o etileno, ácido abscísico, ácido jasmônico e em circunstâncias específicas citocininas, atuam como sinalizadores no processo de aceleração da abscisão (SIPES; EINSET 1983; TAYLOR; WHITELAW, 2001; DAL CIN et al., 2007), enquanto outros, como auxina, giberelina, poliaminas e brassinosteróides atuam como inibidores da sinalização (STUTTE; GAGE, 1990; TAYLOR; WHITELAW, 2001; AZIZ, 2003).

Abscisão é um processo fisiológico muitas vezes relacionado com fatores externos como o frio, calor, nutrição, estresse hídrico, doenças e pragas. No caso de situações de estresse hídrico a condutância estomática é reduzida, devido seus estômatos ficarem mais tempo fechados, ocorrendo

acúmulo de ácido abscísico, resultando na menor produção de carboidratos, adiantando o processo de senescência.

Temperatura e fotoperíodo ocasionam as mudanças sazonais no ambiente tais como dias mais curtos e temperaturas mais frias, e estes também contribuem para a sinalização do início da senescência foliar e queda outonal (ADDICOTT, 1982; ADDICOTT; LINCH, 1957; WEAVER, 1996; TAYLOR; WHITELAW, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2009; ESTORNELL et al., 2013).

As plantas tendem a responder rapidamente a estas alterações, removendo as partes da planta que não são essenciais. Folhas infectadas por um determinado patógeno tendem a senescer, e desfolhar, contribuindo na prevenção da propagação da doença e permitindo o resto da planta continuar seu desenvolvimento (BUCHANAN-WOLLASTON, 1997)

A presença de patógenos nas folhas pode resultar na aceleração da senescência, e o efeito de ferrugens e bolores tem sido extensivamente estudado. Durante a interação patógeno-hospedeiro onde ocorre a formação de halos clorótico, no entanto, estas áreas são fotossinteticamente ativa. Acredita-se que devido à secreção pelo patógeno de compostos biologicamente ativos e de baixo peso molecular, os mesmos podem atuar como citocininas no hospedeiro, ocasionando a

retração localizada da senescência (van LOON et al., 2006). No Brasil, ainda não há relatos de trabalhos relacionados a desfolha provocada pela entomosporiose e os efeitos sobre a planta.

ENTOMOSPORIOSE

A entomosporiose é uma das principais doenças da cultura da pereira (*Pyrus* sp.) no Brasil. O estágio conidial do fungo já foi relatado como *Entomosporium maculatum* Lév. (BAUDOIN, 1986). Em 1976, Sivanesan e Gibson deram como nome prioritário *Entomosporium mespili* (DC, ex Duby) Sacc (anamorfo: forma imperfeita), o qual é atualmente utilizado. No que se refere aos teleomorfos (forma perfeita) encontram-se *Fabraea maculata* Atk. e *Diplocarpon maculatum* Atk. (BAUDOIN, 1986; BELL, van der ZWET, 2005).

A entomosporiose é a mancha foliar e de frutos mais importante na cultura, sendo mais problemática em regiões de clima temperado (JONES; ALDWINCKLE, 1990). Por esse motivo, a importância da entomosporiose no Brasil é relativamente maior do que nos principais países produtores (NUNES; ALVES, 2012).

Afeta mais de 50 espécies em 14 gêneros da família das Rosaceas, sendo relatada em diversos países como Canadá, Japão, EUA, Austrália, Índia, Israel e África do Sul (STOWELL; BACKUS, 1966). Na América do Sul, a entomosporiose já foi registrada na Argentina, Brasil e Paraguai (JONES; ALDWINCKLE, 1990). No Brasil, estudos sobre suscetibilidade das cultivares de pereira europeia foram desenvolvidos por Gonçalves et al. (2013; 2014) e Nunes (2015), estes autores constataram que todas as cultivares de importância econômica cultivadas no sul do Brasil são suscetíveis a entomosporiose. A pera, o marmelo e as espécies dos gêneros *Amelanchier*, *Chaenomeles*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Photinia*, *Pyracantha* e *Sorbus* são hospedeiros comuns (van der ZWET, 1990).

As cultivares de importância econômica de pereiras europeias, *P. communis* L., para o qual existem dados disponíveis, são consideradas suscetíveis. De acordo com Bell e van der Zwet (2005), nestas cultivares, ocorre o desfolhamento no final do verão, resultando em árvores fracas com significativa redução nas gemas floríferas, fato que poderá interferir na produção do ano seguinte. Entretanto, os mesmo autores ressaltam que a gravidade da desfolha não foi correlacionada com os níveis de entomosporiose.

Sintomatologia

A entomosporiose incide sobre folhas, ramos e frutos e os sintomas se tornam visíveis uma semana após a infecção (ROSENBERGER, 1981). Os sintomas são visíveis em ambas às faces das folhas jovens como lesões pequenas, avermelhadas a púrpuras, as quais coalescem, tornando-se marrom-escuras, podendo aparecer rodeadas por um halo clorótico; as folhas severamente infectadas apresentam aspecto necrótico, amarelecem e caem (JONES; ALDWINCKLE, 1990).

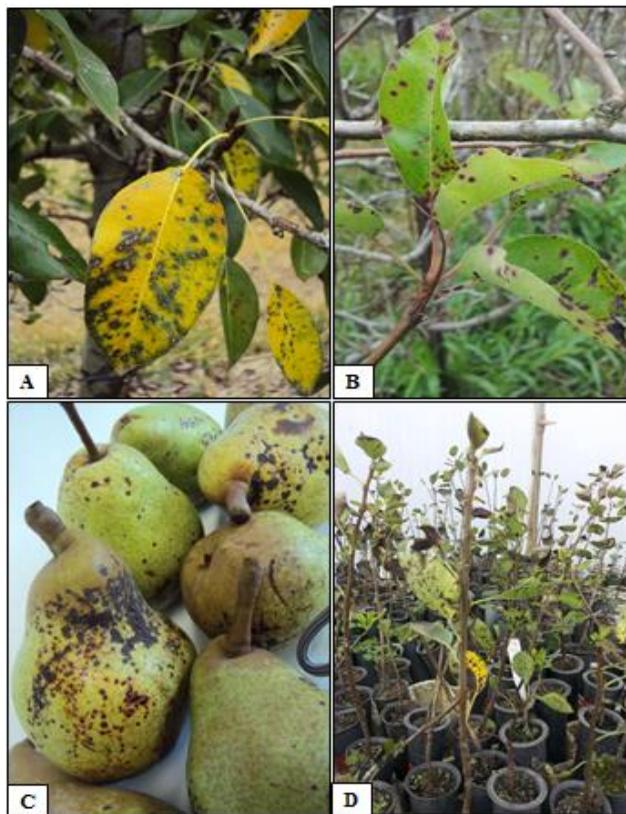
Sabe-se que em altas severidades levam a desfolha e a redução do potencial fotossintético da planta e, conseqüentemente, o seu rendimento (NAKASU et al., 2007). No entanto, ainda não há relatos que determinem o limiar de dano econômico ou estabeleçam uma relação entre severidade e desfolha (NUNES, 2015).

Doidge (1911) primeiramente relatou que quando todas as folhas de uma planta são atacadas pelo patógeno, ocorre uma desfolha severa resultando na redução do crescimento e baixa produção de frutos. Davidson (1990) observando as fases da mancha foliar em Saskatoon (*Amelanchier alnifolia*),

sugeriu que a queda prematura das folhas é decorrente das lesões nos pecíolos.

Nos ramos as lesões evoluem para cancrios, as quais produzem o inóculo para a primavera seguinte (van der ZWET; STROO, 1985). Os ramos de crescimento anual podem apresentar lesões no início ou no meio do verão, com manchas enegrecidas bastante visíveis. Estas lesões podem evoluir para cancrios (BELL; van der ZWET, 2005).

Figura 2. Lesões de entomosporiose em folhas de pereira europeia cultivar Packham's Triumph (A; B); lesões em frutos de pereira europeia (C); mudas de portaenxertos (*Pyrus* spp.) apresentando desfolha em função da severidade da entomosporiose (D).



Fonte: produção do próprio autor.

Em frutos, as lesões iniciais são semelhantes às lesões da folha, formando pequenas pontuações de coloração marrom escuro que se desenvolvem com o crescimento do fruto (Figura 1D), podendo levar a ocorrência de rachaduras, favorecendo o desenvolvimento de outros microrganismos (van der ZWET, 1990). A qualidade dos frutos é afetada através das manchas e rachaduras, as quais se tornam um fator limitante para a comercialização do produto fresco (DAVIDSON, 1990). Dependendo da fase fenológica em que ocorreu a infecção, os frutos podem ser afetados pela redução da taxa fotossintética, decorrente da queda das folhas (LELONG, 1889).

Ciclo biológico do patógeno

A principal fonte de inóculo primário de *E. mespili* são as folhas de pereira caídas do ano anterior que permanecem no local de cultivo (JONES; ALDWINCKLE, 1990). Os esporos sobrevivem durante o inverno por meio da formação de corpos de frutificação (apotécio), constituído pelos ascos, dos quais são liberados os ascósporos (fase sexuada) na primavera, quando as condições climáticas adequadas são reestabelecidas.

Dentro dos apotécios encontram-se as ascas, compostas por oito ascósporos, os quais são hialinos e com duas células.

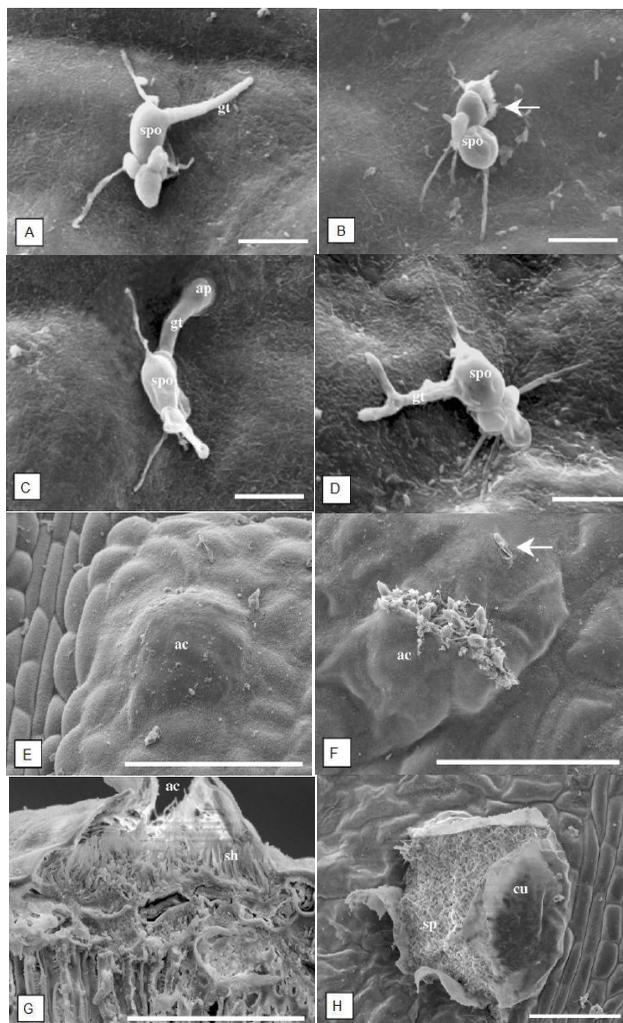
Quando os apotécios atingem a maturidade, projetam-se acima da superfície da cutícula foliar e podem ser disseminados. Os ascósporos são liberados dos apotécios em folhas caídas durante o inverno durante períodos chuvosos do final do inverno, início da primavera (BOGO et al., 2012; GONÇALVES et al., 2013). Não há informações sobre períodos críticos ideais para a liberação dos ascósporos nas regiões produtoras de pera no Brasil (NUNES, 2015).

Não há relatos da existência da forma perfeita do fungo (*Fabraea maculata*) em condições brasileiras. Este fato também foi relatado no Japão, onde a forma perfeita também não foi observada (HORIE; KOBAYASHI, 1980). Neste contexto, a ocorrência da doença nos pomares brasileiros pode estar associada à sobrevivência do patógeno na forma assexuada a partir das fontes de inóculo de restos culturais ou cancos de ramos (NUNES, 2015).

O fungo na fase anamorfo produz acérvulos ou corpo de frutificação no centro das lesões da folha, ramos ou frutos, de coloração preta onde são produzidos os conídios (Figura 2 D; E). Os conídios são dispersos pela ação do vento e pelos respingos de chuva, podendo iniciar novas infecções sob condições favoráveis ao seu desenvolvimento (RONALD; SAINT PIERRE, 2002).

Os conídios medem de 18 a 20 x 12 a 14 μm , compostos por quatro células e três apêndices (van der ZWET, 1990; HOLTSLAG et al., 2003). As quatro células do conídio podem dissociar-se em uma hora na água, germinando somente após a dissociação, onde, uma única célula produzir mais de um tubo germinativo (van der ZWET, 1990). A germinação dos conídios em folhas de Fotínia (*Photinia fraseri*) ocorreu 6 horas após a inoculação (BAUDOIN, 1986) e em folhas de *Pyrus* 18 horas após a inoculação (van der ZWET; STROO 1985). Nunes (2015) relatou em seu trabalho que a germinação de conídios de *E. mespili* aconteceu a partir de 6 horas de incubação a uma de temperatura de 20°C com molhamento foliar de 6 horas.

Figura 3. Figura Imagens de microscópio eletrônico de varredura que mostram o conidiósporo de *Entomosporium mespili* em folhas de *Amelanchier alnifolia*. Germinação do conidiósporo (A). Penetração do conidiósporo através do apressórios na cutícula (B). Penetração do conidiósporos pelo apressório formado no tubo germinativo (C). Conidiósporo ramificando tubo germinativo (D). Acérvulos em desenvolvimento (E). Acérvulos em esporulação (F). Acérvulos esporulando (G e H). Saskatoon, Canada.



Fonte: Ronald e Saint Pierre (2002).

Baudoin (1986) observou que na penetração de *E. mespili* em folhas de Fotínia ocorreu à formação de apressórios

nos ápices dos tubos germinativos ou diretamente abaixo do conidióforo. A penetração nas células epidérmicas pode ser observada 12 horas após a inoculação a uma temperatura de 25° C. Van der Zwet e Stroo (1985) relatam que conídios de *E. mespili* também formaram apressórios em folhas de *Pyrus*, permitindo a penetração na superfície da folha após 48 horas de inoculação.

Com relação à infecção em folhas jovens e maduras, Baudoin (1986) relata que a penetração em folhas maduras ocorre na superfície abaxial através de células-guarda e estômatos. Nas folhas jovens a penetração ocorre tanto na face abaxial quanto adaxial, em células da cutícula e células-guarda devido a menor espessura da cutícula.

Os conídios podem sobreviver ao inverno (STOWELL; BAUCKUS, 1966), constituindo a principal fonte de inóculo primário. Entretanto, cancrios de ramos jovens podem assumir maior importância na sobrevivência do patógeno sob diferentes condições climáticas e para algumas cultivares, através da manutenção do inóculo secundário (ROSENBERGER, 1981).

Stathis e Plakidis (1959) *apud* Lambe e Ridings (1979) relataram pela primeira vez a existência de raças fisiológicas de *E. Mespili*. Lambe e Ridings (1979) observaram em seus experimentos que; isolados de pera (*Pyrus* spp.) e de marmelo

(*Cydonia oblonga*) foram virulentos para pera e nêspira, mas não patogênicos para *Photinia* spp; outra importante observação foi que isolados de *Photinia* spp. apresentaram alta virulência para fotínia, pera, e nêspira, no entanto, isolados de nêspira apresentaram baixa virulência em fotínia. No Brasil, a ocorrência de raças fisiológicas ainda não foi relatada.

Em meio de cultura, o fungo produz colônias viscosas, amareladas e erumpente de crescimento lento que podem atingir até 3 ou 4 mm acima da superfície do meio de cultura após vários meses. Os conídios surgem sobre o meio entre 30-45 dias como uma massa creme a amarelada. A produção de conídio pode ser incrementada no meio de cultura sucrose-caseína ou pela adição de tiamina ao meio BDA (batata-dextrose-ágar) sob regime de luz específico. (BOGO et al., 2013).

Manejo

O controle de doenças nos pomares no Sul do Brasil representa um dos principais itens nos custos de produção. A aplicação de fungicidas é principal ferramenta de controle da entomosporiose no Brasil, sendo necessárias várias pulverizações ao longo de cada safra (CORREA, 2013).

O controle efetivo da entomosporiose requer aplicações frequentes de fungicidas durante o período de crescimento, especialmente depois de períodos de molhamento foliar (BELL; van der ZWET, 2005). Segundo Correa (2013) é importante salientar o benefício para o produtor, e para o sistema de produção ter opções de fungicidas, como o Tiofanato metílico e o Mancozeb, que são de diferentes grupos e formas de ação para o controle químico da entomosporiose.

No Brasil, existe uma carência de ingredientes ativos registrados para a cultura da pereira, podem ser comercializados apenas quatro produtos para o controle da entomosporiose, sendo que dois são à base de óxido cuproso e dois produtos formulados com Mancozeb (CORREA, 2013).

Quando os intervalos de aplicação são maiores que duas semanas, o nível de controle da entomosporiose acaba sendo reduzido drasticamente (HAGAN; AKRIDGE, 2011). De acordo com Meyer (2014) o controle químico pode ser eficiente no controle da doença, mas não na manutenção das folhas nas plantas.

O controle genético associado a outras estratégias é a melhor forma de assegurar um controle eficiente, no entanto ainda não existem genótipos resistentes disponíveis tanto no mercado nacional, como internacional (BOGO et al., 2013).

Como controle cultural, a adoção de medidas preventivas como: seleção de área, mudas com certificado fitossanitário, poda de formação e limpeza, que permitam uma boa permeabilidade aos agroquímicos, aeração e insolação da copa, bem como a eliminação de fontes de inóculo, podem auxiliar no controle da entomosporiose (BERGAMIN FILHO, 1995).

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ADDICOTT, F.T. Abscission. University of California Press, Berkeley, 1982.

ADDICOTT, F.T.; LYNCH, R.S. Physiology of abscission. Annu. Rev. Plant. Physiol. v.6, p.211-238. 1955.

ADDICOTT, F. T.; LYNCH R. S. Defoliation and desiccation: harvest-aid practices. Advan. Agron, v 9, p. 67-93. 1957.

ALICE WEB MDIC. Disponível em <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>> Acessado em março de 2015.

ALVES, G.; MAY-DE MIO, L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. Rev. Bras. Frutic., v. 30, n. 4, p. 907-912, 2008.

ALVES, S. A.M.; SILVA, V.C.; NUNES, C.C. Metodologia para cultivo e preservação do fungo causador da entomosporiose da pereira. Circular Técnica Nº 92. 2012.

ARRUDA, J. J. P. de; CAMELATTO, D. Abortamento de gemas florais de cinco cultivares de pereira (*Pyrus* spp., L.) em dois locais do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Ciência Rural, v. 9, n. 4, p. 635-638, 1999.

ASSMANN et al. Reação de genótipos de pessegueiro à ferrugem-da-folha. Pesquisa agropecuaria brasileira, v.45, n.1, p.32-40, 2010.

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

AZIZ, A. Spermidine and related-metabolic inhibitors modulate sugar and amino acid levels in *Vitis vinifera* L. possible relationships with initial fruitlet abscission. Journal of Exp. Botany, vol. 54, n. 381, p. 355 -363, 2003.

BAINS, P.S. Attack Entomosporium. Prairie Fruit, v. 7, p. 3-4, 2000.

BAUDOIN, A.B.A.M. Infection of photinia leaves by *Entomosporium mespili*. Plant Disease, 70:191-194. 1986.

BELL, R.L.; van der ZWET, T. Host Resistance in pyrus to *Fabraea* leaf spot. Hortscience, 40. p. 21-23. 2005.

BELL, R.; ITAI, A. *Pyrus*. In.: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources Temperate Fruits, Springer, p.147-178. 2011.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico. São Paulo, Ceres. 1996.

BIGGS, A.R.; NORTHOVER, J. Formation of the primary protective layer and phellogen after leaf abscission in peach. *Canadian Journal of Botany*, v.63, p.1547-1550, 1985.

BOGO, A.; GONÇALES, M.J.; GRIMALDI, F. Doenças da Pereira. In: RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A.; BOGO, A. *A Cultura da Pereira*. Florianópolis, DIOESC, 247p. 2012.

BUCHANAN-WOLLASTON, V. The molecular biology of leaf senescence. *Journal of Experimental Botany*, vol. 48, n. 307, p. 181-199, 1997.

CENTELHAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B. H. Classificação botânica, origem e evolução. In: CENTELHAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. (Org.). *Pera: produção*. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, cap. 3, p. 20-22.

CORRÊA, D. Intensidade da entomosporiose em folhas de cultivares de pereira europeia em resposta a aplicação de fungicidas. 55 p. Dissertação de Mestrado- Universidade do Estado de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. 2013.

DAVIS, D.E., Inhibition of flower bud initiation and development in apple by defoliation, gibberelic acid and crop load manipulation. 120p.. Tese de Doutorado apresentada a Faculdade Virginia Polytechnic Institute and State University. 2002.

DAVIDSON, J.G.N. Entomosporium leaf and berry spot of Saskatoons in Alberta in 1990. *Fruit Grower* 6, p.5-7, 1990.

DAL CIN, V; BOSCHETTI, A.; DORIGONI, A.; RAMINA, A. Benzylaminopurine application on two different apple cultivars (*Malus domestica*) displays new and unexpected fruitlet abscission features. *Annals of Botany*, v.99: p.1195–1202, 2007.

DOIDGE, E.M. Leaf blight of the pear and quince. *Agricultural Journal of the Union of South Africa*, v.1: p. 694-695, 1911.

ESTIARTE, M.; PENUELAS, J. Alteration of the phenology of leaf senescence and fall in winter deciduous species by climate change: effects on nutrient proficiency'. *Global Change Biology*, v.21, p. 1005–1017. 2015.

ESTORNELL et al. Elucidating mechanisms underlying organ abscission. *Plant Science*, v.199–200, p. 48–60. 2013.

FAO/ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. STATISTICS DIVISION. *Production Crops 2013*. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: janeiro de 2015.

FAORO, I. D.; ORTH, A. I. Qualidade de frutos da pereira-japonesa colhidos em duas regiões de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.1, p.308-315, 2010.

FEPAGRO, *Situação da Cultura da Pera, 2006*. Disponível em <<http://www.fepagro.rs.gov.br>> Acesso dezembro de 2014.

FIDEGHELLI, C. Origine ed evoluzione apud ANGELINI, R.; FIDEGHELLI, C.; PONTI, I. *Il pero*, Milano, Itália. p. 2 – 17. 2007.

FIDEGHELLI, C.; LORETI, F. Monografia dei portinnesti dei fruttiferi. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, p. 239. 2009.

FIORAVANÇO, J. C. A cultura da pereira no Brasil: situação econômica e entraves para o seu crescimento. Informações Econômicas, v.37, n.3, 2007.

FIORANÇO, J.C., OLIVEIRA,P.R.D. Produção e importação brasileira de pera no período de 2001 a 2012. Informações Econômicas, v. 44, n. 6, 2014.

GIAYETTO, A.; VILLARREAL, P. Manual para el productor y el empacador. In.: Enfermedades y su manejo en el cultivo. p. 96-103. 2010.

GONÇALVES et al. Influence of quince rootstocks on Entomosporium leaf spot (*Entomosporium mespili*) susceptibility in european pear cv. Abate Fetel. Journal of Agricultural Science and Technology, p.141-149. 2014.

GONÇALVES et al. Behavior of European pear cultivars under different quince rootstocks to Entomosporium leaf spot in Southern Brazil, Crop Protection v.49, p.26-30.2013.

GRIMALDI, F. Desenvolvimento de protocolo de micropropagação para genótipos de *Pyrus communis* L. e avaliação a campo do potencial de portaenxerto para a utilização na cultura da pereira, 82p. Tese de Doutorado em Produção Vegetal. – Programa de Pós-graduação produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2014.

HAGAN, A. K.; AKRIDGE, J,R. Entomosporium leaf spot control on red-tip Photinia with drench and foliar fungicides in

the Landscape. Alabama Agricultural Experiment Station, Bulletin v. 675, p.5. 2011.

HARTMANN, H. T.. Plant Propagation: principles and practices. New Jersey: Prentice Hall. v.7, p. 880. 2002.

HAWERROTH et al. Uso da desfolha para indução da brotação de atemoleiras ‘Gefner’. Rev. Bras. Frutic., v. 36, n. 4, p. 1041-1045, 2014.

HIDALGO, L. Tratado de viticultura general. Madri: Mundi-Prensa, 1993. 983p.

HOLTSLAG et al. Leaf wetness duration and temperature required for infection of saskatoon leaves by *Entomosporium mespili* under controlled conditions. Canada Journal Plant Pathology, v. 25, p. 168-173, 2003.

HORIE, H., AND KOBAYASHI, T. Entomosporium leaf spot of Pomoideae (Rosaceae) in Japan. I. Distribution of the disease; morphology and physiology of the fungus. Eur. J. For. Pathol.v.9, p. 366–379. 1979.

IBGE/INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Estadual – Lavoura permanente, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>> Acesso em: janeiro de 2015.

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

JENSEN, F.L.; CHRISTENSEN, L.P.; BETTIGA, L. Desiccants for grapevines. California agriculture, p.9. 1984.

JONES, A.L.; ALDWINCKLE, H.S. Compendium of apple and pear diseases. St. Paul: American Phytopathological Society, p. 100. 1990.

KUMAR, K.; NEGI, R.K. The pear In.: Origin and taxonomy, 1ed. IBDC publisher, p.39-45. 2010.

LAMBE, R.C.; RIDINGS, H.W. Entomosporium leaf spot of photinia. Plant Pathology Circular n. 206. 1979.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L. FAORO, I. D. Propagação da Pereira. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL – EPAGRI. Nashi: a pêra japonesa. Florianópolis: EPAGRI/JICA, p. 161 – 178. 2001.

LELONG, B.M. Pear cracking and leaf blight. In.: Fungoid diseases. Annual report. California State Board of Horticulture. 1889.

LLOYD, J.; FIRTH, D. Effect of defoliation tipo on depth of dormancy and bloom time for low-chill peaches. HorScience. v.25, n. 12, p.1575-1578, 1990.

LLOYD, D.A.; COUVILLON, G.A. Effects of date of defoliation on flower and leaf bud development in the peach (*Prunus persica* (L) Batsch). Journal of American Society for Horticultural Science, v. 99, n.6, p.514-517, 1974.

LORETI, F. Attuali conoscenze sui principali portinnesti degli alberi da frutto – Il pero. Rivista di Frutticoltura – Speciale Portinnesti. n. 9, p.21-26, 1994.

MACHADO, B.D. Aspectos vegetativos e produtivos de cultivares copa de pereira europeia com combinações de porta enxertos. 82p. Dissertação Mestrado - Programa de Pós-

graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2011.

MAY-DE MIO, L.L.; AMORIM, L. Influência da temperatura e da duração do molhamento foliar nos componentes monocíclicos da ferrugem do álamo. *Summa Phytopathologica* v.28, p.33-40. 2002.

MAY-DE MIO, L.L.; AMORIM, L.; SCHUTA, L.R. Suscetibilidade de clones de Álamo à ferrugem no viveiro, eficiência de fungicidas e avaliação de danos. *Summa Phytopathologica* v.28: p.46-51. 2002.

MEYER, G. A. Abscisão foliar em macieiras. 128p. Tese de Doutorado- Universidade do Estado de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2014.

MEYER, et al. Methodology to determine abscission zone in apple trees. *Ciência Rural*, v.44, n.6, 2014.

MORETTINI et al. Monografia dele principali Cultivar di Pero. p. 412 1967.

MUNIZ, J.N., KRETZSCHMAR, A.A, HIPÓLITO, J.S. Classificação botânica, origem e evolução. In: RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A.; BOGO, A. A Cultura da Pereira. Florianópolis, DIOESC, 2012. 247p.

MUSACCHI, S. I portinnesti per La moderna pericoltura. In: II Reunião técnica da cultura da pereira, 2008, Lages. Anais. Lages, SC, 2008. p.7-12.

NAKASU, B. H. et al. A cultura da pera. Brasília, DF: Embrapa Clima Temperado; Embrapa Informação Tecnológica, 58 p. 2007.

NAKASU, B. H.; LEITE, D. L. *Pyrus 9* - Seleção de pereira para o sul do Brasil. Horti Sul, v. 2, n. 3, p. 19-20, 1992.

NUNES, C.C.; ALVES, S.A.M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade de entomosporiose em folhas de pereira. Summa Phytopathologica, v.38, n.3, p. 239-244, 2012.

NUNES, C.C. Interação entre temperatura e molhamento no desenvolvimento da entomosporiose da pereira. 88p. Dissertação Mestrado - Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2015.

OLIVEIRA et al. Teores de carboidratos em estacas lenhosas de mirtilheiro. Rev. Bras. Frutic., v. 34, n. 4, p. 1199-1207, 2012

OSBORNE, D.J. Abscission. Critical Reviews in Plant Science. V.8, p.103-129,1989.

PASA, M. S. Hábito de frutificação, crescimento e produção de peras tipo europeia em função de diferentes portaenxertos na região sul do Brasil. 76p. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

PASA et al. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de peras sobre portaenxertos de marmeleiro e *Pyrus calleryana*. Rev. Bras. Frutic. v. 34, n. 3, p. 873-880, 2012.

PERAZZOLO, G. Problemática da cultura da pereira no Rio Grande do Sul. In: II Reunião técnica da cultura da pereira, 2008, Lages. 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.

PICOLOTTO et al. Características vegetativas, fenológicas e produtivas do pessegueiro cultivar Chimarrita enxertado em diferentes porta enxertos. Pesq. agropec. bras, v.44, n.6, p.583-589, 2009.

QUEZADA, A.C.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. Pera: Produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003.p. 37-45.

QUEZADA, A.C.; NAKASU, B.H. Classificação botânica, origem e evolução. In: QUEZADA, A.C. et al, Pera Produção. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2003, v.1, p. 20-21

ROBERTS, J.A. et al. Cell separation processes in plants – models, mechanisms and manipulation. Annual Botany, v. 86. p. 223-235, 2000.

RONALD, P.S.; ST-PIERRE, R.G. Infection process of *Entomosporium mespili* on leaves of saskatoon, *Amelanchier alnifolia*. Canadian Journal of Plant Pathology. 24: 363–371, 2002.

ROSENBERGER, D.A. Proceedings of apple and pear disease. In.: Fabraea leaf blight of pear. APDW publication called bad apple, p. 81-86. 1981.

RYUGO, K. Fruticultura ciência y arte. 1988. p. 460.

SANHUEZA, R.M.V.et al. Características e controle das doenças de verão na produção integrada de maçã. In: SANHUEZA, R.M.V.et al. Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Cap.4 , p.51-60. 2006.

SCHRADER; S.; SAUTER J.J. Seasonal changes of sucrose-phosphate synthase and sucrose synthase activities in poplar wood (*Populus x Canadensis Moench "robusta"*) and their possible role in carbohydrate metabolism. Journal of Plant Physiology, v.159, p.833-843, 2002.

SEXTON, R. Abscission. In: Handbook of Plant and Crop Physiology. 2 ed. Mohammad Pessaraki. The University of Arizona. 2001.

SEXTON, R.; ROBERTS, J.A. Cell biology of abscission. Annual Review of Plant Physiology 33:p. 133–162. 1982.

SIPES, D.; J. EINSET, J. Cytokinin stimulation of abscission in lemon pistil explants, J. Plant Growth Regul.p.73–80.1983.

SIVANESAN, A.; GIBSON, I. A. S. *Diplocarpon maculatum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria nº 481. Commonw. Mycol. Inst. Kew Surrey, England. P.2 1976.

STOWELL, E.A.; BACKUS, M.P. Morfology and citology of *Diplocarpon maculatum* on *Crataegus*, In.: The Entomosporium stage. Micologia 58:p.949-960, 1966.

STUTTE, G.W.; GAGE, J. Gibberellin inhibits fruit abscission following seed abortion in peach, J. Am. Soc. Hort. Sci. 115 p.107–110. 1990.

TAIZ L., ZIEGER, E. Fisiologia vegetal. 2004, 3 ed. P. 719.

TAYLOR, J., WHITELOW, C.A. Signals in abscission. *New Phytologist*. 151: 323–339. 2001.

van der ZWET, T. Compendium of apple and pear disease In.: *Fabraea Leaf spot*. APS PRESS, The American Phytopathological Society, p. 23-24 1990.

van der ZWET, T.; STROO, H.F. Effects of cultural conditions on sporulation, germination, and pathogenicity of *Entomosporium maculatum*. *Phytopathology*, 75: 94-97, 1985.

van LOON, L.C.; GERAATS, B. P.J.; LINTHORS, H. J.M. Ethylene as a modulator of disease resistance in plants. *Trends in Plant Science*. v.11 n.4. 2006.

WEAVER, R.J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México: Trillas, p. 622. 1976.

WESTWOOD, M. Temperate-zone pomology, physiology and culture, Third Edition. Timber Press, Portland, Oregon. 1993.

WERTHEIM, S.J. Rootstock guide: apple, pear, cherry, European plum, 1998, 144p.

WUTSCHER, H. K. Rootstocks effects on fruit quality. In: FERGUSON, J.J., WARDOWSKI, W. F. Factors affecting fruit quality. Lake Alfred : University of Florida, p.24-34. 1988.

CAPÍTULO 1

EFEITO DA DESFOLHA QUÍMICA NA FISIOLOGIA DE PLANTAS DE PEREIRA EUROPEIA.

Resumo

Em diversas culturas a realização da desfolha química tem sido empregada para facilitar a poda, diminuir custos, reduzir a incidência de patógenos e melhorar a eficiência do controle químico, contudo, sabe-se que esta técnica de manejo pode reduzir o acúmulo de reservas, dificultar a diferenciação de gemas floríferas além de reduzir a produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da desfolha química na fisiologia de plantas de pereira europeia. Os experimentos foram conduzidos a campo nas safras agrícolas de 2011/12, 2012/13 e 2013/14, em pomar comercial da Empresa Mussato, localizado no município de Vacaria, estado do Rio Grande do Sul. Plantas de pereira europeia das cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel e William's enxertadas sobre marmeleiro Adams foram submetidas a tratamentos com diferentes desfolhantes (dose do ingrediente ativo) sendo, T1: AVG - aminoethoxyvinylglycine, (Retain®, 15%), na dose 0,06 g/L⁻¹; T2: etefon (Ethrel®, 24%), na dose 1 g/L⁻¹; T3: cloreto de cálcio (cloreto de cálcio, 24%) na dose de 24 g/L⁻¹; T4: testemunha sem nenhuma aplicação. Os tratamentos foram aplicados em 19/03/2012, 14/03/2013 e 18/03/2014, em média 45 dias após a colheita. As variáveis analisadas foram: percentual de desfolha, qualidade de gemas (massa, diâmetro, florífera/vegetativa, presença de necrose,

presença de gema seca), retorno de brotação (fenologia, número de cachopas, número de flores, percentual de fixação), e produção (número de frutos, peso médio, diâmetro, número de sementes). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição constituída por três plantas. Plantas tratadas com etefon desfolharam mais rapidamente em relação aos demais tratamentos e a testemunha. Como esperado o AVG apresentou efeito análogo à testemunha, pois apresentação ação inibidora da síntese de etileno, onde a principal função é atrasar a senescência do tecido. O cloreto de cálcio causou queima no tecido vegetal e em todas as safras avaliadas. Não foram verificadas diferenças significativas na qualidade de gema, retorno de brotação e produção. Não foram observados efeitos indesejáveis sobre os parâmetros fisiológicos da planta quanto à utilização da desfolha como técnica de manejo. Dentre os produtos testados, o etefon foi o que apresentou potencial para utilização na desfolha química, pois não apresentou efeito indesejável sobre a fisiologia das cultivares avaliadas, no entanto, novos experimentos devem ser realizados em diferentes épocas para melhor avaliação do produto.

Palavras-chaves: abscisão foliar, *Pyrus communis* L., parâmetros vegetativos.

Abstract

In different cultures, the induced leaf fall by chemical sprays has been used to facilitate the pruning, reduce costs, to reduce the incidence of pathogens and improve the efficiency of chemical control, however, it is known that this management technique can reduce the carbohydrate accumulation,

compromise the differentiation of flowering buds process and reduce production. The objective of this study was to evaluate the effect of induced leaf fall by chemical spray in the physiology of European pear trees. The experiments were conducted during the 2011/12, 2012/13 and 2013/14 season, in a commercial pear orchard Mussato Company, in Vacaria city, Rio Grande do Sul state. The European pear cultivars Packham's Triumph, Abate Fetel and William's grafted on quince Adams were subjected to the treatments (dose of active ingredient): T1: AVG - aminoethoxyvinylglycine (Retain®, 15%), at 0.06 g/L^{-1} ; T2: ethephon (Ethrel®, 24%) at 1 g/L^{-1} ; T3: calcium chloride (calcium chloride, 24%) at 24 g/L^{-1} ; T4: control - without application. The treatments were sprayed in 03/19/2012, 03/14/2013 and 03/18/2014, on average 45 days after the harvest. The variables analyzed were: percentage of leaf fall, bud quality (mass, diameter, flower/vegetative, presence of necrosis, presence of dry buds), budding return (phenology, number of flower clusters, number of flowers, fruit set) and production (number of fruits, average fruit weight, fruit diameter, number of seeds/fruit). The experimental design used was randomized block with four replicates per treatment, each replicate consisting of three plants. In the pear trees treated with ethephon the leaf fall occurred earlier compared to other treatments and the control trees. As expected, the AVG showed a similar effect to the control trees, because of the inhibitory action of ethylene synthesis, where the primary function is to delay senescence of the tissue. Calcium chloride caused burns in the plant tissue and all tested seasons. No

significant differences were found in the bud quality, budding and production return. There were no undesirable effects on the physiological parameters with the leaf fall induced by chemical products as a management technique. Among the tested products, ethephon showed potential to induce leaf fall, not presenting undesirable effect on the physiology of cultivars, however, further experiments must be carried out at different times to better evaluate the product.

Key-words: leaf abscission, *Pyrus communis* L., vegetative parameters.

Introdução

A produção de peras no Brasil na safra de 2012/2013 foi de aproximadamente 23 mil toneladas/ano (IBGE, 2015) em uma área de cultivo de 1.688 hectares. Apesar do cultivo da pereira ser praticado em poucas regiões do Brasil, o consumo desta fruta apresentou um aumento considerável, sendo necessária a busca por técnicas que viabilizem o aumento deste sistema produtivo.

Um dos problemas decorrentes do plantio em regiões de clima temperado é a ocorrência da entomosporiose. Causada pelo fungo *Fabraea maculata* Atk. (anamorfo: *Entomosporium mespili*), a entomosporiose é a mancha foliar e de frutos mais

importante na cultura, pois limita a produção em função de danos quantitativos e qualitativos, devido à carência de informações sobre a epidemiologia, manejo e controle desta doença.

Estudos sobre suscetibilidade das cultivares de pereira europeia foram desenvolvidos por Gonçalves et al. (2013; 2014) e Nunes (2015), estes autores constataram que, todas as cultivares de importância econômica cultivadas no sul do Brasil são suscetíveis a entomosporiose. Bell e van der Zweet (2005) relataram que quando em condições de alta severidade da entomosporiose ocorre um desfolhamento quase completo da planta, reduzindo a capacidade de absorção de CO₂ e de luz, restringindo o processo fotossintético. Este processo diminui o acúmulo de carboidratos, resultando em plantas fracas com significativa redução nas gemas floríferas o que interferirá na produção do ano seguinte.

Semelhante como ocorre na macieira, à desfolha natural em pereira acontece lentamente durante o outono, requerendo inúmeras pulverizações com fungicidas para manter a sanidade das folhas, até que todas tenham caído (SANHUEZA et al., 2006; MEYER et al., 2012). Este manejo de sucessivas pulverizações de fungicidas tende a diminuir a eficiência dos

ingredientes ativos e selecionar populações de fungos resistentes (MEYER et al., 2014).

Em diversas culturas a realização da desfolha química tem sido empregada para facilitar a poda, diminuir custos, reduzir a incidência de patógenos e melhorar a eficiência do controle químico, contudo, sabe-se que esta técnica de manejo pode reduzir o acúmulo de reservas, dificultar a diferenciação de gemas floríferas além de reduzir a produção. A manutenção das folhas na planta é essencial para o processo de acúmulo de reservas que serão utilizadas como fonte de energia para o início da safra seguinte (HIDALGO, 1993) e também para a brotação das gemas, a qual é prejudicada quando ocorre a queda de folhas no início do ciclo (LLOYD; FIRTH, 1990).

Nos cultivos de pereira, a proteção das plantas se estende até o final do ciclo, quando se inicia a desfolha natural o que acarreta elevação dos custos de produção e se justifica por não se conhecer o período em que a folha perde sua funcionalidade acarretando o processo de abscisão. No Brasil, não existe relato sobre a desfolha antecipada em pereira e a relação dessa desfolha com a floração, frutificação e produção de inóculo.

Considerando que a antecipação da queda de folhas provocada pela entomosporiose pode interferir na fisiologia da

planta com reflexos na floração e produção, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da desfolha química na fisiologia de plantas de pereira europeia.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos a campo nas safras agrícolas de 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, em pomar comercial da Empresa Mussato, localizado no município de Vacaria, estado do Rio Grande do Sul (RS). O solo da região é um Latossolo Bruno com altos teores de argila e alumínio. O relevo vai de suave a ondulado. O pomar está localizado a uma altitude de 971 metros, latitude de 28° 30' 44" Sul; longitude de 50° 56' 02" oeste.

Conforme a classificação de Köppen, o clima de Vacaria é considerado do tipo Cfb, subtropical úmido com verões amenos. A região é caracterizada pelos invernos rigorosos, com geadas e alternadamente neve. Os dados de temperatura, umidade relativa e precipitação durante as safras avaliadas foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (Figura 5).

O pomar foi implantado em 2002 com plantas de pereira europeia das cultivares Packham's Triumph, Abate

Fetel e William's enxertadas sobre marmeleiro Adams. O espaçamento foi de 40 cm entre plantas e 3 m entre linha. No pomar, 144 plantas utilizadas nos experimentos não receberam nenhum tratamento a base de fungicida, sendo as demais plantas do pomar tratadas com a tabela de fungicidas protetores e curativos utilizados pela Empresa.

Os tratamentos utilizados para a desfolha foram (dose do ingrediente ativo): T1: AVG - aminoethoxyvinylglycine, (Retain®, 15%), na dose 0,06 g/L⁻¹; T2: etefon (Ethrel®, 24%), na dose 1 g/L⁻¹; T3: cloreto de cálcio (cloreto de cálcio, 24%) na dose de 24 g/L⁻¹; T4: testemunha sem nenhuma aplicação. Os tratamentos foram aplicados em 19/03/2012, 14/03/2013 e 18/03/2014, em média 45 dias após a colheita. Para a aplicação dos produtos foi utilizado um atomizador costal motorizado, com capacidade de 20 L ate o ponto de escorrimento, estimando-se um volume de calda de 2500 L ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição constituída por três plantas. Para cada uma das três plantas centrais, um ramo contendo cem folhas foi selecionado, através da contagem do número de folhas da parte distal do caule seguindo em direção à parte proximal, sendo a fita zebra

amarrada após a centésima folha, totalizando trezentas folhas por parcela e mil e duzentas por tratamento.

A avaliação da contagem do número de folhas presentes em cada ramo ocorreu a cada sete dias após a pulverização dos tratamentos e prosseguiu até a desfolha total do tratamento testemunha. O percentual de desfolha foi calculado pela diferença do número de folhas presentes em cada ramo, em cada data de avaliação, em relação ao número inicial de folhas: % de desfolha = $NFD/NFI * 100$, onde NFD = número de folhas na data de avaliação e NFI = número de folhas inicial.

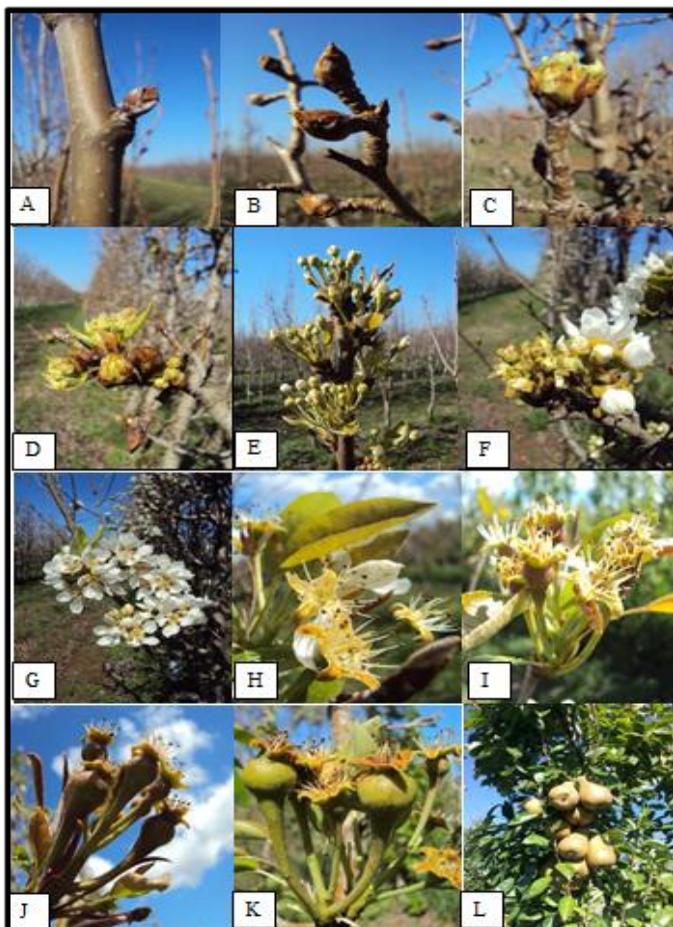
No mês de julho durante o período de dormência, foram coletadas 20 gemas já diferenciadas (Figura 3 A) das plantas utilizadas como bordadura de cada parcela, de cada um dos tratamentos de desfolha, para caracterização da: massa média (avaliada com auxílio de balança de precisão, e a unidade de medida expressa em gramas); diâmetro equatorial e longitudinal (avaliados com paquímetro digital e a unidade de medida expressa em milímetros); quanto ao tipo de gema: florífera ou vegetativa; verificação da presença de necrose de gemas e gemas secas (avaliadas com auxílio de microscópio estereoscópico de mesa, com aumento de 40 vezes, com valor referencial expresso em percentual).

Para a avaliação do retorno de brotação após o período de dormência, foram utilizadas as mesmas plantas e delineamento experimental utilizado para a desfolha. Em cada parcela foram marcadas com fita isolante colorida, 10 estruturas de frutificação, totalizando 40 estruturas por tratamento. Os estádios fenológicos foram avaliados semanalmente até a frutificação, conforme a escala de Chapman e Catlin (1976), onde somente os principais estádios fenológicos foram considerados, sendo estes, início de brotação e plena florada (Figura 4).

O percentual de fixação dos frutos para cada cultivar (*fruit set*), foi realizado após a queda das pétalas das flores em cada gema utilizada na avaliação do retorno da brotação. Para este cálculo foi realizada a contagem do número de flores e posteriormente foi realizada a contagem das frutas remanescentes. Foram avaliados também os seguintes parâmetros: número de frutos por planta (das três plantas centrais, determinado pela contagem dos frutos no momento da colheita); peso médio dos frutos (avaliada com auxílio de balança, e a unidade de medida expressa em quilogramas); diâmetro dos frutos (avaliados com paquímetro digital e a unidade de medida expressa em milímetros), e o número de

sementes (determinado cortando-se ao meio os frutos, seguido de contagem).

Figura 4. Estádios fenológicos observados em pereira europeia. A – Repouso vegetativo; B – Gema inchada, C e D – Brotação, E - Exposição dos botões florais, F – Início da abertura floral; G – Plena florada; H e I – Queda de pétalas; J e K – *Fruit-set*; L - Colheita.



Fonte: produção do próprio autor.

Para análise estatística foi utilizado o programa SAS, versão 9.1 e todos os dados foram submetidos à análise da variância. Os percentuais de desfolha e caracterização das gemas foram transformados em arc sen da raiz de $x/100$. O total de frutos, peso médio, diâmetro e número de sementes foram transformados em raiz de $x + 1$. Os percentuais dos tratamentos foram comparados pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

As condições climáticas podem ter influenciado de forma determinante nos dados obtidos neste experimento. Observou-se que no primeiro ano as plantas do tratamento testemunha mantiveram o enfolhamento por mais tempo, 70 dias após a pulverização (dap), no segundo ano este período foi reduzido para 56 dap, e no terceiro ano, 63 dap (Tabela 1, 2 e 3). O fato pode estar relacionado às condições de temperatura, umidade relativa e precipitações sofridas no período (Figura 5).

No primeiro ano de avaliação, safra 2011/12, nos meses avaliados, fevereiro, março e abril, observa-se um acumulado de precipitação de 95,8 mm, temperatura máxima de 20,8 °C, temperatura mínima de 19 °C e umidade relativa de 70%. Na

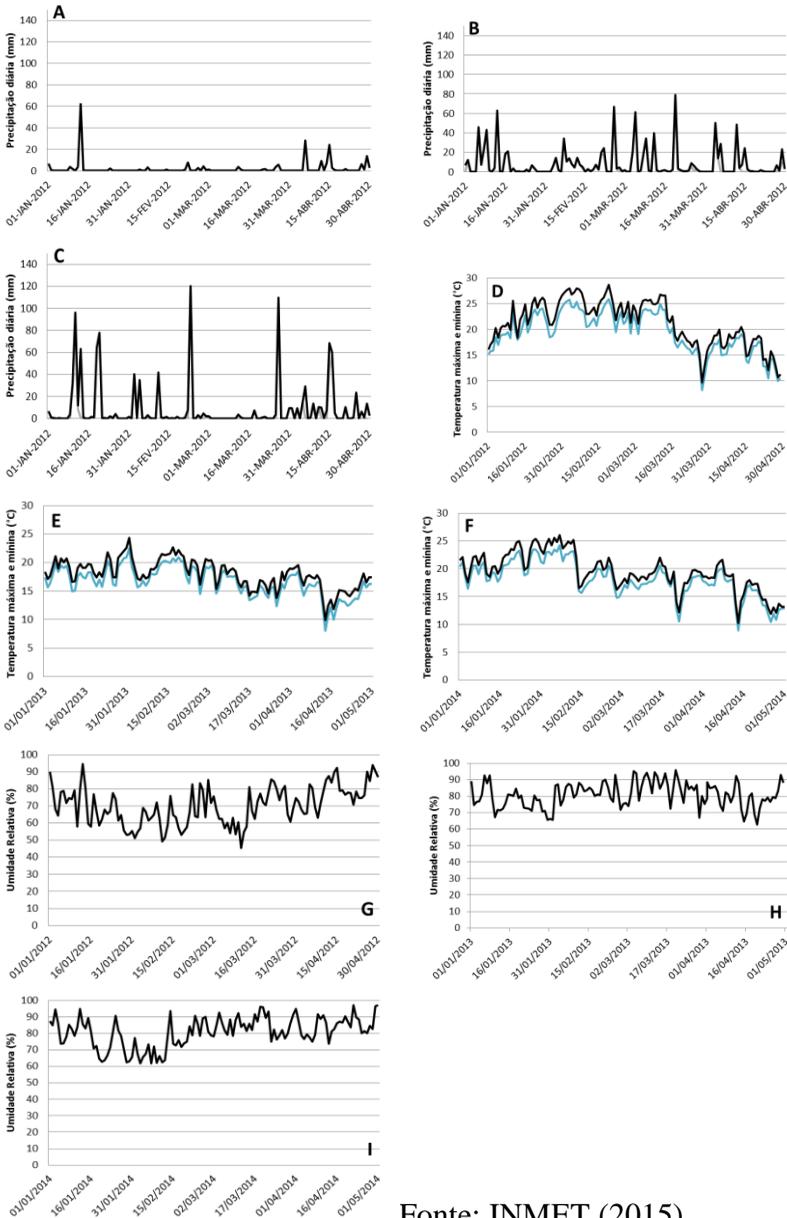
segunda safra avaliada, ocorreu um aumento na precipitação, 363,6 mm, e uma redução na temperatura máxima e mínima, 17,6 °C e 16,3 °C, respectivamente. Nesta safra a umidade relativa manteve-se em torno de 82%. Na safra de 2013/14, a precipitação acumulada no período de avaliação da desfolha foi de 458,6 mm, 18,8 °C e 17,5 °C de temperatura máxima e mínima, respectivamente, e 81% de umidade relativa. (Figura 5).

A temperatura reduzida, no segundo ano de avaliação, quando comparada ao primeiro e terceiro ano de avaliação, pode ter influenciado na redução do período de avaliação através da indução da abscisão foliar no tratamento testemunha.

A desfolha química pode ter resposta fisiológica diferente em cada espécie (LLOYD; FIRTH, 1990) e fatores externos como temperatura, a umidade relativa do ar e precipitação pluvial, concentração do produto, tipo de solo, idade da planta, quantidade de calda, pH da água podem resultar em respostas distintas das plantas aos desfolhantes (LARSEN, 1973).

Figura 5. Precipitação acumulada mensal (mm) A. 2011/12; B. 2012/13, C. 2013/14, temperaturas máxima e mínima (°C) D. 2011/12; E. 2012/13, F. 2013/14, umidade relativa (%) G.

2011/12; H. 2012/13, I. 2013/14, registrados no município de Vacaria, RS.



Fonte: INMET (2015).

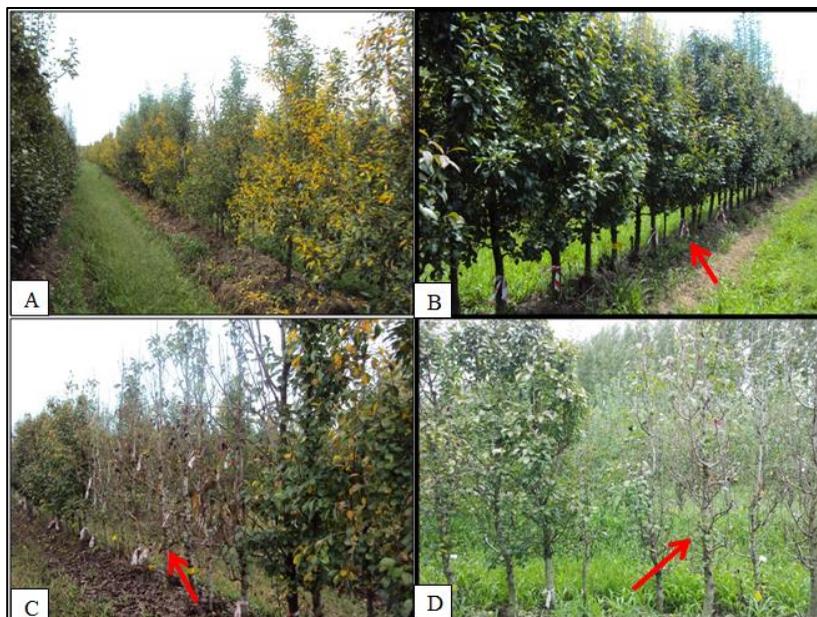
Na safra 2011/12 as plantas das três cultivares avaliadas (Packham's Triumph, Abate Fetel e William') tratadas com etefon perderam suas folhas mais rapidamente do que a testemunha, durante os primeiros 40 dias de avaliação (Tabela 1/Figura 6D). De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o etefon aspergido em solução aquosa é rapidamente absorvido e transportado no interior vegetal. Ele libera lentamente o etileno por meio de uma reação química, permitindo que o hormônio exerça seus efeitos. Uma vez liberado, o etileno, como gás, difunde-se através dos espaços intercelulares. No Brasil há relatos do seu uso para desfolha em videiras, aplicado antes da poda de produção, com objetivo de desfolha para diminuir o tempo de realização da poda, resultar em maior porcentagem de gemas brotadas e maior produção (FRACARO; BOLIANI, 2001).

Como esperado o AVG apresentou efeito análogo à testemunha na safra de 2011/12 nas três cultivares avaliadas (Tabela 1,2 e 3/Figura 6B). O AVG é um inibidor da síntese de etileno, onde a principal função é atrasar a senescência do tecido. Todos esses estudos sugerem que a senescência é regulada pelo balanço entre etileno e citocinina. A aminoetoxivinilglicina (AVG) inibe a conversão de

Sadenosilmetionina (SAM) em ácido 1- aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) catalisada pela enzima ACC sintase (ACS), na rota de síntese do etileno (CAPITANI et al., 2002).

O cloreto de cálcio apresentou resultado bastante alterado, de não significativo a significativo superior e inferior à testemunha (Tabela 1). Esta condição deve-se provavelmente ao efeito causado na planta, pois o cloreto de cálcio, em função da alta dose usada, provocou um efeito dessecante (Figura 6 C). O cloreto de cálcio inviabiliza o limbo foliar devido à elevada concentração de sais, provoca a perda de água, e juntamente com a elevada radiação solar, a queima da folha (WOJCIK, 2001; JENSEN et al., 1984). Posteriormente, a folha dessecada, acaba caindo. Contudo, na primeira safra, nas cultivares Abate Fetel e William's, as folhas dessecadas permaneceram nas plantas até o fim das avaliações, sendo constatada menor desfolha em comparação a testemunha. É importante ressaltar que estas folhas foram contabilizadas durante as avaliações semanais, porém, devido à desidratação, não funcionais (Figura 6C).

Figura 6. Ilustração dos tratamentos: (A) senescência natural em plantas da cultivar William's; (B) plantas tratadas com AVG, cultivar Abate Fetel; (C) sintomas da aplicação do cloreto de cálcio em plantas da cultivar Abate Fetel; (D) plantas tratadas com etefon, cultivar Abate Fetel.



Fonte: produção do próprio autor.

Verificou-se que a queda das folhas na testemunha no primeiro ano de avaliação na cultivar Packham's Triumph ocorreu somente aos 70 dap, na cv. Abate Fetel ocorreu com 56 dap e na cv. William com 63 dap. Este percentual se altera no segundo ano avaliação, na cv. Packham's Triumph a desfolha

foi de 87% aos 56 dap, enquanto que para as cvs. Abate Fetel e William, a desfolha ocorreu com 42 e 49 dap, respectivamente.

Na última safra, a desfolha máxima foi observada somente na cv. Packham's Triumph nos tratamentos cloreto de cálcio e etefon, aos 63 dap, enquanto que na cv. Abate Fetel 100% de desfolha foi constatado aos 42 dap em plantas tratadas com etefon (Figura 7).

No segundo ano de avaliação, devido às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da epidemia e o inóculo inicial presente na área, foi possível observar uma queda acentuada nas folhas principalmente da cultivar Abate Fetel, a qual dentre as cultivares avaliadas se mostra mais suscetível à infecção por entomosporiose. Segundo Dickson (1991) a desfolha em plantas lenhosas leva a planta a menores níveis de reserva de carboidratos, aumentando a suscetibilidade a doenças e também diminuindo o crescimento das raízes no ciclo seguinte. Yoshioka et al.(1988) relatou que carboidratos produzidos nas folhas são transferidos para os ramos e então utilizados para o crescimento de vários órgãos.

Em árvores caducifólias, pouco antes do início da formação das folhas, os assimilados são conduzidos para as gemas e mais tarde para as folhas jovens. Cerca de um terço das reservas acumuladas é empregado no desenvolvimento de

novas folhas e no crescimento da planta. Posteriormente as reservas são distribuídas entre flores, frutos, câmbio e, por fim, para as gemas em formação e os tecidos que servem como depósito de amido nas raízes e na casca (LARCHER, 2000).

Observa-se alternância entre as safras avaliadas quanto à desfolha química com a utilização do etefon, este que na primeira safra foi significativo superior à testemunha até os 42 dap em todas as cultivares, no último ano de avaliação, safra 2013/14 não apresenta diferença da testemunha e mostra-se significativo somente de 35 a 56 dap na cv. William's.

Tabela 1. Percentual de desfolha química e natural em pereira europeia nas cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel, William's na safra de 2011/12.

Safra 2011/12		Dias após a aplicação – DAP									
Tratamentos	Dose (g/L ⁻¹) do i.a.	Cultivar Packham's Triumph									
		7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Aminoetoxivinilglicina	0,06	1,3 NS	5,1 NS	20,0 NS	27,0 NS	28,5 NS	35,3 NS	40,3 NS	80,8 NS	93,7 NS	97,5 NS
Cloreto de cálcio	24	6,3 NS	22,9 NS	55,5 +	60,75 +	63,2 +	64,0 +	67,4 NS	86,1 NS	91,5 NS	96,7 NS
Etefon	1	38,4 +	69,5 +	80,2 +	82,4 +	82,5+	83,9 +	85,1 +	89,0 NS	93,0 NS	96,8 +
Testemunha	0	14,5	29,8	41,4	42,5	43,3	47,5	57,4	92,6	97,4	99,8
C.V. (%)		53,0	52,0	35,9	26,8	26,1	24,4	24,5	13,0	9,4	4,1
		Cultivar Abate Fetel									
Aminoetoxivinilglicina	0,06	10, NS	17,0 NS	29 NS	31,0 NS	34,9 NS	36,5 NS	40,6 NS	100, NS	100 NS	100 NS
Cloreto de cálcio	24	9,8 NS	41,1 +	61,5 +	66, NS	75,5 +	76,6 +	78,8 +	80,4 -	89,8 -	98,4 NS
Etefon	1	54 +	87,5 +	91,7 +	91,7 +	92,0 +	92,5 +	92,5 +	95, NS	97,8 NS	99,9 NS
Testemunha	0	1,4	3,5	16,8	24,8	30,1	34,5	42,1	100,0	100,0	100,0
C.V. (%)		40,8	41,8	33,4	29,9	22,8	21,8	20,4	12,8	8,4	2,4
		Cultivar William's									
Aminoetoxivinilglicina	0,06	5,3 NS	9,4 NS	21,8 +	27,3 NS	31,0 NS	38,6 NS	50,5 NS	99,5 NS	100 NS	100 NS
Cloreto de cálcio	24	14,5 +	15,5 NS	26,9 +	31,5 NS	38,2 NS	41,3 NS	42,8 NS	55,6 -	70,9 -	85,0 -
Etefon	1	10,5 +	24,6 +	52,9 +	56,0 +	59,5 +	60,0 +	63 NS	96,6 NS	99,2 NS	100 NS
Testemunha	0	2,5	3,4	6,3	14,7	22,6	28,3	43,8	99,7	100,0	100,0
C.V. (%)		39,8	49,6	19,8	19	19,5	21,4	20,4	5,6	4,5	7,9

NS: não significativo pelo Teste de Dunnett, $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (+): significativo superior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (-): significativo inferior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha.

Fonte: produção do próprio autor.

Tabela 2. Percentual de desfolha química e natural em pereira europeia nas cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel, William's na safra de 2012/13.

Safra 2012/13		Dias após a aplicação – DAP							
Tratamentos	Dose (g/L ⁻¹) do i.a.	Cultivar Packham's Triumph							
		7	14	21	28	35	42	49	56
Aminoetoxivinilglicina	0,06	2,5 NS	7,0 NS	7,9 NS	34,0 NS	47,5 NS	61,8 NS	73,0 NS	87,9 NS
Cloreto de cálcio	24	3,5 NS	67 +	70,6 +	75,5 +	79,8 +	86,5 NS	91,2 NS	99,5 NS
Etefon	1	12,4 +	50,3 +	52,9 +	64,8 +	73,5 NS	83,2 NS	92 NS	96,4 NS
Testemunha	0	1,7	5,3	5,6	21,5	35,0	60,9	80,8	87,3
C.V. (%)		52,8	25,3	27,7	27,2	29,0	20,6	20,5	15,3
		Cultivar Abate Fetel							
Aminoetoxivinilglicina	0,06	59,8 NS	95,1 NS	98,2 NS	99,5 NS	99,8 NS	100,0	100,0	100,0
Cloreto de cálcio	24	74,5 NS	99,5 NS	99,8 NS	100 NS	100 NS	100,0	100,0	100,0
Etefon	1	75,7 NS	97,3 NS	99,0 NS	99,5 NS	99,8 NS	100,0	100,0	100,0
Testemunha	0	69,0	93,3	98,5	99,3	99,9	100,0	100,0	100,0
C.V. (%)		26,9	7,2	4	2,6	1,05	0	0	0
		Cultivar William's							
Aminoetoxivinilglicina	0,06	28,1 NS	57,4 NS	73,5 NS	85,0 NS	93,2 NS	96,7 NS	100 NS	100,0
Cloreto de cálcio	24	31,1 NS	92,6 NS	96,5 NS	97,5 NS	98,6 NS	99,3 NS	100 NS	100,0
Etefon	1	27 NS	80,4 NS	85,1 NS	90 NS	94,1 NS	96,4 NS	99 NS	100,0
Testemunha	0	15,1	55,3	75,6	85,2	93,8	96,8	99,9	100,0
C.V. (%)		52	24,5	16,3	11,3	6,8	4,5	1,9	0

NS: não significativo pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (+): significativo superior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (-): significativo inferior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. Fonte: produção do próprio autor.

Tabela 3. Percentual de desfolha química e natural em pereira europeia nas cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel, William's na safra de 2013/14.

Safra 2013/14		Dias após a aplicação.- DAP								
Tratamentos	Dose (g/L ⁻¹) do i.a.	Cultivar Packham's Triumph								
		7	14	21	28	35	42	49	56	63
Aminoetoxivinilglicina	0,06	2,7 NS	6,8 NS	29,3 NS	40,1 NS	60,2 NS	70,4 NS	86,4 NS	97,8 NS	99,7 NS
Cloreto de cálcio	24	36 +	46,5 +	56,9 NS	61,6 NS	68,2 NS	79,5 NS	89,4 NS	98,0 NS	100 NS
Etefon	1	15,6 NS	19,3 NS	32,4 NS	58,4 NS	87,0 NS	96,5 NS	98,7 NS	99,8 +	100 NS
Testemunha	0	1,3	5,0	16,8	24,3	47,6	64,9	76,8	88,3	96,3
C.V. (%)		51,0	53,4	51,1	40,0	30,1	23,9	17,4	7,7	4,0
		Cultivar Abate Fetel								
Aminoetoxivinilglicina	0,06	24,6 NS	34,9 NS	48 NS	56,3 NS	73,5 NS	78,3 NS	90,2 NS	90,8 NS	93,1 NS
Cloreto de cálcio	24	37,3 NS	54,7 NS	68,6 NS	79 NS	88,4 NS	91 NS	96 NS	98,6 NS	99,4 NS
Etefon	1	33,3 NS	43,5 NS	71,4 NS	85,5 NS	93,4 NS	100 NS	100 NS	100 NS	100 NS
Testemunha	0	10,6	23,5	37,8	49,3	70,8	79,9	92,6	96,0	99,0
C.V. (%)		58,7	49,4	41,1	36,7	24,9	20,9	13	11,1	9,2
		Cultivar William's								
Aminoetoxivinilglicina	0,06	0,3 NS	3,1 NS	13,3 NS	22,1 NS	32,4 NS	42,1 NS	61,1 NS	72,6 NS	90,3 NS
Cloreto de cálcio	24	18,4 +	22,4 +	32,7 +	39,2 NS	46,5 NS	54,1 NS	64 NS	67,8 NS	86,5 NS
Etefon	1	4,7 NS	11,1 NS	22,8 NS	33,5 NS	63,0 +	96,0 +	97 +	97,6 +	98,7 NS
Testemunha	0	2,2	2,6	8,1	19,3	29,6	40,5	53,8	58,9	81,5
C.V. (%)		58,8	53,7	32,1	29,6	21,3	19,9	19,6	21	14,3

NS: não significativo pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (+): significativo superior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (-): significativo inferior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. Fonte: produção do próprio autor.

Na análise das gemas das cultivares avaliadas não foram verificadas diferenças significativas na massa fresca, diâmetro longitudinal e equatorial, porcentagem de gemas floríferas e presença de necrose nas duas safras de avaliação (Tabela 4 e 5). Estes resultados indicam que não há efeito indesejável nas gemas das plantas que foram desfolhas artificialmente no outono. Meyer (2014) avaliando diferentes desfolhantes em macieira relatou que não foram verificadas alterações no diâmetro, comprimento, massa fresca e percentual de gemas frutíferas, no primeiro ano de estudo, em todos os tratamentos quando comparadas com a testemunha, entretanto, no segundo ano, as gemas dos esporões e brindilas tiveram menor diâmetro e comprimento

Nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel nas duas safras avaliadas, a variável gema seca apresentou diferença significativa positiva para o tratamento com cloreto de cálcio. Este fato é justificado pela queima e desidratação proporcionada pela aplicação deste produto. O mesmo efeito foi observado por Meyer (2014) e Geardts et al. (1977), estes autores relataram que a utilização do cloreto de sódio causou danos em gemas floríferas de pessegueiros, ameixeiras e nectarineiras. Meyer (2014) concluiu que a baixa produtividade em macieiras Fuji Stardart e a presença de gemas necrosadas

estavam associadas à utilização do cloreto de cálcio como desfolhante.

Estudos realizados em pessegueiros verificaram que a presença das folhas é necessária para que a diferenciação floral se desenvolva adequadamente (LLOYD; COUVILLON, 1974). Bell e van der Zweet (2005) relataram que, em cultivares submetidas à alta severidade da doença ocorre um desfolhamento quase completo da planta, ocasionando a redução da capacidade de absorção de CO₂ e de luz, alterando a maquinaria fotossintética. Como consequência, este processo diminui o acúmulo de carboidratos, resultando em árvores fracas com significativa redução nas gemas floríferas o que interferirá na produção do ano seguinte (DOIDGE, 1911; van der ZWET, 1990; BELL; van der ZWET, 2005; NAKASU et al., 2007; NUNES; ALVES, 2012; GONÇALVES et al., 2013).

A diferenciação floral ocorre durante o verão e o outono, portanto, pode-se deduzir que a desfolha antecipada das folhas neste período, pode diminuir o número de gemas floríferas (ALVES; MAY-DE-MIO, 2008). Neste trabalho constatou-se que, mesmo em tratamentos onde aos 7 dap níveis de até 75% de desfolha foram observados que variáveis como a qualidade de gemas, floração e *fruit-set* não foram afetadas.

Alves e May-de-Mio (2008) observaram em seu trabalho com ferrugem do pessegueiro que embora não se tenha analisado a quantidade de gemas floríferas por comprimento de ramo nos tratamentos, observou-se que as plantas que mantiveram o enfolhamento por mais tempo e apresentaram maior número de flores por ramo.

Considerando que a colheita da cultivar Abate Fetel ocorreu geralmente no final do mês de janeiro, e das cvs. Packham's Triumph e William's em meados do mês de fevereiro, e a da aplicação dos tratamentos de desfolha química ocorreram somente em meados de março, estas plantas tiveram um período após a colheita para a realização de fotossíntese e consequente armazenamento de nutrientes para utilização no ciclo seguinte.

Durante a avaliação dos estágios fenológicos e *fruti-set* observou-se que, entre as plantas submetidas à desfolha, os períodos compreendidos entre cada estágio foram semelhantes aos da testemunha, não apresentando diferenças significativas. Deve-se observar que na primeira safra 2012/13 obteve-se dados de brotação das três cultivares avaliadas neste experimento, contudo, na segunda safra, 2013/14 as cvs. Packham's Triumph e William's sofreram alternância de produção, provavelmente devido a fatores climáticos não

apresentando floração e conseqüentemente produção (Tabela 6 e 7).

Tabela 4. Caracterização e diferenciação das gemas em função dos tratamentos empregados nas safras de 2011/2012.

Safrá 2011/12		Cultivar Packham's Triumph					
Tratamentos	Dose (g/L ⁻¹) do i.a.	Massa Fresca (g)	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro equatorial (mm)	Florifera (%)	Necrose (%)	Gema seca (%)
Aminoetoxivinilglicina	0,06	0,088 NS	3,785 NS	3,833 NS	86,25 NS	11,25 NS	0 NS
Cloreto de cálcio	24	0,060 NS	3,188 NS	3,21 NS	42,5 NS	21,25 NS	20 +
Etefon	1	0,066 NS	3,225 NS	3,233 NS	65 NS	1,25 NS	0 NS
Testemunha	0	0,076 NS	3,647 NS	3,608 NS	75 NS	3,75 NS	0 NS
C.V. (%)		7,30	3,9	3,5	19,2	82,4	137,7
		Cultivar Abate Fetel					
Aminoetoxivinilglicina	0,06	0,118 NS	4,492 NS	4,5 +	88,75 NS	3,75 NS	0 NS
Cloreto de cálcio	24	0,118 NS	4,627 NS	4,58 NS	91,25 NS	7,5 NS	15 +
Etefon	1	0,114 NS	4,476 NS	4,43 +	87,5 NS	1,25 NS	1,25 NS
Testemunha	0	0,129 NS	4,781 NS	4,83 NS	95 NS	1,25 NS	0 NS
C.V. (%)		4,40	2,2	1,6	10	85,1	49,6
		Cultivar William's					
Aminoetoxivinilglicina	0,06	0,087 NS	3,998 NS	3,953 NS	73,75 NS	90 NS	5 NS
Cloreto de cálcio	24	0,081 NS	3,603 NS	3,648 NS	58,75 NS	77,5 NS	13,75 NS
Etefon	1	0,073 NS	3,512 NS	3,567 NS	47,5 NS	83,75 NS	10 NS
Testemunha	0	0,081 NS	4,013 NS	3,947 NS	62,5 NS	87,5 NS	5 NS
C.V. (%)		5	5,01	4,45	16,5	13,3	70

NS: não significativo pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (+): significativo superior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (-): significativo inferior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. Fonte: produção do próprio autor.

Tabela 5. Caracterização, diferenciação das gemas e porcentagem de necrose e gemas secas em função dos tratamentos empregados nas safras de 2012/2013.

Safrá 2012/13		Cultivar Packham's Triumph					
Tratamentos	Dose (g/L ⁻¹) do i.a.	Massa Fresca (g)	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro equatorial (mm)	Florifera (%)	Necrose (%)	Gema seca (%)
Aminoetoxivinilglicina	0,06	0,09 NS	3,785 NS	3,878 NS	80 NS	5 NS	0 NS
Cloreto de cálcio	24	0,061 NS	3,188 NS	3,36 NS	42,5 NS	7,5 NS	11,25 +
Etefon	1	0,066 NS	3,225 NS	3,371 NS	58,75 NS	1,25 NS	1,25 NS
Testemunha	0	0,076 NS	3,647 NS	3,701 NS	72,5 NS	3,75 NS	0 NS
C.V. (%)		6,9	3,9	3,5	17,7	97,8	65,0
		Cultivar Abate Fetel					
Aminoetoxivinilglicina	0,06	0,100 NS	3,525 NS	3,575 NS	16,25 NS	11,25 NS	0 NS
Cloreto de cálcio	24	0,101 NS	3,75 NS	3,775 NS	38,75 NS	6,25 NS	13,75 +
Etefon	1	0,141 NS	3,8 NS	3,85 NS	12,5 NS	2,5 NS	0 NS
Testemunha	0	0,119 NS	3,95 NS	3,812 NS	12,5 NS	7,5 NS	0 NS
C.V. (%)		12,5	4,4	4,8	56,1	113,6	54,2
		Cultivar William's					
Aminoetoxivinilglicina	0,06	0,089 NS	3,895 NS	4,038 NS	65 NS	80 NS	3,75 NS
Cloreto de cálcio	24	0,082 NS	3,579 NS	3,898 NS	57,5 NS	77,5 NS	11,25 NS
Etefon	1	0,074 NS	3,42 NS	3,716 NS	47,5 NS	83,75 NS	10 NS
Testemunha	0	0,080 NS	4,013 NS	4,088 NS	57,5 NS	87,5 NS	5 NS
C.V. (%)		5,2	5,5	4,2	17,9	6,2	70,9

NS: não significativo pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (+): significativo superior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (-): significativo inferior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. Fonte: produção do próprio autor.

Tabela 8. Início da brotação, plena florada e *Fruit-set* em função dos tratamentos empregados.

Safrá 2011/2		Cultivar Packham's Triumph				
Tratamentos	Dose (g/L ⁻¹) do i.a.	Início da brotação	Plena florada	Número de cachopas	Número de flores	<i>Fruit-set</i>
Aminoetoxivinilglicina	0,06	14/set	25/set	13 NS	46 NS	3 NS
Cloreto de cálcio	24	14/set	29/set	2,5 -	9,25 -	0 NS
Etefon	1	14/set	27/set	30 +	127,25 +	0,5 NS
Testemunha	0	14/set	30/set	12,8	43,8	0,5
C.V. (%)				16,1	22,7	63,0
Safrá 2012/13		Cultivar Abate Fetel				
Aminoetoxivinilglicina	0,06	15/ago	09/set	66,5 NS	440,7 NS	16,2 NS
Cloreto de cálcio	24	18/ago	15/set	49,7 NS	334,2 NS	6,2 NS
Etefon	1	15/ago	09/ago	48 NS	308 NS	8,2 NS
Testemunha	0	18/ago	08/ago	77,3	523,3	23,8
C.V. (%)				23,4	26,5	33,2
Safrá 2012/13		Cultivar William's				
Aminoetoxivinilglicina	0,06	11/set	01/out	12 NS	47,5 NS	0,2 NS
Cloreto de cálcio	24	16/set	03/out	4,2 NS	11,5 -	2,2 NS
Etefon	1	15/set	05/out	8 NS	25,25 NS	0,5 NS
Testemunha	0	15/set	05/out	11,8	48,0	0,5
C.V. (%)				25,3	21,6	47,6
Safrá 2013/14		Cultivar Abate Fetel				
Aminoetoxivinilglicina	0,06	29/ago	09/set	53,2 NS	427,2 NS	26, NS
Cloreto de cálcio	24	02/set	13/set	56 NS	296,5 NS	13 NS
Etefon	1	02/set	10/set	45 NS	325,2 NS	22,7 NS
Testemunha	0	15/set	10/set	71,5	487,3	28,3
C.V. (%)				19,3	24,2	27,3

NS: não significativo pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (+): significativo superior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (-): significativo inferior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha.

Fonte: produção do próprio autor.

Tabela 7. Número de frutos, peso médio, diâmetro e número de sementes em função dos tratamentos empregados.

Safrá 2012/13		Cultivar Abate Fetel			
Tratamentos	Dose (g/L ⁻¹) do i.a.	Número total de frutos	Peso médio (kg)	Diâmetro (mm)	Número de sementes
Aminoetoxivinilglicina	0,06	2,5 NS	0,297 NS	41,6 NS	7,1 NS
Cloreto de cálcio	24	24,2 NS	1,598 NS	54,9 NS	5,8 NS
Etefon	1	2,5 NS	0,316 NS	28,4 NS	3,6 NS
Testemunha	0	4,5 NS	0,563 NS	45,2 NS	3,3 NS
C.V. (%)		59,20	22,2	38,9	30,5
Safrá 2012/13		Cultivar William's			
Aminoetoxivinilglicina	0,06	20,7 NS	4,362 NS	76,1 NS	9,7 NS
Cloreto de cálcio	24	11,2 NS	2,517 NS	58,3 NS	7,2 NS
Etefon	1	14,7 NS	3,185 NS	73,1 NS	9,4 NS
Testemunha	0	17,5 NS	4,342 NS	85,1 NS	9,5 NS
C.V. (%)		24,70	7,02	2,04	1,7
Safrá 2013/14		Cultivar Abate Fetel			
Aminoetoxivinilglicina	0,06	78 NS	2,346 NS	58,9 NS	9,3 NS
Cloreto de cálcio	24	58,2 NS	2,003 NS	60,2 NS	9,5 NS
Etefon	1	74,2 NS	2,541 NS	63,3 NS	9,8 NS
Testemunha	0	93,2 NS	2,673 NS	60,2 NS	9,8 NS
C.V. (%)		31	26,3	24,8	20,4

NS: não significativo pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (+): significativo superior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha. (-): significativo inferior a testemunha pelo Teste de Dunnett. $p \leq 0,05$ em comparação a testemunha.

Fonte: produção do próprio autor.

No primeiro ano de condução dos experimentos, apenas as cv. Abate Fetel e William's produziram, no segundo ano, safra de 2013/14 somente a cv. Abate Fetel produziu. Em nenhuma das safras avaliadas obteve-se produção da cv. Packham's Triumph, este fato deve-se a alternância de produção, falta de cultivares polinizadoras, problemas com o

manejo, dentre outros fatores ainda não bem definidos (Tabela 7).

Novos estudos utilizando a técnica da desfolha química devem ser realizados levando em consideração um maior número de variáveis vegeto-produtivas e diferentes período de desfolha.

Conclusão

- A pulverização de produtos desfolhantes em pereira europeia em média 45 dias pós a colheita, não causou efeito indesejável sobre os parâmetros fisiológicos avaliados.

- O desfolhante mais eficaz foi etefon 1 g L^{-1} . Dentre os produtos testados, o etefon (1 g L^{-1}) foi o que apresentou potencial para utilização na desfolha química em pereiras europeias.

- Não foi verificada diferença entre as cultivares avaliadas.

- Novos experimentos devem ser realizados em diferentes épocas para melhor avaliação do produto.

Referencial bibliográfico

ALVES,G.; MAY-DE MIO, L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. Rev. Bras. Frutic., v. 30, n. 4, p. 907-912, 2008.

BELL, R.L.; van der ZWET, T. Host Resistance in pyrus to *Fabraea* leaf spot. Hortscience, 40. p. 21-23. 2005.

CAPITANI, et al. Apple 1-aminocyclopropane-1-carboxylatesynthase in complex with the inhibitor L-aminoethoxyvinylglycine: evidence for a ketimine intermediate. The Journal of Biological Chemistry, v. 277, n. 51, p. 49735-49742, 2002.

CHAPMAN, P.J. CATLIN, G.A. Growth Stages in Fruit Trees – From Dormant to Fruit Set. New York's Food and Life Sciences Bulletin, v. 58, p.11. 1976.

DICKSON, R.E. Assimilate distribution and storage. In: Raghavendra AS (Ed.) Physiology of trees. New York. J. Wiley & Sons. pp. 51-85.1991.

DOIDGE, E.M. Leaf blight of the pear and quince. Agricultural Journal of the Union of South Afric, v.1: p. 694-695, 1911.

FRACARO, A.A.; BOLLIANI, A.C. Efeito do ethephon em videira ‘Rubi’ (*Vitis vinifera* l.), cultivada na região noroeste do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Fruticultura. v. 23, n. 3, p. 510-512, 2001.

GEARDTS, M.H. et al. Chemical defoliation on fruit trees. California Agriculture, v.4, n.1, p.19, 1977.

GONÇALVES et al. Influence of quince rootstocks on Entomosporium leaf spot (*Entomosporium mespili*) susceptibility in European pear cv. Abate Fetel. Journal of Agricultural Science and Technology, p.141-149. 2014.

GONÇALVES et al. Behavior of European pear cultivars under different quince rootstocks to Entomosporium leaf spot in Southern Brazil, Crop Protection v.49, p.26-30.2013.

HIDALGO, L. Tratado de viticultura general. Madri: Mundi-Prensa, 1993. 983p.

IBGE/INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Estadual – Lavoura permanente, 2013. Disponível em: <<http://http://www.ibge.gov.br/estadosat/>> Acesso em: janeiro 2015.

JENSEN, F.L.; CHRISTENSEN, L.P.; BETTIGA, L. Desiccants for grapevines. California agriculture, p.9. 1984.

LARCHER W; Ecofisiologia vegetal. São Carlos SP. Ed. Rima.531p. 2000.

LARSEN, F.E. Promotion of leaf abscission in fruit nurse stock. Acta Hort., v. 34, p.129-133, 1973.

LLOYD, J.; FIRTH, D. Effect of defoliation tipo on depth of dormancy and bloom time for low-chill peaches. HorScience. v.25, n. 12, p.1575-1578, 1990.

LLOYD, D.A.; COUVILLON, G.A. Effects of date of defoliation on flower and leaf bud development in the peach (*Prunus persica* (L) Batsch). Journal of American Society for Horticultural Science, Mount Vernon, v. 99, n.6, p.514-517, 1974.

MEYER, G.A.; SANHUEZA, R.M.V. ; RUFATO, L.;RUFATO, A. de R. Desfolha da macieira 'Royal Gala' com cloreto de cálcio. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012, Bento Gonçalves. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. p. 3295-3298.

MEYER, G. A. Abscisão foliar em macieiras. 128p. Tese de Doutorado- Universidade do Estado de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2014.

NAKASU, B. H. et al. A cultura da pera. Brasília, DF: Embrapa Clima Temperado; Embrapa Informação Tecnológica, 58 p. 2007.

NUNES, C.C.; ALVES, S.A.M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade de entomosporiose em folhas de pereira. Summa Phytopathologica, v.38, n.3, p. 239-244, 2012.

SAS Institute. SAS certification prep guide: base programming. Cary, NC. v.6, 836p. 2004.

SANHUEZA, R.M.V. et al. Características e controle das doenças de verão na produção integrada de maçã. In: SANHUEZA, R.M.V. et al. Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. Cap.4 , p.51-60.

TAIZ L., ZIEGER, E. Fisiologia vegetal. 2004, 3 ed. P. 719.

van der ZWET, T. Compendium of apple and pear disease In.:
Fabraea Leaf spot. APS PRESS, The American
Phytopathological Society, p. 23-24 1990.

YOSHIOKA H, NAGAI K, AOBA K, FUKUMOTO M
Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees.
Scientia Horticulturae 36:219-227. 1988.

CAPÍTULO 2

SEVERIDADE DA ENTOMOSPORIOSE, DESFOLHA OUTONAL E O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CULTIVARES DE PEREIRA.

Resumo

A desfolha antecipada causada pela entomosporiose vem se tornando um problema sério nas principais regiões produtoras no sul do Brasil, e este é um dos fatores que contribuem para o insucesso do desenvolvimento da cultura. O objetivo deste trabalho foi verificar a correlação entre a severidade da entomosporiose, a desfolha antecipada e o desenvolvimento vegetativo em pereira europeia. Os experimentos foram conduzidos a campo, em pomar comercial, nas safras de 2012/13 e 2013/14, no município de Vacaria, RS. Os dados da severidade da entomosporiose e desfolha natural ocorrente no início do outono foram registrados no mês de março e abril, quinzenalmente, totalizando cinco avaliações. A severidade foi avaliada com o auxílio de escala diagramática e os valores obtidos integralizados no tempo, transformados em área abaixo da curva de progresso da entomosporiose (AACPE). Os dados foram ajustados aos modelos monomolecular, logístico e de Gompertz. Como parâmetros vegeto-produtivos foram avaliados durante o período de repouso vegetativo: diâmetro do tronco, altura de planta, volume de copa, fertilidade de ramos e a partir dos dados de dois anos de avaliação, obteve-se incremento de cada variável. Sobre a resistência das cultivares, foi possível constatar que todas apresentam suscetibilidade à

entomosporiose. Com base na AACPE, na primeira safra houve diferença significativa entre as cultivares, na segunda safra esta diferença estatística não ocorre. Na safra 2012/13, Gompertz, foi o modelo que melhor se adequou a curva de progresso das três cultivares avaliadas. Na safra 2013/14 a cv. Packham's Triumph teve seu melhor ajuste ao modelo Gompertz, Abate Fetel ao logístico e William's ao monomolecular. Nas análises de regressão linear os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para a severidade da entomosporiose *versus* desfolha outonal foram significativos para todas as cultivares e safras avaliadas, confirmando a interferência do patógeno na queda das folhas nas duas safras avaliadas. Há correlação negativa entre a desfolha, o índice de fertilidade e a altura de planta, indicando que quanto maior a desfolha, menor será o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e menor será o porte destas plantas. Conclui-se que a severidade da entomosporiose contribui para o aumento dos níveis de desfolha outonal com correlação negativa com as variáveis vegeto-produtiva, indicando que quanto maior a desfolha, menor será o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e menor será o porte destas plantas.

Palavras-chaves: *Entomosporium mespili*, *Pyrus communis*, abscisão foliar.

Abstract

The premature leaf fall caused by *Entomosporium* leaf spot is becoming a serious problem in the main pear production areas in southern Brazil, and this is one of the factors that contribute to the non-success of the pear culture. The objective of this study was to verify the correlation between the severity of *Entomosporium* leaf spot, premature leaf fall and vegetative

growth in European pear. The experiments were conducted in the field, in a commercial orchard during the 2012/13 and 2013/14 seasons, in the Vacaria city, Rio Grande do Sul state. The Entomosporium leaf spot severity and natural leaf fall (occurred in the autumn) data were recorded in March and April, every two weeks, totaling five evaluations. The disease severity was evaluated with the aid of diagrammatic scale and the values obtained integrated in time, processed in the area below the Entomosporium leaf spot progress curve (AACPE). The data were adjusted to mono-molecular models, logistic and Gompertz. The vegetative parameters were evaluated during the dormant period: trunk diameter, plant height, canopy volume, branches fertility, and from the two years of evaluation data was obtained the increment of each variable. About the resistance of the studied cultivars, it was determined that all are susceptible to Entomosporium leaf spot leaf spot. Based on AACPE, the first crop showed significant differences among cultivars, but in the second season did not show statistical difference. In 2012/13 season, Gompertz, was the model that best has adapted to the progress curve of the three cultivars. In the 2013/14 season the cv. Packham's Triumph had its best adjustment to the Gompertz model, Abate Fetel to logistical model and William's to the mono-molecular model. In the linear regression analyzes, the coefficients of determination (R^2) obtained for the Entomosporium leaf spot severity *versus* premature leaf fall were significant for all cultivars and growth seasons, attesting the interference of the pathogen in the leaf fall in both seasons. There is a negative correlation between the leaf fall, the fertility rate and plant height, indicating that the larger leaf fall, the lower will be the development of reproductive structures and smaller will be the height of these plants. It was concluded that the severity of Entomosporium leaf spot contributes to increased levels of premature leaf fall with negative correlation with the vegetative variables, indicating that the larger leaf fall, the lower will be

the development of reproductive structures and smaller will be the height of these plants.

Key-words: *Entomosporium mespili*, *Pyrus communis* L., leaf abscission.

Introdução

Causada pelo fungo *Fabraea maculata* Atk. (anamorfo: *Entomosporium mespili* (DC). Sacc.), a entomosporiose é a mancha foliar e de frutos mais importante na cultura da pereira, sendo mais problemática em regiões de clima temperado (JONES; ALDWINCKLE, 1990), e por esse motivo, a importância da entomosporiose no Brasil é relativamente maior do que nos principais países produtores desta cultura (ALVES et al., 2012).

Na América do Sul, a entomosporiose já foi registrada na Argentina, Brasil e Paraguai (JONES; ALDWINCKLE, 1990). No Brasil, estudos sobre suscetibilidade das cultivares de pereira europeia foram desenvolvidos por Gonçalves et al. (2013; 2014) e Nunes (2015), estes autores constataram que todas as cultivares de importância econômica cultivadas no sul do Brasil são suscetíveis a entomosporiose.

A entomosporiose incide sobre folhas, ramos e frutos e em condições favoráveis de umidade e temperatura, os

sintomas se tornam visíveis uma semana após a infecção e em ambas às faces das folhas (ROSENBERGER, 1981; JONES; ALDWINCKLE, 1990). Nunes (2015) observou em seu trabalho que a germinação de conídios de *E. mespili* aconteceu a partir de 6 horas de incubação a uma de temperatura de 20°C com molhamento foliar de 6 horas.

A severidade da doença pode aumentar rapidamente durante o desenvolvimento da planta, dependendo basicamente do microclima, da suscetibilidade do hospedeiro e da produção e liberação de inóculo (BAINS, 2000; HOLTSLAG et al., 2003). Bell e van der Zweet (2005) relataram que nestas cultivares quando submetidas a alta severidade da doença ocorre um desfolhamento quase completo da planta, reduzindo a capacidade de absorção de CO₂ e de luz, alterando a maquinaria fotossintética. Como consequência, este processo diminui o acúmulo de carboidratos, resultando em árvores fracas com significativa redução nas gemas floríferas o que interferirá na produção do ano seguinte (DOIDGE, 1911; van der ZWET, 1990; BELL; van der ZWET, 2005; NAKASU et al., 2007; NUNES; ALVES, 2012; GONÇALVES et al., 2013).

A desfolha antecipada causada pela entomosporiose vem se tornando um problema sério nas principais regiões produtoras no sul do Brasil, e este é um dos fatores que

contribuem para o insucesso do desenvolvimento da cultura. Este fato tem preocupados os produtos e retardado a expansão da cultura, pois ainda não se sabe quais os efeitos desta desfolha na fenologia, qualidade das gemas, frutificação efetiva, qualidade dos frutos e produção. No entanto, ainda não há relatos que determinem o limiar de dano econômico ou estabeleçam uma relação entre severidade da entomosporiose e desfolha (NUNES, 2015).

Este trabalho teve como objetivo, verificar a correlação entre a severidade da entomosporiose, a desfolha antecipada e o desenvolvimento vegetativo em pereira europeia.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos a campo nas safras agrícolas de 2012/2013 e 2013/2014, em pomar comercial da Empresa Mussato, localizado no município de Vacaria, estado do Rio Grande do Sul (RS). O solo da região é um Latossolo Bruno, com altos teores de argila e alumínio. O relevo vai de suave a ondulado. O pomar está localizado a uma altitude de 971 metros, latitude de 28° 30' 44" Sul; longitude de 50° 56' 02" oeste.

Conforme a classificação de Köeppen, o clima de Vacaria é considerado do tipo Cfb, subtropical úmido com verões amenos. A região é caracterizada pelos invernos rigorosos, com geadas e alternadamente neve. Os dados de temperatura, umidade relativa e precipitação durante as safras avaliadas foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (Figura 7).

O pomar foi implantado em 2002 com plantas de pereira europeia das cultivares Packham's Triumph, Abate Fetel e William's enxertadas sobre marmeleiro Adams. O espaçamento foi de 40 cm entre planta e de 3 m entre linha. No pomar, 60 plantas utilizadas neste experimento não receberam nenhum tratamento a base de fungicida, sendo as demais plantas do pomar tratadas com a tabela de fungicidas protetores e curativos utilizados pela empresa.

Os dados de severidade e desfolha foram registrados no mês de março e abril, quinzenalmente, perfazendo um total de cinco avaliações. Para a coleta dos dados relativos ao progresso da entomosporiose, dez plantas de cada cultivar foram marcadas, onde a severidade foi observada quinzenalmente a partir do aparecimento dos primeiros sintomas em vinte folhas aleatórias distribuídas em quatro ramos medianos, durante um período de cinco semanas. A severidade foi avaliada através do

processo de infecção natural, sendo calculada através da escala diagramática de Nunes e Alves (2012).

Os dados de severidade foram integralizados no tempo e transformados em área abaixo da curva de progresso da entomosporiose (AACPE) utilizando a seguinte fórmula: $AACPE = \sum ((Y_i + Y_{i+1})/2)(t_{i+1} - t_i)$, em que Y representa a intensidade da doença, t o tempo e i o número de avaliações no tempo. Os dados de progresso da doença foram ajustados aos modelos monomolecular ($y = 1 - (1 - y_0)\exp(-rt)$), logístico ($y = 1 / (1 + ((1/y_0) - 1)\exp(-rt))$) e de Gompertz ($y = \exp(-(-\ln(y_0))\exp(-rt))$), em que y é incidência ou severidade (em proporção de 0 a 1) no tempo t , y_0 o nível inicial da doença e r a taxa de incremento da doença para cada modelo. A qualidade do ajuste dos modelos foi verificada pelos valores do coeficiente de determinação (R^2) (JESUS JUNIOR et al., 2004).

Para a avaliação da desfolha natural ocorrente no início do outono e em período pós-colheita, dez plantas de cada cultivar foram selecionadas e um ramo contendo cem folhas foi marcado através da contagem do número de folhas da parte distal do caule seguindo em direção à parte proximal, sendo a fita zebra amarrada após a centésima folha. O percentual de desfolha foi calculado pela diferença do número de folhas

presentes em cada ramo, em cada data de avaliação, em relação ao número inicial de folhas marcadas.

Como parâmetros vegeto-produtivos foram avaliados: diâmetro, crescimento vegetativo, volume de copa, fertilidade e o incremento de cada variável durante o período de repouso vegetativo, em julho de 2013 e 2014.

Para avaliar o diâmetro, procedeu-se à mensuração anual do diâmetro transversal e longitudinal (mm) copa. As plantas foram marcadas cinco centímetros acima do solo, com tinta plástica branca, que se mantiveram durante todo o período experimental, como forma de garantir que as medidas fossem realizadas na mesma zona de leitura durante os dois anos de avaliação. Esta medição foi efetuada com o auxílio de um paquímetro digital.

Para avaliar o crescimento vegetativo das plantas, procedeu-se a medição da altura das plantas (m) com o auxílio de régua topográfica a partir do solo até o ápice da planta. O incremento do volume de copa foi aferido com auxílio de fita métrica e régua topográfica onde mediu-se a altura da copa (m), a partir do ponto de inserção do primeiro ramo no tronco, largura (m) e a espessura da copa (m). A partir desses valores foi calculado o volume médio da copa, com o intuito de facilitar a percepção do desenvolvimento das mesmas. O

volume da copa, expresso em m^3 , foi calculado aplicando a seguinte fórmula: $(L \times E \times H)$, onde: L é a largura da copa no sentido da linha de plantio; E a espessura da copa no sentido da entrelinha; H a altura da copa, a partir do ponto de enxertia.

Para mensurar o índice de fertilidade foram escolhidos dois ramos de ano por planta e com o auxílio de uma fita métrica, mediu-se o comprimento de cada ramo. Após, foi realizada a contagem do número de gemas, tanto vegetativas quanto floríferas presentes no mesmo. Após determinado estes valores nos dois ciclos, determinou-se o incremento para verificar o desenvolvimento vegetativo nos dois anos de avaliação.

Para as variáveis vegeto-produtivas, realizou-se análise de variância (ANOVA), para avaliar o efeito dos tratamentos sobre as diferentes variáveis em estudo e determinado o incremento nas duas safras avaliadas. Para verificação da significância das correlações, os valores obtidos no progresso da entomosporiose e da desfolha no tempo, foram submetidos à análise de correlação de Pearson, e submetidas ao teste t ($P < 0,05$), assim como nos valores da desfolha no tempo e o incremento das variáveis vegeto-produtivas. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa SAS, versão 9.1.

Resultados e discussão

Em ambas as safras avaliadas, 2012/13 e 2013/14, o início do aparecimento dos sintomas ocorreu no mês de março, sob processo de infecção natural, durante o período pós-colheita.

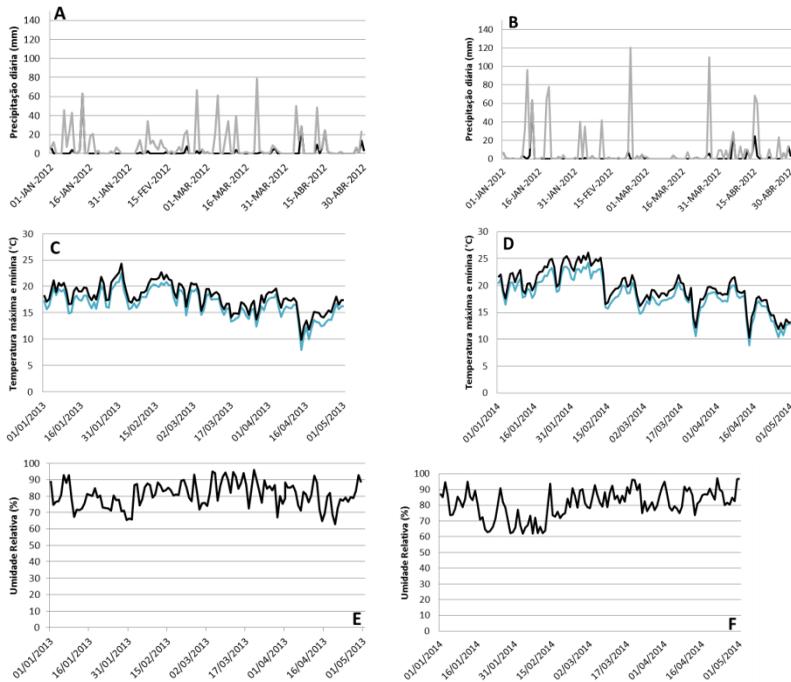
Na safra de 2013/14 o mês de março apresentou uma menor precipitação em relação ao mesmo mês na safra anterior, e esta redução acentuada da precipitação influenciou na redução da severidade no segundo ciclo de avaliação (Figura 7). Segundo van der Zwet (1990), a infecção causada pela doença ocorre em sob temperatura ótima entre 19 °C e 25 °C e umidade relativa acima de 70 %, e períodos de chuva acima de 30 mm, sendo que as lesões podem ser visualizadas sete dias após o contato do patógeno com o hospedeiro. Nunes (2015) em um trabalho mais recente verificou que a germinação de conídios de *E. mespili* aconteceu a partir de 6 horas de incubação a uma de temperatura de 20°C com molhamento foliar de 6 horas.

Sobre a resistência das cultivares, foi possível constatar que todas apresentam suscetibilidade à infecção por entomosporiose. No primeiro ano foram observados valores de severidade máxima próximo a 22%, enquanto que na segunda safra a severidade máxima não foi maior que 15%, havendo um

decréscimo, possivelmente relacionado às condições climáticas deste período (Figura 8).

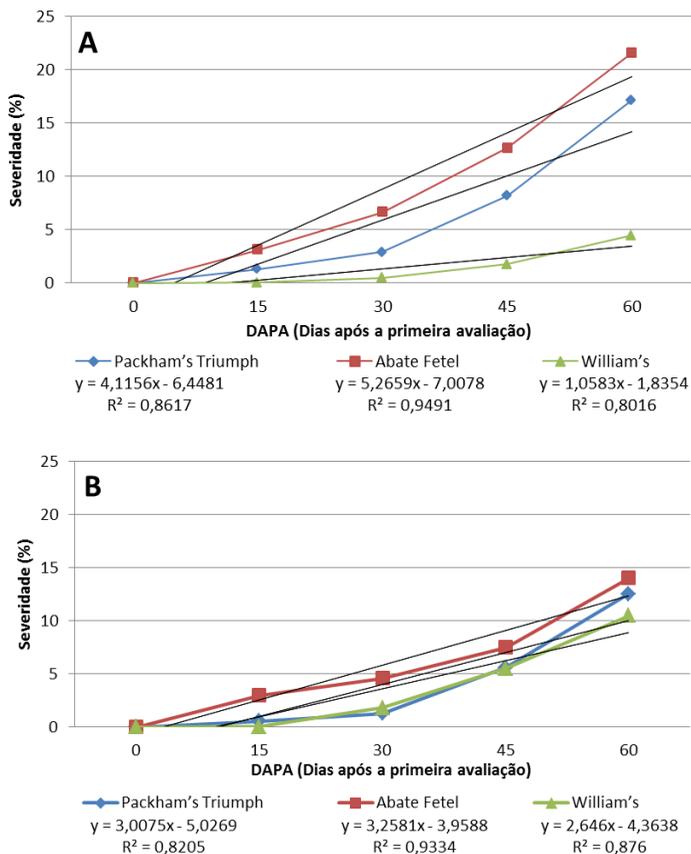
Com base nos dados de AACPE (Tabela 8.), na safra de 2012/13 houve diferença significativa entre as cultivares, no entanto no segundo ano, 2013/14 esta diferença estatística não ocorre. Na safra de 2012/13 a cv. Packham's Triumph se mostrou mais suscetível, fato que não se repete no segundo ano, onde a cv. Abate Fetel apresenta o maior valor de AACPE. A cv. William's nos dois anos de avaliação apresentou os menores valores de AACPE.

Figura 7. Precipitação acumulada mensal (mm) A) 2012/13, B) 2013/14, temperaturas máxima e mínima (°C) C) 2012/13, D) 2013/14, umidade relativa (%) E) 2012/13, F) 2013/14, registrados no município de Vacaria, RS.



Fonte: INMET (2015).

Figura 8. Curvas de progresso da entomosporiose, nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Felcel e William's nas safras de 2012/13(A) e 2013/14 (B).



Fonte: produção do próprio autor.

A suscetibilidade destas cultivares a entomosporiose pode caracterizar uma resistência do tipo horizontal, uma vez que dentre as cultivares avaliadas, não foram verificadas

cultivares imunes. A resistência horizontal possuiu características parciais e quantitativas, ou seja, a eficiência de infecção pelo patógeno é menor do que em uma cultivar suscetível. As lesões crescem mais lentamente, os esporos são produzidos mais tardiamente e em menor quantidade, o que afeta a taxa de progresso da doença e culmina na redução dos danos da doença (CAMARGO; BERGAMIM FILHO, 1995).

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Assmann et al. (2010) e Rouse e Sherman (2002), os quais concluíram que em genótipos resistentes há uma quantidade reduzida de produção de inóculo, expressão tardia dos sintomas de infecção da doença e menor desfolhamento em relação a genótipos suscetíveis.

O uso de genótipos com resistência parcial a entomosporiose pode ser útil na redução do número de aplicações de fungicidas em pomares de pereira, bem como para evitar desfolha antecipada. O ajuste de modelos e a comparação das áreas abaixo da curva de progresso da doença são métodos usualmente aplicados com esse objetivo. Um dos aspectos mais importantes na análise temporal de epidemia é a seleção de um modelo apropriado para descrever a curva de progresso da doença. Esta seleção tem como objetivo estimar parâmetros que são utilizados na análise estatística para a

comparação entre curvas de progresso de doenças (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Os modelos matemáticos testados no ajuste das curvas de progresso da entomosporiose (monomolecular, logístico e Gompertz) mostraram coeficientes de determinação (R^2) muito similares para as três cultivares avaliadas. Na primeira safra avaliada, 2012/2013, Gompertz, foi o modelo que melhor se adequou a curva de progresso das três cultivares avaliadas, no entanto esta semelhança no ajuste não ocorreu na segunda safra (Tabela 8).

Na safra de 2013/2014 cada cultivar obteve um ajuste específico. Para a cv. Packham's Triumph o modelo de melhor ajuste em ambas as safras foi o Gompertz, com coeficiente de determinação 0,94 e 0,96, respectivamente. Para a cv. Abate Fetel, o modelo que melhor estimou o progresso da doença no segundo ano de avaliação foi o logístico, com coeficiente de determinação 0,98. A cv. William's, na safra de 2013/2014, o modelo de melhor ajuste foi o monomolecular, com coeficiente de determinação em 0,90 (Tabela 8).

Tabela 8. Área abaixo da curva do progresso da entomosporiose (AACPE) e coeficiente de determinação (R^2) ajustados pelos modelos monomolecular, logístico e de Gompertz ao progresso da entomosporiose, nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.

Cultivares	Safrá 2012/13			
	AACPE	Monomolecular	Logístico	Gompertz
		R^2	R^2	R^2
Packham's Triumph	58,99 a	0,88	0,86	0,94*
Abate Fetel	43,95 a	0,94	0,97	0,99*
William's	6,70 b	0,86	0,96	0,98*
Safrá 2013/14				
Packham's Triumph	19,97 a	0,85	0,92	0,96*
Abate Fetel	28,07 a	0,87	0,98*	0,97
William's	18,87 a	0,90*	0,81	0,87

¹Monomolecular $y=1-(1-y_0)\exp(-rt)$, ²Logístico $y=1/(1+((1/y_0)-1)\exp(-rt))$ e ³Gompertz $y=\exp(-(-\ln(y_0))\exp(-rt))$, em que y = incidência ou severidade como uma proporção de 0 a 1 no tempo t , y_0 = nível inicial da doença e r = taxa de incremento da doença para cada modelo.

Fonte: produção do próprio autor.

Estes resultados corroboram com os resultados encontrados por Gonçalves et al. (2013, 2014) onde a cultivar Abate Fetel sobre marmeleiro Adams com base no coeficiente de determinação e no erro padrão também apresentou modelo logístico e Gompertz em diferentes safras como melhor ajuste para a curva de progresso da doença.

Modelos matemáticos de crescimento são capazes de resumir, na forma de expressões matemáticas relativamente

simples, a relação existente entre doença e tempo (BERGAMIN, 1995).

Na epidemiologia botânica é comum a simplificação de que, para os modelos sigmóides (logístico e Gompertz, por exemplo), sítios infectados servem como fonte de inóculo num mesmo ciclo. Assim, é possível admitir que as curvas obtidas sejam possivelmente de um reflexo da interação entre fenologia da planta, clima e manifestação de sintomas (LARANJEIRA et al., 2003).

Hamelin et al. (1993) relata que a queda de folhas em decorrência da elevada severidade faz com que a intensidade da doença seja subestimada ao final do ciclo de cultivo, pois as folhas remanescentes na planta apresentam severidade mais baixa que as já abscisadas. Segundo May-de-Mio et al. (2006), para avaliar a eficiência de medidas de controle, sejam elas baseadas em controle químico ou genético, é importante quantificar não apenas as variáveis relacionadas à intensidade da doença como severidade, mas também a desfolha.

Nas análises de regressão linear os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para a severidade da entomosporiose *versus* desfolha outonal foram significativos ($P < 0.05$) para todas as cultivares e safras avaliadas,

confirmando a interferência do patógeno na queda das folhas nos dois anos avaliados (Figura 9).

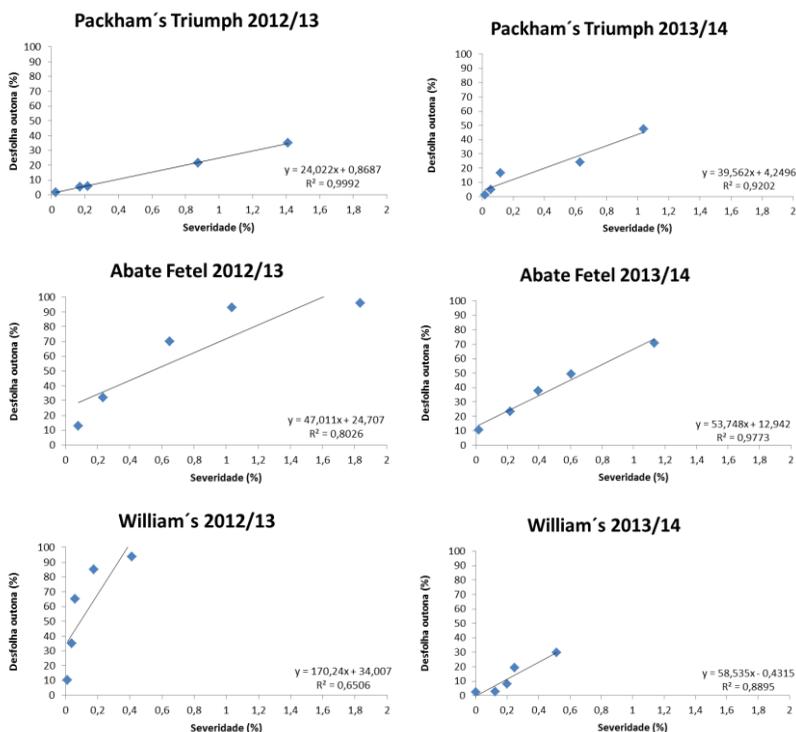
Na cv. Packham's Triumph, as variáveis, severidade da entomosporiose e desfolha outonal se correlacionaram positivamente nos dois anos, sendo a significância das correlações 0,99 e 0,92 Tanto na cvs. Abate Fétel e William's houve um aumento na significância das correlações. Nestas cultivares, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,80 para 0,97 e 0,65 para 0,88, respectivamente, evidenciando que a desfolha evolui com o aumento da severidade da doença (Figura 9). A interferência da severidade da entomosporiose na desfolha outonal comprova a necessidade de se controlar a epidemia de forma preventiva evitando a queda antecipada das folhas.

Hamelin et al. (1993) observaram relação negativa significativa entre variáveis do progresso da doença e tempo de desfolha, confirmando a interferência da doença na desfolha outonal. Segundo Dickson (1991) a desfolha em plantas lenhosas leva a planta a menores níveis de reserva de carboidratos, aumentando a suscetibilidade a doenças e também diminuindo o crescimento das raízes no ciclo seguinte.

Alves et al. (2008) avaliando a relação da ferrugem em pessegueiro e seu efeito na desfolha e na concentração de

carboidratos em ramos e gemas, observou que, de maneira geral, outras análises devem realizadas como por exemplo, estudos por períodos mais longos, avaliação de produtividade e demais características fitotécnicas, tais como comprimento e espessura de ramos, diâmetro do tronco, dormência, concentração de carboidratos nas raízes e também na copa em diferentes estádios fenológicos da planta.

Figura 9. Relação entre severidade da Entomosporiose e desfolha outonal em pereira europeia, nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.



Fonte: produção do próprio autor.

As correlações entre a desfolha e as variáveis vegeto-produtivas apresentam, de maneira geral, significâncias positivas e negativas. Há uma correlação negativa entre a desfolha, o índice de fertilidade e a altura de planta, indicando que quanto maior a desfolha, menor será o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e menor será o porte destas plantas (Tabela 9).

Tabela 9 Coeficiente de correlação de Pearson entre a desfolha outonal e o incremento nos parâmetros vegeto-produtivos nas cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.

Cultivares	Variáveis	Desfolha	Diâmetro do tronco (m)	Volume de copa (m ³)	Índice de fertilidade (cm)	Altura de planta (m)
Packham's Triumph		1,00				
Abate Fetel	Desfolha	1,00				
William's		1,00				
Packham's Triumph	Diâmetro do tronco (m)	0,53	1,00			
Abate Fetel		0,49	1,00			
William's		-0,33	1,00			
Packham's Triumph	Volume de copa (m ³)	0,50	0,48	1,00		
Abate Fetel		0,09	-0,43	1,00		
William's		-0,08	0,63	1,00		
Packham's Triumph	Índice de fertilidade (cm)	-0,46	-0,77	-0,27	1,00	
Abate Fetel		-0,29	-0,94	0,66	1,00	
William's		-0,38	0,14	-0,15	1,00	
Packham's Triumph	Altura de planta (m)	-0,21	-0,22	-0,20	0,72	1,00
Abate Fetel		-0,47	-0,94	0,44	0,90	1,00
William's		-0,79	0,18	0,22	0,61	1,00

* valores de r significativos até 5%.

Fonte: produção do próprio autor.

Yoshioka et al. (1988) relatam que os carboidratos produzidos nas folhas são transferidos para os ramos e então utilizados para o crescimento de vários órgãos. Larcher (2000) em sua pesquisa observa que em árvores caducifólias, pouco antes do início da formação das folhas, os assimilados são conduzidos para as gemas e mais tarde para as folhas jovens.

Cerca de um terço das reservas acumuladas é empregado no desenvolvimento de novas folhas e no crescimento da planta. Posteriormente as reservas são distribuídas entre flores, frutos, câmbio e, por fim, para as gemas em formação e os tecidos que servem como depósito de amido nas raízes e na casca.

Para Oliveira e Priestley (1988) a consequência da desfolha outonal na quantidade de reservas acumuladas depende do tempo e da intensidade com que elas ocorrem. No período de pós-colheita é importante para manutenção da folha na planta, uma vez que o total de carboidratos armazenados para o próximo ciclo de produção depende da duração da folhagem para a realização da fotossíntese e consequente armazenamento de nutrientes (BLEICHER; TANAKA, 1982).

Tabela 10 Variáveis vegeto-produtivas obtidas das cultivares avaliadas, Packham's Triumph, Abate Fetel e William's nas safras de 2012/13 e 2013/14.

Cultivares	Diâmetro do Tronco (m)	Volume de copa (m ³)	Índice de fertilidade (cm)	Altura de planta (m)
Safra 2012/13				
Packham's Triumph	4,67 ns	2,11 ns	0,53 ns	2,51 a
Abate Fetel	5,53	1,56	0,58	2,51 a
William's	4,25	2,54	0,78	1,98 b
C.V. (%)	22,4	38,4	42,7	14,1
Safra 2013/14				
Packham's Triumph	5,30 ab	1,29 b	0,65 b	3,00 a
Abate Fetel	6,03 a	1,68 b	1,03 a	2,80 a
William's	4,29 b	2,58 a	0,78 ab	2,25 b
C.V. (%)	22,4	39,2	33,3	18,2

*ns não significativo a 5%.

**Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

Fonte: produção do próprio autor.

Através dos resultados obtidos observa-se maior desenvolvimento vegetativo através da avaliação do volume de copa na cv. William's na segunda safra, não havendo diferenças significativas entre as cultivares no primeiro ano de avaliação (Tabela 10). Observa-se que o índice de fertilidade no primeiro ano de avaliação não apresentou diferença significativa, entretanto, no segundo ano observa-se diferença significativa entre as cultivares.

Segundo Hartmann et al. (2002), o maior índice de fertilidade esta correlacionado com o menor crescimento vegetativo da planta que, conseqüentemente, melhora o balanço entre a parte vegetativa e reprodutiva, como resposta à menor translocação ascendente e descendente da seiva. Neste experimento, não foram verificadas estas interações. Dolinski et al. (2005) relata a importância de trabalhos com fruteiras serem conduzidos durante vários anos para observar as diversas variações entre as variáveis e suas interações

Conclusão

A severidade da entomosporiose contribui para o aumento nos níveis de desfolha outonal com correlação negativa com as variáveis vegeto-produtiva, indicando que quanto maior a desfolha, menor será o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e menor será o porte destas plantas.

Referencial bibliográfico

ALVES,G.; MAY-DE MIO, L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p. 907-912, 2008.

ALVES, S. A.M.; SILVA, V..C.; NUNES, C.C. Metodologia para cultivo e preservação do fungo causador da entomosporiose da pereira. Circular Técnica N° 92. Bento Gonçalves, RS. 2012.

ASSMANN, A.P., CITADIN, I., SANTOS, I., WAGNER JÚNIOR, A. Reação de genótipos de pessegueiro à ferrugem-da-folha. *Pesq. agropec. bras.*, v.45, n.1, p.32-40, 2010.

BAINS, P.S.. Attack Entomosporium. *Prairie Fruit*, v. 7, p. 3-4, 2000.

BELL, R.L.; van der ZWET, T. Host Resistance in *Pyrus* to *Fabraea* Leaf Spot *Hortscience* 40, p.21-23. 2005.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de Progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. *Manual de Fitopatologia*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. Vol.1: Princípios e Conceito, p.902-626.

BLEICHER J, TANAKA H Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina. 2a Ed. Florianópolis. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. 1982.

CAMARGO, L.E.A.; BERGAMIM FILHO, A. Controle genético. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p.729-760.

CAMPBELL, C.L. MADDEN, L.V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York. Wiley-Interscience. 1990.

DICKSON, R.E. Assimilate distribution and storage. In: Raghavendra AS (Ed.) Physiology of trees. New York. J. Wiley & Sons. p. 51-85.1991.

DOIDGE, E.M. Leaf blight of the pear and quince. Agricultural Journal of the Union of South Africa. 1: p. 694-695, 1911.

DOLINSKI et al. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro “Chimarrita” em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. Revista Brasileira de Fruticultura 27. p. 295-299. 2005.

GONÇALVES et al. Influence of quince rootstocks on Entomosporium leaf spot (*Entomosporium mespili*) susceptibility in european pear cv. Abate Fetel. Journal of Agricultural Science and Technology, p.141-149. 2014.

GONÇALVES et al. Behavior of European pear cultivars under different quince rootstocks to Entomosporium leaf spot in Southern Brazil, Crop Protection v.49, p.26-30.2013.

HAMELIN, R.C., SHAIN, L., FERRISS, R.S. THIELGES, B.A. Quantification of disease progress and defoliation in poplar leaf rust-eastern cottonwood pathosystem. Phytopathology 83, p.140-144. 1993.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. Plant Propagation: principles and pratices. New Jersey: Prentice Hall, n.7, p. 880. 2002.

HOLTSLAG et al. Leaf wetness duration and temperature required for infection of saskatoon leaves by *Entomosporium mespili* under controlled conditions. Canada Journal Plant Pathology, v. 25, p. 168-173, 2003.

JESUS JUNIOR, W.C. Análise Temporal de Epidemia. In: Vale, F.X.R., de Jesus Junior, W.C., Zambolim, L. (Eds.), Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Perfil Editora, Belo Horizonte, p. 125-192. 2004.

JONES, A.L.; ALDWINCKLE, H.S. Compendium of apple and pear diseases. St. Paul: American Phytopathological Society, p. 100. 1990.

LARANJEIRA et al. Dinâmica temporal da clorose variegada dos citros em três regiões do Estado de São Paulo. Fitopatologia Brasileira 28, p.481-488. 2003.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos SP. Ed. Rima.531p. (2000).

MAY-DE MIO, L.L.; AMORIM, L.; MOREIRA, L.M. Progresso de epidemias e avaliação de danos da ferrugem em clones de álamo. Fitopatologia Brasileira 31,p.133-139. 2006.

NAKASU, B. H. et al. A cultura da pera. Brasília, DF: Embrapa Clima Temperado; Embrapa Informação Tecnológica, p. 58. 2007.

NUNES, C.C.; ALVES, S.A.M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade de entomosporiose em folhas de pereira. Summa Phytopathologica, v.38, n.3, p.239-244, 2012.

NUNES, C.C. Interação entre temperatura e molhamento no desenvolvimento da entomosporiose da pereira. 88p. Dissertação Mestrado - Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2015.

OLIVEIRA CM, PRIESTLEY CA Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. Horticultural Review 10, p .403-430. 1988.

ROSENBERGER, D.A. Proceedings of apple and pear disease. In.: Fabraea leaf blight of pear. APDW publication called bad apple, p. 81-86. 1981.

ROUSE, R.E.; SHERMAN, W.B. Foliar rust resistance in low-chill peaches. Proceedings Florida State Horticulture Science, v.115, p. 98-100, 2002.

SAS Institute. SAS certification prep guide: base programming. Cary, NC. v.6, p. 836. 2004.

van der ZWET, T. Compendium of apple and pear disease In.: Fabraea Leaf spot. APS PRESS, The American Phytopathological Society. St. Paul, p. 23-24 1990.

YOSHIOKA, H., NAGAI, K., AOBA, K., FUKUMOTO, M. Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees. Scientia Horticulturae 36, p. 219-227. 1988.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações geradas neste estudo são inéditas e possibilitam o entendimento de vários aspectos relacionados ao patossistema entomosporiose-pereira e a relação com a fisiologia das cultivares de pereira europeia.

Verificou-se que os produtos avaliados para desfolha química não apresentaram efeito negativo sobre as plantas, e que a desfolha natural antecipada é diretamente influenciada pela entomosporiose, onde, a velocidade de aumento da severidade da doença é diretamente proporcional a desfolha natural antecipada.

Considerando a qualidade das informações obtidas neste trabalho, verifica-se a necessidade de desenvolvimento de novos experimentos para determinação de doses e épocas para a desfolha química e a relação com a produção de inóculo de *Entomosporium*.

Estas informações somadas aos nossos resultados poderão contribuir para elaboração de práticas de manejo que contribuam para o desenvolvimento e melhoria de cultivo de pereiras europeias na região sul do Brasil.