

Inovações Tecnológicas para o Setor da Maçã INOVAMAÇÃ



RELATÓRIO FINAL



***INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA O
SETOR DA MAÇÃ – INOVAMAÇÃ***

Relatório Técnico

Projeto: **INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA O SETOR DA MAÇÃ – INOVAMAÇÃ**

Projeto submetido e aprovado ao **Edital CARTA-CONVITE MCT/FINEP/Ação transversal – Cooperação ICTs - Empresas – 06/2006**. Regido, segundo convênio FINEP nº 01.07.0097.00 (Ref.: 5143/06) e contrato FEALQ Nº 4028-2.

Coordenador: **Gilmar Ribeiro Nachtigall**

Instituição Executora:

Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho - Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515

95700-000 Bento Gonçalves, RS, Brasil

Fone: (0xx)54 3455-8000

<http://www.cnpuv.embrapa.br>

Instituições Co-Executoras:

- **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. - EPAGRI**
Rodovia Admar Gonzaga, 1347
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (0xx)48 3239-5500
<http://www.epagri.sc.gov.br>
- **Centro Nacional de Pesquisa de Clima Temperado - Embrapa Clima Temperado**
BR 392, Km 78
96010-971 Pelotas, RS, Brasil
Fone: (0xx) 53 3275-8100
<http://www.cpact.embrapa.br>
- **Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC**
Av. Madre Benvenuta, 2007
88035-001 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (0xx) 48 3321-8000
<http://www.udesc.br>
- **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ**
Av. Pádua Dias, 11
13418-900 Piracicaba, SP, Brasil
Fone: (0xx) 19 3429-4100
<http://www.esalq.usp.br>

Instituições Financiadoras:

- **Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP**
Praia do Flamengo, 200
22210-030 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Fone: (0xx)21 2555-0555
<http://www.finep.gov.br>
- **Associação Brasileira de Produtores de Maçã - ABPM**
Rua Nereu Ramos, 1061
89580-000 Fraiburgo, SC, Brasil
Fone: (0xx) 49 3246-2686
<http://www.abpm.gov.br>

Instituição Gestora Financeira:

Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ

Av. Centenário, 1080

13416-000 Piracicaba, SP, Brasil

Fone: (0xx) 19 3417-6600

<http://www.fealq.org.br/>

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Uva e Vinho
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA O SETOR DA MAÇÃ – INOVAMAÇÃ

Relatório Técnico

Gilmar Ribeiro Nachtigall
Editor

***Embrapa Uva e Vinho
Bento Gonçalves, RS
2011***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515
95700-000 Bento Gonçalves, RS, Brasil
Caixa Postal 130
Fone: (0xx)54 3455-8000
Fax: (0xx)54 3451-2792
<http://www.cnpuv.embrapa.br>
sac@cnpuv.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Mauro Celso Zanus

Secretária-Executiva: Sandra de Souza Sebben

Membros: Alexandre Hoffmann, César Luís Girardi, Flávio Bello Fialho, Henrique Pessoa dos Santos,
Kátia Midori Hiwatashi, Thor Vinícius Martins Fajardo e Viviane Maria Zanella Bello Fialho

Normalização bibliográfica: Kátia Midori Hiwatashi

Elaboração da capa: Luciana Elena Mendonça Prado e Gilmar Ribeiro Nachtigall

1ª edição

1ª impressão (2011): tiragem: 500 exemplares

As informações técnicas e as opiniões emitidas nesta publicação são de responsabilidade única e exclusiva dos autores de cada capítulo. O editor declina da responsabilidade por quaisquer consequências advindas do uso inadequado destas informações.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Uva e Vinho

Inovações Tecnológicas para o Setor da Maçã – Inovamaçã: Relatório Técnico / editor,
Gilmar Ribeiro Nachtigall. -- Bento Gonçalves : Embrapa Uva e Vinho, 2011.
338 p.

1. Maçã. 2. Doenças. 3. Pragas. 4. Manejo. 5. Tratos culturais. 6. Nutrição de Plantas. 7. Fisiologia. 8. Pós-colheita. 9. Projeto. I. Nachtigall, Gilmar Ribeiro, ed.

CDD 634.11 (21. ed.)

©Embrapa Uva e Vinho 2011

Autores

Adalecio Kovaleski

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: adalecio@cnpuv.embrapa.br

Adilson José Pereira

Eng. Agrônomo, Pesquisador Aposentado da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI.

Amauri Bogo

Eng. Agrônomo, Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Fitotecnia, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: 2974509@udesc.br

Ana Beatriz Costa Czermainski

Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: ana@cnpuv.embrapa.br

Ângela Diniz Campos

Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS. E-mail: angela@cpact.embrapa.br

Antonio Roque Dechen

Eng. Agrônomo, Professor do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas/ ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: ardechen@esalq.usp.br

Camila Cargnino

Eng. Agrônoma, Aluna de Mestrado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: camila.cargnino@ibest.com.br

Carla Cassol Comparin

Bióloga, Aluna de Doutorado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: carlacomparin@yahoo.com.br

César Luis Girardi

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: girardi@cnpuv.embrapa.br

Clori Basso

Eng. Agrônomo, Pesquisador Aposentado da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI.

Eduardo da Costa Nunes

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: eduardon@epagri.sc.gov.br

Emerson Del Ponte

Eng. Agrônomo, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Fitossanidade, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS. Email: emerson.delponte@ufrgs.br

Fernando José Hawerth

Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia Concentração em Fruticultura de Clima Temperado FAEM/UFPEL. Pelotas - RS. E-mail: fjhawerth@yahoo.com.br.

Flavio Bello Fialho

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: bello@cnpuv.embrapa.br

Frederico Denardi

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: denardi@epagri.sc.gov.br

Gabriel Berenhauser Leite

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: gabriel@epagri.sc.gov.br

Gilberto Nava

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: nava@epagri.sc.gov.br

Gilmar Ribeiro Nachtigall

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br

Henrique Pessoa dos Santos

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: henrique@cnpuv.embrapa.br

Janaína Pereira dos Santos

Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: janapereira@epagri.sc.gov.br

João Bernardi

Eng. Agrônomo, Pesquisador Aposentado da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS.

João Caetano Fioravanzo

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: fioravanzo@cnpuv.embrapa.br

José Itamar da Silva Boneti

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: boneti@epagri.sc.gov.br

José Luiz Petri

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: petri@epagri.sc.gov.br

José Masanori Katsurayama

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: masanori@epagri.sc.gov.br

Leonardo Araújo

Eng. Agrônomo, Aluno de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC, CP 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC. Email: leoara02@yahoo.com.br

Lucimara Rogéria Antonioli

Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: lucimara@cnpuv.embrapa.br

Luís Antonio Suita de Castro

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: suita@cpact.embrapa.br

Luís Fernando Revers

Biólogo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: luis@cnpuv.embrapa.br

Luiz Antonio Palladini

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: palladini@epagri.sc.gov.br

Luiz Carlos Argenta

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: argenta@epagri.sc.gov.br

Luiz Gonzaga Ribeiro

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: lega@epagri.sc.gov.br

Mara Regina Rizzati

Física, Professora da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 1429, CEP 90619-900, Porto Alegre, RS. E-mail: marar@puccrs.br

Marcelo Couto

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: marcelo@epagri.sc.gov.br

Marciel Stadnik

Eng. Agrônomo, Professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Fitotecnia, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC. Email: stadnik@cca.ufsc.br

Marco Antonio Fonseca da Conceição

Eng. Civil, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP 15700-000, Jales, SP. E-mail: marcoafc@cnpuv.embrapa.br

Osmar Nickel

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: nickel@cnpuv.embrapa.br

Paulo Ricardo Dias de Oliveira

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: paulo@cnpuv.embrapa.br

Piérri Spolti

Eng. Agrônomo, Aluno de Doutorado do Departamento de Fitossanidade - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS. E-mail: pierrispolti@gmail.com

Reginaldo Teodoro de Souza

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP 15700-000, Jales, SP. E-mail: recco@cnpuv.embrapa.br

Régis Sivori Silva dos Santos

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: regis@cnpuv.embrapa.br

Rosa Maria Valdebenito Sanhueza

Eng. Agrônoma, Pesquisadora da PROTERRA, BR 116, nº 7320 – Sala 02, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: rosamaria@proterra.agr.br

Rufino Fernando Flores Cantillano

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: fcantill@cpect.embrapa.br

Sílvio André Meirelles Alves

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: silvio@cnpuv.embrapa.br

Thor Vinícius Martins Fajardo

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: thor@cnpuv.embrapa.br

Vinícius Adão Bartnicki

Tecnólogo em Agropecuária, Aluno de Doutorado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: vinibart@hotmail.com

Walter Ferreira Becker

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: wbecker@epagri.sc.gov.br

Yoshinori Katsurayama

Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: katsuray@epagri.sc.gov.br

Apresentação

O futuro da pomicultura brasileira depende das inovações a serem desenvolvidas visando uma melhor adaptação e manejo da cultura, garantindo uma fruta com cor, aroma, textura e outras características sensoriais apreciadas pelos consumidores, sem resíduos físicos, químicos ou microbiológicos, além de uma produção sustentável ambientalmente. Essas inovações dependem, por sua vez, do empreendimento constante de esforços de pesquisa para superar as assimetrias mercadológicas da produção de maçã.

A produção de maçã, na região sul do Brasil, vem ao longo das últimas décadas atingindo patamares de qualidade, rastreabilidade e sustentabilidade, conferindo maior espaço no mercado nacional e internacional. Entretanto, a busca contínua por sistemas sustentáveis e economicamente viáveis não pode parar, uma vez que outros países concorrentes disputam o mesmo mercado. Atualmente estima-se uma área plantada de 37 mil ha com 2,3 mil produtores envolvidos. Vale ressaltar ainda, o lado social, já que a produção de maçãs no Brasil gera aproximadamente 176.500 empregos diretos e indiretos.

A Embrapa Uva e Vinho teve a honra de coordenar e executar, a partir de 2007, o importante projeto "Inovações Tecnológicas para a Modernização do Setor da Maçã" - INOVAMAÇÃ, contando com a parceria de diversas Instituições: Epagri, Embrapa Clima Temperado, UDESC e ESALQ. Uma equipe formada por mais de 30 pesquisadores de alta competência e experiência contribuíram para o atingimento das metas e a geração de resultados significativos. O projeto foi conduzido graças aos recursos da FINEP / ABPM / CNPq.

Sem dúvida alguma, este livro posiciona a produção de maçãs em um novo patamar tecnológico, contribuindo para a melhoria do manejo dos pomares estabelecidos em alta densidade, na redução das perdas no campo devido a fatores bióticos e abióticos, bem como na fase de pós-colheita. Também, proporcionará aos técnicos e produtores uma referência a mais na tomada decisão.

Gostaríamos ainda, de agradecer a todos que se envolveram direta ou indiretamente para a concretização desta obra, resultado de parcerias sólidas, da receptividade do setor produtivo e do órgão de fomento e de uma boa gestão do projeto.

Pierre Nicolas Pérès

Presidente

Associação Brasileira de Produtores de Maçã - ABPM

Lucas de Ressurreição Garrido

Chefe-Geral

Embrapa Uva e Vinho

Sumário

01 - O Projeto INOVAMAÇÃ	013
02 - Caracterização e controle das doenças de verão	023
03 - Caracterização e controle das doenças de maçãs em pós-colheita	107
04 - Caracterização e controle das pragas	137
05 - Adequação da tecnologia de aplicação de pesticidas para diferentes sistemas de cultivo	167
06 - Produção de material básico livre de vírus para viveiros de macieiras	181
07 - Fertirrigação da cultura da macieira	199
08 - Competição entre clones comerciais das cultivares de macieira Gala e Fuji	219
09 - Estudo da biologia floral de macieira cultivar Gala e Fuji	237
10 - Caracterização da dormência hiberna em gemas de macieira	257
11 - Qualidade de maçãs baseada nas condições nutricionais e meteorológicas	275
12 - Métodos de conservação da qualidade da fruta	311

O Projeto INOVAMAÇÃ



Gilmar Ribeiro Nachtigall¹

A produção de maçã esta concentrada na Região Sul do Brasil, que é responsável por 98,5% da produção nacional. O principal estado produtor é Santa Catarina com 20.930 ha, seguido do Rio Grande do Sul com 14.000 ha e Paraná com 2000 ha. Em Santa Catarina, a produção de maçãs esta concentrada nas duas regiões: Na Mesorregião Oeste Catarinense, cuja maioria absoluta dos pomares são de propriedade de seis grandes empresas pomiculturas, sediadas, principalmente, em Fraiburgo e na Mesorregião Serrana, onde predominam pequenos pomicultores, concentrados, principalmente, nos municípios de São Joaquim, de Bom Jardim da Serra e de Urupema. No Rio Grande do Sul, a produção de maçãs esta concentrada na Mesorregião Nordeste Rio-Grandense, mais precisamente no município de Vacaria, onde se situam grandes empresas pomiculturas do Estado, as quais também se destacam no *ranking* de produtores associados da ABPM. No Brasil, o cultivo da macieira é realizado por mais de 2,3 mil produtores que se concentram basicamente na Região Sul, predominantemente nos Estados de Santa Catarina (1.627 produtores) e do Rio Grande do Sul (cerca de 700 produtores). No Paraná atuam cerca de 100 produtores.

O setor produtivo de maçãs tem como particularidade uma forte organização, representada pela Associação Brasileira dos Produtores de Maçã (ABPM). A ABPM, na sua estrutura organizacional, é composta por um Comitê Técnico, compostos por agrônomos e técnicos das empresas participantes. Este Comitê tem como atribuições definir as demandas por tecnologias e os avanços técnicos do setor produtivo. Este Comitê Técnico, a pedido da Embrapa Uva e Vinho, definiu as perspectivas e desafios do setor da maçã para os próximos anos:

a) Principais Tendências:

- 1) Redução dos impactos ambientais da atividade produtiva de fruticultura;
- 2) Consolidação da exigência dos consumidores nacionais por maçãs de película vermelha;
- 3) Produção de frutas sem resíduos de agroquímicos e aumento da segurança alimentar;

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. Coordenador do Projeto INOVAMAÇÃ. E-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br

- 4) Estabilização da área produtiva de macieira, com incremento de qualidade produtiva;
- 5) Consolidação da exigência por certificação de produção de qualidade e rastreabilidade do processo;
- 6) Aumento da concorrência externa na comercialização de maçãs.

b) Principais Oportunidades:

- 1) Desenvolvimento de tecnologias para a redução dos impactos ambientais, aumento da qualidade e redução dos custos de produção;
- 2) Aumento da demanda de novas cultivares/clones de macieira e/ou adaptação das cultivares existentes, através do uso da biotecnologia, visando aumento da eficiência produtiva;
- 3) Desenvolvimento de tecnologias referentes a equipamentos de aplicação de agroquímicos e para colheita, bem como de novos sistemas de produção, que possibilitem suprir a carência de mão-de-obra sazonal;
- 4) Aumento da demanda por mecanismos de modelagem, visando maximizar a produtividade, aumentar a qualidade e reduzir os custos de produção;
- 5) Desenvolvimento de tecnologias para viabilizar a produção de pêra e outras frutas de clima temperado no Brasil;
- 6) Demanda crescente por tecnologias relacionadas ao controle biológicos, uso da biotecnologia e outras alternativas para o controle de pragas e doenças;
- 7) Desenvolvimento de tecnologias para sistemas de qualidade de frutas de clima temperado no Brasil;
- 8) Desenvolvimento de tecnologias para a minimização de emissão de gases de efeito estufa, bem como para a maximização de sequestro de carbono, no sistema produtivo de macieira;
- 9) Consolidação do sistema de parceria entre as Instituições de Ciência e Tecnologia e o setor produtivo, através da ABPM, na execução de projetos de pesquisa.

c) Principais Ameaças:

- 1) Falta de mão-de-obra sazonal para o sistema produtivo de macieira;
- 2) Maior exigência do consumidor por frutas sem resíduos de agroquímicos e por aumento da segurança alimentar;
- 3) Dificuldades para o registro de produtos agroquímicos para a cultura da macieira e outras frutas de clima temperado, bem como falta de novas moléculas, eficientes e de baixa toxicidade;
- 4) Aumento dos efeitos relativos à mudanças climáticas;
- 5) Possibilidade de concorrência externa na comercialização de maçãs no mercado interno;
- 6) Aumento das exigências, para o setor produtivo, quanto ao atendimento à legislação ambiental e a legislação trabalhista;

- 7) Sistema de produção de macieira baseado em apenas duas cultivares (Gala e Fuji e seus mutantes);
- 8) A importação de pêra gera impacto negativo na balança comercial.

Considerando a redução de recursos para a pesquisa nos últimos anos, a ABPM tem investido em pesquisas relacionadas à macieira, em parceria com a Embrapa, Epagri e outras instituições de pesquisa. As prioridades nestes investimentos eram estabelecidas pelo Comitê Técnico da ABPM. Contudo, os recursos aportados pela ABPM não eram suficientes para atender a todas as demandas por tecnologias do setor da maçã.

Em 2007, através de uma articulação liderada pela Embrapa Uva e Vinho, foi viabilizada a articulação e a parceria entre a FINEP, ABPM e Instituições de Pesquisa, culminado na aprovação do Projeto de Pesquisa INOVAMAÇÃ, cujo montante de recursos financeiros foi de aproximadamente R\$ 740.000,00, dos quais a ABPM participou com R\$ 228.000,00. Estes recursos viabilizaram o aumento de atividades de pesquisa por parte das instituições de pesquisa, bem como praticamente quadruplicaram os investimentos até então aportados pela ABPM para o desenvolvimento de tecnologias em macieira.

O Projeto "Inovações Tecnológicas para a Modernização do Setor da Maçã" – **INOVAMAÇÃ**, iniciado em 2007, coordenado pela Embrapa Uva e Vinho, contou com uma equipe formada por mais de 30 pesquisadores de alta competência e experiência (Figura 2), vinculados às seguintes Instituições: Embrapa Uva e Vinho, Epagri, Embrapa Clima Temperado, UDESC e ESALQ, que atuam em pesquisa sobre maçã e sobre fruticultura. A execução financeira foi sob a responsabilidade da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), atuando, para tanto, articuladamente com a FINEP. O Projeto, estruturado em três Temas, envolveu 12 Planos de Ação e 50 experimentos (Figura 1 e Tabela 1).



Figura 1. Estrutura do Projeto INOVAMAÇÃ.



Figura 2. Equipe do Projeto INOVAMAÇÃ, reunida na primeira Reunião de Trabalho, realizada em 28/05/2008, em Lages SC.

Tabela 1. Relação dos experimentos componentes do Projeto INOVAMAÇÃ e seus respectivos pesquisadores responsáveis.

Título do Experimento	Responsável
Comparação de método Elisa com 2 métodos de coleta de conídios de <i>C. gloeosporioides</i> em Vacaria, RS.	Rosa Maria V. Sanhueza
Comparação de modelos para previsão da Mancha da Gala.	Walter Ferreira Becker
Caracterização do efeito de fosfitos e indutores de resistência sobre a MFG.	Rosa Maria V. Sanhueza
Sobrevivência, fisiologia e variabilidade de <i>C. perennans</i> .	Amauri Bogo
Etiologia e caracterização da infecção de <i>C. perennans</i> .	Rosa Maria V. Sanhueza
Análise por microscopia de varredura do processo de infecção das maçãs por <i>C. perennans</i> .	Luis Antonio S. de Castro
Avaliação de protetores solares na proteção de maçãs de escaldadura pelo solo e de infecção dos frutos.	Rufino F. Flores-Cantillano
Avaliação do efeito da temperatura e período de molhamento foliar na severidade da MFG.	Yoshinori Katsurayama
Controle da podridão olho-de-boi em pré e pós-colheita.	Rosa Maria V. Sanhueza
Controle do inoculo de podridões de maçãs em pós-colheita.	Rosa Maria V. Sanhueza
Avaliar a eficiência de feromônios de confusão sexual para as principais pragas da macieira.	Luiz Gonzaga Ribeiro
Adequar níveis de controle para o controle de mosca-das-frutas em macieira.	Janaína Pereira
Alternativas de controle das outras lagartas (grandes lagartas).	Régis S. Silva dos Santos
Estudo de deposição em pomares adensados.	Reginaldo T. de Souza
Estudo de deposição em pomares tradicionais.	Yoshinori Katsurayama
Estudo de deposição para pomares com adensamento mediano e plantas de porte médio.	Luiz Antonio Palladini
Avaliação de equipamentos de pulverização em aplicações no sistema de cultivo adensado.	Reginaldo T. de Souza
Termoterapia de cvs. selecionadas e obtenção de tecidos tratados, provavelmente livres de vírus.	Osmar Nickel

Tabela 1. Relação dos experimentos componentes do Projeto INOVAMAÇÃ e seus respectivos pesquisadores responsáveis (Continuação...)

Título do Experimento	Responsável
Cultivo in vitro de meristemas.	Osmar Nickel
Cultivo in vivo de brotações apicais e laterais.	Osmar Nickel
Avaliação sanitária das plantas regeneradas.	Osmar Nickel
Propagação das plantas sadias e manutenção de lote nuclear de plantas matrizes.	João C. Fioravanço
Demanda hídrica da cultura da macieira sob fertirrigação.	Marco Antonio F. Conceição
Estado nutricional de macieiras sob fertirrigação.	Gilmar Ribeiro Nachtigall
Comportamento fisiológico de macieiras submetidas à fertirrigação.	Henrique Pessoa dos Santos
Efeito da fertirrigação na produção de maçãs.	João C. Fioravanço
Qualidade pós-colheita de frutos de macieiras sob fertirrigação.	Lucimara Rogéria Antonioli
Ensaio de Vacaria da competição de clones de Gala e Fuji.	Paulo Ricardo D. de Oliveira
Ensaio de Caçador da competição de clones de Gala e Fuji.	Gabriel Berenhauser Leite
Ensaio de São Joaquim da competição de clones comerciais de Gala e Fuji.	Adilson José Pereira
Época de diferenciação floral da macieira.	José Luiz Petri
Período efetivo de polinização.	José Luiz Petri
Caracterização fisiológica de gemas de macieira e retorno da floração e frutificação.	José Luiz Petri
Determinação da data da indução e diferenciação floral de gemas de macieira nas cultivares Gala e Fuji.	João C. Fioravanço
Determinação da evolução da endodormência ao longo do período hiberna.	Gabriel Berenhauser Leite
Avaliação da dinâmica dos níveis de metabólitos em gemas de cultivares contrastantes em exigência de frio hiberna.	Henrique Pessoa dos Santos
Caracterização do balanço hormonal de gemas de cultivares contrastantes em exigência de frio hiberna.	Henrique Pessoa dos Santos
Identificação de genes diferencialmente expressos durante o período hiberna em gemas de macieira.	Luís Fernando Revers
Diagnóstico da qualidade de maçãs armazenadas e sua possível correlação com as condições meteorológicas.	Lucimara Rogéria Antonioli
Monitoramento da qualidade de frutos de macieira em função do estado nutricional.	Gilmar Ribeiro Nachtigall
Avaliação de parâmetros de qualidade de maçãs na colheita e após armazenamento refrigerado em empresas de VA, FR e SJ.	Lucimara Rogéria Antonioli
Previsão da qualidade de maçãs.	Flávio Bello Fialho
Utilização de Boro nas variedades Imperial Gala e Fuji Suprema.	Gilberto Nava
Identificação das causas de ocorrência de "Bitter Pit".	Henrique Pessoa dos Santos
Previsão da qualidade de maçãs em função do estado nutricional.	Antonio Roque Dechen
Armazenagem sob AC com baixo etileno.	Luiz Carlos Argenta
Armazenagem sob AC com diferentes temperaturas.	Luiz Carlos Argenta
Armazenagem sob AC com ultra baixo O ₂ ou alto CO ₂ .	Luiz Carlos Argenta
Efeito de doses de Boro sobre a qualidade.	Luiz Carlos Argenta
Ocorrência de injúrias mecânicas na colheita e em pós-colheita.	Lucimara Rogéria Antonioli
Gestão do Projeto	Gilmar Ribeiro Nachtigall

O Projeto teve por objetivo desenvolver e implementar tecnologias que contribuam para a modernização do setor da maçã e sua adequação aos cenários futuros. Para isto, foram desenvolvidas ações no sentido de gerar conhecimentos básicos sobre a fisiologia da macieira usando técnicas de biotecnologia, organizar os bancos de dados disponíveis no setor da maçã e transformar essas informações em instrumentos para apoio à tomada de decisões pelos técnicos e produtores, validar nas principais áreas produtoras da maçã as técnicas disponibilizadas pela pesquisa, contribuir para a melhoria do manejo de pomares estabelecidos em alta densidade, diminuir as perdas nos pomares e em pós-colheita e racionalizar o uso de agrotóxicos. Para atender aos objetivos estabelecidos, foram definidas 21 metas técnicas (Tabela 2):

Tabela 2. Síntese das metas técnicas do projeto.

Nº	Descrição das Metas Técnicas do Projeto
01	Comparação de método Elisa com dois métodos de coleta de conídios de <i>C. gloeosporioides</i> em Vacaria, RS.
02	Otimizar pelo menos um método de previsão da MFG para detecção do inoculo e seu controle.
03	Estabelecer epidemiologia da podridão "olho de boi" e pelo menos um método de controle.
04	Definir pelo menos um método de controle da podridão "olho de boi" e "mofo azul" em maçãs em pós-colheita.
05	Avaliar a eficiência de feromônios de confusão sexual para as principais pragas da macieira.
06	Adequar níveis de controle para as principais pragas da macieira para aumentar a eficiência em pelo menos 5%.
07	Estabelecer pelo menos uma alternativa de controle das outras lagartas (grandes lagartas).
08	Determinar pelos menos um volume de calda adequado para os sistemas de plantio em alta e baixa densidade de plantas por hectare.
09	Determinar uma dosagem de ingrediente ativo em função do volume de copa em pomares de média e alta densidade.
10	Estabelecer a eficiência de pulverizador de fluxo transversal em pomares de alta densidade.
11	Remover infecções virais de matrizes de dois cultivares-copa e dois porta-enxertos de macieira com relevância agrônômica e comercial.
12	Avaliar técnica e economicamente macieiras sem e com fertirrigação em um pomar de macieira em Vacaria/RS.
13	Avaliar seis clones de Gala e três de Fuji e mais três cultivares nas condições de Vacaria (RS) e de Caçador e São Joaquim (SC).
14	Avaliar a biologia floral e crescimento de dois cultivares macieira visando melhoria da qualidade e produtividade.
15	Estabelecer relações entre os níveis endógenos nutricionais, hormonais e de reserva com a endodormência de gemas em dois cultivares de macieira.
16	Obter bibliotecas de cDNA de dois cultivares de macieira representando genes diferencialmente expressos, influenciados pelo frio hibernal.
17	Gerar pelo menos um modelo matemático de previsão da qualidade de maçãs baseado nas condições nutricionais e meteorológicas.
18	Estabelecer pelo menos um fator determinante de "Bitter Pit" relacionado com o fluxo de seiva ou acúmulo nutricional.
19	Aprimorar métodos de armazenagem para aumento da conservação da qualidade de maçãs Gala, Fuji, Daiane e clones de Gala e Fuji.
20	Aprimorar métodos de adubação em dois pomares de macieira para aumento da conservação da qualidade dos frutos durante a armazenagem.
21	Detectar pontos de maior frequência de ocorrência de injúrias mecânicas de frutos de macieira em pelo menos 10 empresas.

Execução Técnico-Administrativa:

As atividades previstas no Cronograma de Execução foram executadas conforme o previsto, embora para algumas poucas atividades tivesse atraso no seu início em função da demora na execução dos recursos financeiros, sem, no entanto, prejudicar totalmente o cumprimento das metas. Os recursos financeiros foram utilizados na íntegra, conforme distribuição apresentada na Tabela 3 e Figura 3.

Tabela 3. Detalhamento da distribuição orçamentária do Projeto por item de despesa e por instituição

Instituições	Itens de Despesa							TOTAL
	Diárias	Material Consumo	Passagens	OSTPJ	Equip.	Desp. Import.	Bolsas	
Embrapa Uva e Vinho	52.252,64	155.774,54	29.226,98	18.599,48	107.380,48	28.705,92	25.200,00	417.140,04
EPAGRI	22.847,36	99.185,00	16.450,00	27.631,60	48.085,00	7.200,00	53.781,36	275.180,32
Embrapa Clima Temperado	1.400,00	4.925,46	0,00	0,00	0,00	0,00	1.221,36	7.546,82
UDESC	600,00	4.900,00	0,00	700,00	0,00	0,00	0,00	6.200,00
ESALQ	1.000,00	600,00	0,00	1.000,00	0,00	0,00	0,00	2.600,00
FEALQ (5%)	0,00	0,00	0,00	33.292,52	0,00	0,00	0,00	33.292,52
TOTAL	78.100,00	265.385,00	45.676,98	81.223,60	155.465,48	35.905,92	80.202,72	741.959,70

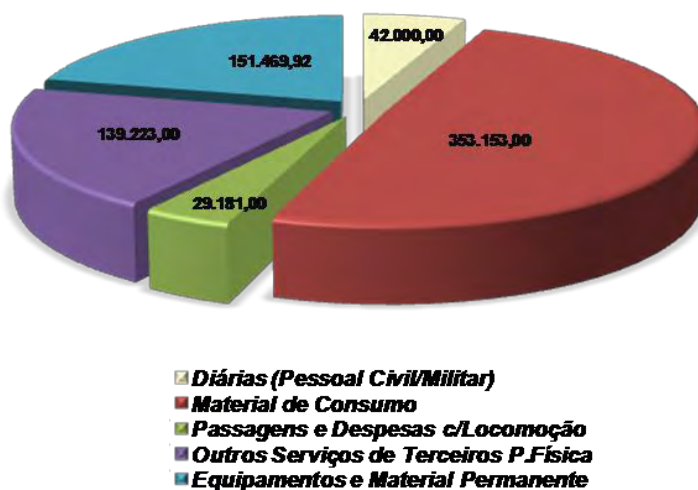


Figura 3. Execução financeira do Projeto, por elemento de despesa, expressa em reais (R\$).

A execução das 21 metas previstas no Cronograma de Execução está apresentada na Figura 4, onde são apresentados os avanços obtidos quanto ao cumprimento das metas. Considera-se que o índice de eficiência de 90% obtido, expressa os excelentes resultados obtidos com o Projeto.

A estratégia estabelecida no Projeto, envolvendo corpo técnico multidisciplinar e multistitucional, aliada a eficiência e dinamismo da FEALQ (Fundação responsável pelo gerenciamento financeiro), foi adequada para o desenvolvimento do Projeto.

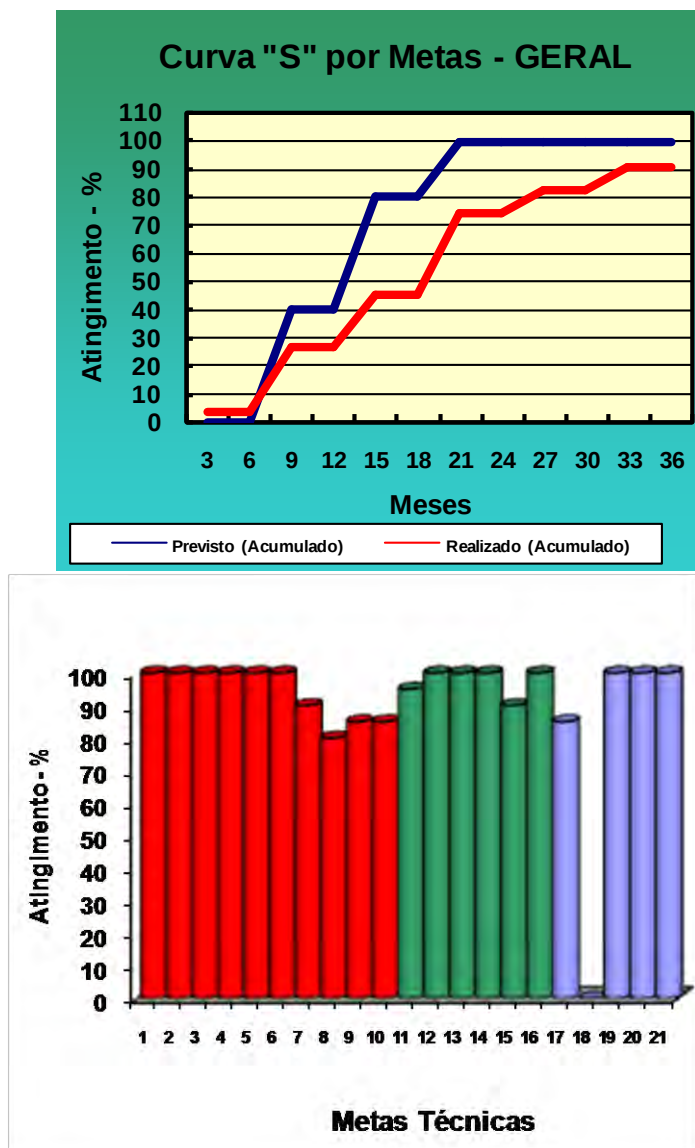


Figura 4. Percentagem de atingimento das Metas Técnicas do Projeto.

Síntese das Principais Tecnologias Geradas:

- ✓ Desenvolvimento de novas técnicas de monitoramento e manejo das principais pragas e doenças da macieira;
- ✓ Remoção de infecções virais de matrizes de cultivares-copa e de porta-enxertos de macieira com relevância agrônômica e comercial;
- ✓ Avaliação da eficiência produtiva de seis clones de Gala e três de Fuji e mais três cultivares nas condições de Vacaria (RS) e de Caçador e São Joaquim (SC);
- ✓ Caracterização do perfil de metabólitos em gemas de macieira durante o período de dormência;
- ✓ Desenvolvimento de sistema para diagnóstico nutricional precoce de plantas de macieira;
- ✓ Aprimoramento de métodos de armazenagem para aumento da conservação da qualidade de maçãs Gala, Fuji, Daiane e clones de Gala e Fuji;
- ✓ Detecção de pontos de maior frequência de ocorrência de injúrias mecânicas de frutos de macieira;
- ✓ Estabelecimento do balanço hídrico para a cultura da macieira no Rio Grande do Sul.
- ✓ Uso de Esfera Instrumentada para detecção de pontos de ocorrência de injúrias mecânicas de frutos de macieira na colheita e em pós-colheita.

Publicações Geradas pelo Projeto:

- ✓ 43 Artigos Completos em Periódicos Científicos;
- ✓ 11 Capítulos de Livro ou Publicações Série Embrapa;
- ✓ 98 Resumos em Eventos Científicos;
- ✓ 10 Artigos em Jornais e Revistas.

Atividades de Difusão e Transferência de Tecnologias:

No período de execução do Projeto (abril de 2007 a outubro de 2010) foram realizados quatro Seminários Técnicos, envolvendo aproximadamente 350 produtores, técnicos e estudantes (Figura 4), para divulgar dos resultados obtidos. Além disso, o Projeto possui “Home page”, onde estão disponíveis a estrutura do projeto (contendo as instituições participantes), as informações técnicas, a equipe e os principais resultados do Projeto. Com a conclusão do Projeto, foi elaborada esta publicação que será distribuída aos técnicos e produtores vinculados a ABPM e aos pesquisadores e instituições envolvidas no Projeto.

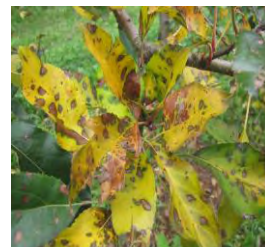


Figura 4. Reuniões Técnicas para divulgação dos resultados obtidos pelo Projeto INOVAMAÇÃ.

Perspectivas futuras:

O êxito na parceria FINEP – ABPM – INSTITUIÇÕES DE PESQUISA, obtido com projeto INOVAMAÇÃ, propiciou a articulação para a elaboração de nova proposta de pesquisa, visando obter a mesma eficiência técnica e financeira deste projeto. Nesta proposta (REDEMAÇÃ) estão previstas a continuidade de algumas ações, bem como novas atividades de pesquisas, definidas como demandas prioritárias pela ABPM. Esta proposta tem como objetivo básico “Desenvolver pesquisas orientadas para saltos de produtividade, melhoria da qualidade e aumento do valor agregado da maçã, com vistas ao aumento da competitividade e da sustentabilidade do setor produtivo”, e envolverá as parcerias já existentes no Projeto INOVAMAÇÃ e outras novas instituições parceiras.

Caracterização e controle das doenças de verão



Rosa Maria Valdebenito Sanhueza¹
Amauri Bogo³
Rufino Fernando Flores Cantillano⁵
Marciel Stadnik⁷
Vinícius Adão Bartnicki⁹
Leonardo Araújo¹¹

Walter Ferreira Becker²
Luís Antonio Suita de Castro⁴
Yoshinori Katsurayama⁶
Emerson Del Ponte⁸
Carla Cassol Comparin¹⁰
Piérri Spolti¹²

1. INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus x domestica* Borkh) destaca-se no cenário nacional pelo volume e área comercializada. Atualmente, a produção de maçãs é uma atividade consolidada no Brasil com grande importância sócio-econômica no país. Dentre os estados produtores no Brasil, destacam-se Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo (MELLO, 2006). Um dos fatores que mais compromete o aumento da produção desta cultura são as chamadas doenças de verão que causam podridão de frutos, entre elas a podridão branca (*Botryosphaeria dothidea*, sin. *B. berengeriana*), a podridão amarga (*Colletotrichum gloeosporioides*, *C.*

¹ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da PROTERRA, BR 116, nº 7320 – Sala 02, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: rosamaria@proterra.agr.br

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: wbecker@epagri.sc.gov.br

³ Eng. Agrônomo, Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Fitotecnia, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: 2974509@udesc.br

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: suita@cpact.embrapa.br

⁵ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: fcantill@cpact.embrapa.br

⁶ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: katsuray@epagri.sc.gov.br

⁷ Eng. Agrônomo, Professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Fitotecnia, CP 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC. Email: stadnik@cca.ufsc.br

⁸ Eng. Agrônomo, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Fitossanidade, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS. Email: emerson.delponte@ufrgs.br

⁹ Tecnólogo em Agropecuária, Aluno de Doutorado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: vinibart@hotmail.com

¹⁰ Bióloga, Aluna de Doutorado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: carlacomparin@yahoo.com.br

¹¹ Eng. Agrônomo, Aluno de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC, CP 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC. Email: leoara02@yahoo.com.br

¹² Eng. Agrônomo, Aluno de Doutorado do Departamento de Fitossanidade - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS. E-mail: pierrispolti@gmail.com

acutatum), e a podridão “olho-de-boi” (*Cryptosporiopsis perennans*) (VALDEBENITO SANHUEZA, 2001).

A Mancha Foliar da Glomerela (MFG; sinonímia Mancha Foliar da Gala), foi observada pela primeira vez em 1983 em pomares de macieira no estado do Paraná 1983 (LEITE JÚNIOR et al., 1988) e posteriormente se disseminou na região sul do Brasil atingindo, inclusive, altitudes acima de 1.400 metros (KATSURAYAMA; BONETI et al., 1999). A MFG é causada principalmente por *Colletotricum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc, porém outras espécies do gênero, entre elas *C. acutatum* J.H. Simmonds e *Colletotrichum* sp., podem estar associadas à doença, sendo, contudo, pouco frequentes (BONETI et al., 2002). Longos períodos de molhamento foliar, alta umidade relativa do ar e temperaturas elevadas são as principais condições predisponentes à doença (CRUSIUS et al., 2002; HAMADA, 2005). Desde então, a frequência da doença vem aumentando, sendo que atualmente ocorre em praticamente todas as regiões. Devido ao intenso desfolhamento que provoca, a MFG causa sérios prejuízos e, atualmente representa uma das principais doenças de macieira (BONETI et al., 2002). Os sintomas iniciais da doença são manchas vermelho-arroxeadas, já visíveis 48h após o início da infecção, que evoluem para manchas necróticas com formato irregular. As folhas lesionadas amarelecem e caem precocemente, entre oito a dez dias após o aparecimento dos primeiros sintomas em temperaturas acima de 20°C (CRUSIUS et al., 2002).

Nas doenças que se manifestam em pós-colheita e causam maiores perdas de maçãs no Brasil se inclui a podridão olho-de-boi cujo agente causal foi identificado como *Cryptosporiopsis perennans*/*Pezicula malicorticis*) (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2004). A presença deste patógeno foi documentada somente em 1996. Entretanto, supõe-se que o fungo tenha se estabelecido no país com antecedência à constatação visto que ele tem sido isolado de cancrios antigos de macieiras com mais de 20 anos. Contudo, é provável que de igual forma que outras regiões do mundo que registraram a presença desta doença em pomáceas, outras espécies de *Cryptosporiopsis* ocorram no país. Isto somente poderá ser definido em levantamentos mais abrangentes que os feitos até o presente. A podridão olho-de-boi nas maçãs é marrom-clara com o centro amarelo-pálido, de forma mais ou menos circular, às vezes com margens marrom-escuras ou avermelhadas, deprimida, de textura firme e desenvolvimento lento. Internamente, os tecidos são de cor marrom amarelado e firme. Sintomas da doença são observados ao redor de lenticelas e ferimentos, na cavidade peduncular e calicinar e ao redor dos carpelos.

Esta doença foi relatada em maçãs nos USA em 1890 e ocorre em USA Europa e Ásia e no Chile. O nome comum deste sintoma tem sido modificado com o tempo e local de detecção da moléstia. Assim, inicialmente, foi conhecida como “podridão amarga” e a seguir como podridão do tipo “alvo de tiro”, “podridão por ‘Gloeosporium’ e, no presente, como podridão olho-de-boi, pela semelhança do alvo com o olho do boi. A etiologia da podridão olho-de-boi tem sido bastante discutida e, nos anamorfos citados se encontram espécies dos gêneros *Gloeosporium* e *Cryptosporiopsis* e nos teleomorfos, inicialmente as espécies foram

incluídas no gênero *Neofabraea*, posteriormente no gênero *Pezicula* e mais recentemente, novamente colocadas no gênero *Neofabraea*. Ao analisar os dados taxonômicos publicados, Ogawa e English (1991), concluíram que *C. perennans* seria o anamorfo de *P. malicorticis*. Posteriormente, estudos morfológicos e fisiológicos de *Cryptosporiopsis* publicados por Dugan et al. (1993) concluíram que as duas espécies de *Cryptosporiopsis* descritas na literatura, *C. curvispora* e *C. perennans*, não tinham diferenças consistentes, e deveriam ser consideradas sinônimos. Este critério foi adotado para a descrição do patógeno no Brasil

A primeira constatação da podridão “olho-de-boi” no Brasil ocorreu nos ciclos vegetativos de 1995 e 1996 em maçãs das cultivares Fuji e Golden Delicious, colhidas em pomares dos municípios de Tainhas, Caxias do Sul, Vila Oliva e Vacaria no Rio Grande do Sul e em Fraiburgo, Santa Catarina (VALDEBENITO SANHUEZA, 2001). A podridão “olho-de-boi” destaca-se atualmente como uma das principais doenças pós-colheita na cultura da maçã, ocorrendo em todas as regiões produtoras do Brasil, causando perdas que variam entre 13 e 16% do total dos frutos de refugo.

O agente causal da podridão “olho-de-boi” foi identificado em 1996 no Brasil como *Cryptosporiopsis perennans* (Zeller e Childs) e sua posição taxonômica foi confirmada no Instituto de Micologia da Holanda (CBS), mas supõe-se que o fungo tenha se estabelecido no país com antecedência à constatação, visto que ele tem sido isolado de cancrios antigos de macieira com mais de 20 anos (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2004). É provável que de igual forma que outras regiões do mundo que registraram a presença desta doença em pomáceas, outras espécies de *Cryptosporiopsis* ocorram no Brasil. Esta doença também ocorre na Europa, Ásia, Chile, EUA, porém o nome comum da doença tem sido modificado com o tempo e o local de detecção da moléstia (VERKLEY, 1999).

O tema “Caracterização e controle das doenças de verão”, para a cultura da macieira, neste Projeto, foi tratado em oito experimentos, os quais são apresentados e detalhados a seguir.

Comparação do método Elisa com dois métodos de coleta de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides* em Vacaria, RS

Estudos do processo de infecção desta doença mostraram que o período latente é muito curto e os sintomas podem surgir até 48h após o início da infecção. A doença afeta apenas as cultivares de macieiras descendentes da ‘Golden Delicious’. Desta maneira, a ‘Gala’, uma das principais cultivares plantadas no sul do Brasil, apresenta alta suscetibilidade, enquanto a ‘Fuji’, outra cultivar importante, não é afetada (BONETI et al., 2002).

A pulverização das macieiras com fungicidas com ação preventiva, repetida em intervalos de dez dias sempre que houver acúmulo de 30 mm ou mais de chuva, contando a partir da última pulverização, é o método mais utilizado para o controle da MFG, porém, não é muito eficiente quando a pressão de inoculo é muito alta (BONETI et al., 2002). Sistemas de Alerta para a doença estão disponíveis para a região de São Joaquim (SC) e em Vacaria (RS) pelo sistema SISALERT-MAÇÃ, mas

as vantagens destes sistemas são reduzidas pelo fato de não se contar com produtos com ação curativa e pela falta de métodos para detecção do patógeno.

Estudos de detecção de propágulos de patógenos que se disseminam pela água têm sido feitos por diversos autores. Pusey (1989) e Fitzel e Peak (2008) descrevem o uso de coletores de água que chuva que escorre pelos ramos de plantas frutíferas para monitoramento do patógeno. Este experimento teve por objetivo estudar, comparativamente, o sistema Elisa (comercializado para detecção de *Colletotrichum*) e a coleta de água de chuva e lavagem de folhas para monitorar a presença do patógeno nos pomares.

Comparação de modelos de previsão da mancha da gala.

O emprego de táticas de resistência, no controle da doença é ainda inexistente de modo que o uso de fungicidas, a intervalos máximos de 10 dias se faz necessário. Estratégias de controle de doenças dentro da agricultura de precisão são verificadas na adoção de sistemas de alerta, já adotadas em diversas culturas em países desenvolvidos e que recentemente experimenta impulso no Brasil (BERTON; MELZER, 1989; MACHARDY, 1996). Sistemas de previsão auxiliam os agricultores na tomada de decisão, uma vez que indicam os períodos de condições favoráveis ao desenvolvimento das doenças e, assim, os momentos mais apropriados para a realização das pulverizações. Simulações em laboratório e casa-de-vegetação permitem selecionar variáveis meteorológicas simples e de fácil obtenção como temperatura do ar, precipitação, período de molhamento foliar, umidade relativa, insolação, entre outras, na construção de um modelo, este, normalmente uma equação matemática (ZADOCKS; SCHEIN, 1979).

Face à necessidade de um controle racional da Mancha Foliar da Gala, na região do Alto Vale do Rio do Peixe alguns métodos de alerta para a Mancha da Gala foram avaliados (BECKER et al., 2004), necessitando de um estudo mais aprimorado da viabilização destes, com transmissão de dados teletransmitidos de maneira a agilizar o processo de tomada de decisão do momento adequado a proteção da cultura com fungicidas.

Caracterização do efeito dos fosfitos e de indutores de resistência sobre a MFG

A pulverização das macieiras com fungicidas com ação preventiva repetidos em intervalos de dez dias, sempre que houver acúmulo de 30 mm ou mais de chuva, contando a partir da última pulverização é o método mais utilizado para o controle da MFG, porém, não são muito eficientes quando a pressão de inoculo é muito alta (BONETI et al., 2002). Sistemas de Alerta para a doença estão disponíveis para a região de São Joaquim, pela CIDASC, e de Vacaria, pelo sistema Sisalert-maçã, mas as vantagens destes sistemas são restritas pelo fato de não se contar com produtos com ação curativa. Por não se conhecer fungicidas com ação curativa, recomenda-se que os tratamentos sejam efetuados preventivamente, no mais tardar a partir da constatação das primeiras lesões. Dentro do contexto do manejo integrado e baixa pressão de inoculo, fertilizantes à base de fosfitos vêm sendo empregados no controle de doenças de plantas frutíferas como o oídio (GEELLEN,

1999), e a sarna (BONETI; KATSURAYAMA, 2005) em macieira e a podridão do pé em mamoeiro (DIANESE et al., 2007). Segundo Cohen e Coffey (1986), os fosfitos tem acidez característica, já que o íon fosfito (HPO_3^{2-}) é oriundo do ácido fosforoso (H_3PO_3), são compostos não fitotóxicos e apresentam alta atividade fungicida na planta. O fosfito é translocado sistematicamente na planta via floema e xilema, sendo que sua absorção pela planta é via floema através da associação deste com fotoassimilados. Ele é uma forma não metabolizável de fósforo que é absorvida rapidamente pelas folhas, podendo permanecer e acumular na planta por até 150 dias (GUEST; GRANT, 1991; MALUSA; TOSI, 2005).

Existem controvérsias sobre o modo de ação dos fosfitos sobre doenças de plantas. Foi relatado que eles podem atuar diretamente sobre o patógeno (FENN; COFFEY, 1984) e/ou pela indução de resistência (SAINDRENANT et al., 1988). Recentemente em trabalhos com macieira, Araújo et al. (2008) mostraram o efeito curativo de 24 com fosfito de potássio OO-40-20 (3 $\mu\text{L/mL}$), e reduziram em 90 % na severidade da doença, em relação à testemunha. Já aplicações preventivas do produto aos 6 ou 3 dias antes da inoculação, não diminuíram a severidade da doença. Boneti e Katsurayama (2005) avaliaram fosfitos de potássio no controle da sarna (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter), em condições de casa-de-vegetação, e obtiveram controle dessa doença quando com o produto foi pulverizado 7 dias antes da inoculação. A indução de resistência é um método moderno na proteção de plantas e mostra-se uma alternativa menos agressiva à saúde humana e ao equilíbrio de agroecossistemas. Entre os indutores, polissacarídeos obtidos de algas marinhas, tal como a ulvana tem demonstrado potencial para elicitar respostas de defesa em plantas, em particular à MFG em macieira com pulverizações seis dias antes da inoculação com *C. gloeosporioides* em casa-de-vegetação (ARAUJO et al., 2008).

Há relatos de campo e da literatura (BRACKMAN et al., 2005; DIANESE et al., 2007; SÔNEGO et al., 2003), formulações de fosfitos comercializados podem apresentar eficiência diferente no controle de doenças. Apesar disso e do seu uso intensivo na pomicultura brasileira, inexistente atualmente uma avaliação da eficiência de fosfitos no controle da MFG. Desta forma, o objetivo deste experimento foi avaliar os mecanismos de ação dos fosfitos e do polissacarídeo algal ulvana.

Sobrevivência, fisiologia e variabilidade de isolados de *Cryptosporiopsis* sp. associados a doença olho-de-boi em macieira

A etiologia da podridão “olho-de-boi” tem sido bastante discutida. Nos anamorfos citados, se encontram espécies do gênero *Gloeosporium* e *Cryptosporiopsis* e nos teleomorfos as espécies foram incluídas no gênero *Neofabraea*, posteriormente no gênero *Pezicula*, e mais recentemente colocadas novamente no gênero *Neofabraea* (JONG et al., 2001 apud MAFFIOLETTI, 2007). Quatro espécies do gênero *Neofabraea* são conhecidas como causadoras da podridão “olho-de-boi” em maçãs: *N. malicorticis* (Jacks), *N. perennans* (Kienholz), *N. alba* (Guthrie) e *Neofabraea* sp. nov, esta determinada por Jong et al. (2001 apud HENRIQUEZ et al., 2004).

Neofabraea malicorticis (*Cryptosporiopsis curvispora*) é encontrada principalmente em áreas úmidas do Noroeste do Pacífico e causa o cancro antracnose em macieira. A leste do Pacífico se encontra *Neofabraea perennans* (*Cryptosporiopsis perennans*), causando o cancro perene da macieira. *Neofabraea alba* (*Phlytoma vagabunda*) tem sido documentada na América do Norte, Europa, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia causando podridão “olho-de-boi” em maçãs. Já a nova espécie, *Neofabraea* sp. nov. é representada por isolados da Nova Escócia, Canadá e Portugal (VERKLEY, 1999; HENRIQUEZ et al., 2004; GARIEPY et al., 2005).

N. malicorticis e *N. perennans* são consideradas uma única espécie na Europa, enquanto que na América do Norte são consideradas espécies distintas (HENRIQUEZ et al., 2004). Morfologicamente, *N. malicorticis* produz macroconídios e microconídios curvados ou em forma de vírgula, já *N. perennans* produz macroconídios e microconídios retos ou levemente curvados. Em áreas onde se encontra *N. malicorticis* e *N. perennans* juntas, isolados com conídios de tamanho intermediário e morfologia entre as duas espécies são ocasionalmente encontrados (GARIEPY et al., 2005). Apenas macroconídios curvados são produzidos por *N. alba*. A nova espécie, *Neofabraea* sp. nov. produz microconídios e macroconídios semelhantes aos da *N. perennans* (HENRIQUEZ et al., 2004).

Diferenças morfológicas entre os patógenos que causam a podridão “olho-de-boi” em maçã são sutis e muitas vezes coincidem, dificultando a correta identificação do agente causal (HENRIQUEZ et al., 2004). Porém, espécies causadoras da podridão “olho-de-boi” são tradicionalmente diferenciadas com base em caracteres morfológicos e fisiológicos. Características como coloração e aspecto de colônias, dimensões e septação de conídios, formação de cancrios e virulência de isolados têm sido usadas para diferenciar espécies morfológicamente próximas como *Neofabraea malicorticis* e *N. perennans* (DUGAN et al., 1993; GARIEPY et al., 2005). Outras características fisiológicas como susceptibilidade a temperaturas e atividade enzimática em substratos sólidos específicos também são usadas no processo de identificação de novas espécies. Em particular, a atividade enzimática demonstra a maior ou menor capacidade de fungos em produzir enzimas como lipases, proteases, amilases, entre outras. Este é um método simples para diferenciar espécies ou caracterizar isolados de uma mesma espécie. A análise da produção enzimática de fungos em meio sólido proposta por Hankin e Anagnostakis (1975) é considerado um método simples e rápido para a identificação de variantes genéticas em uma população, pela presença ou ausência de enzimas específicas, havendo a possibilidade de associação entre a produção de enzimas extracelulares do patógeno e seu grau de virulência com o hospedeiro (HANKIN; ANAGNOSTAKIS, 1975).

O objetivo deste experimento foi caracterizar morfo-fisiologicamente onze isolados de *Cryptosporiopsis* spp através da característica morfológicas das culturas crescidas em diferentes meios, morfologia e dimensões (relação comprimento/largura) dos conídios, sensibilidades a temperaturas (4, 5, 30 e 31°C), atividade enzimática, patogenicidade em frutos sadios e indução da formação de cancrios para obtenção da fase sexuada de apotécio do fungo.

Etiologia e caracterização da infecção das maçãs por *Cryptosporiopsis perennans*

Devido ao longo período de incubação da doença, resultante de infecções latentes iniciadas em qualquer fase de desenvolvimento dos frutos (EDNEY et al., 1960), as estratégias de manejo da POB são enfocadas na aplicação de fungicidas no período final de maturação dos frutos (BRYK, 2001; HENRÍQUEZ et al., 2008). Para essa situação, o uso de fungicidas deve visar à redução da densidade de inoculo na superfície dos frutos nos períodos de maior risco de infecções (SPENCER; WILKINSON, 1958). Apesar da proteção com fungicidas, fracassos no controle dessa doença são recorrentes, principalmente em anos com ambiente ou fonte de inoculo favoráveis a epidemia (HENRÍQUEZ et al., 2008). Assim, tratamentos erradicantes na fase de dormência das plantas visando à redução do inoculo podem ser uma prática importante uma vez que a poda seletiva para a eliminação de ramos doentes é de difícil execução devido à grande demanda de mão-de-obra e tempo (LALANCETTE; ROBISON, 2002). Para a POB, os relatos de tratamentos de inverno na literatura limitam-se ao uso de fungicidas mercuriais ou a base de arsênio, não registrados para a cultura da macieira no sul do Brasil, ou em relatos de experimentos com infecções induzidas por inoculação artificial restringindo as análises à produção de esporos, sem a quantificação de danos (EDNEY et al., 1960; HENRÍQUEZ et al., 2006). Apesar do consenso quanto à importância da população epífita na superfície dos frutos no desenvolvimento de podridões, especificamente àquelas com período latente (EMERY et al., 2000), não há, até onde se conhece relatos da quantificação da população de *Cryptosporiopsis sp.* nessas condições e o impacto de sua redução, por tratamentos erradicantes, no controle da doença.

O objetivo deste experimento foi determinar um meio seletivo para *C. perennans*, avaliar estratégias de manejo da POB com base no controle do inoculo inicial utilizando diferentes fungicidas com efeito erradicante que visam a redução do risco e aumento da eficiência do controle da doença em pomares tratados, bem como avaliar o potencial de uso de sais de fosfitos para o controle da podridão olho-de-boi, bem como estudar o seu modo de ação no patógeno e sua influência na atividade enzimática em maçãs inoculadas artificialmente.

Análise por microscopia de varredura do processo de infecção das maçãs por *Cryptosporiopsis perennans*

A utilização da técnica de microscopia de varredura para conhecer e documentar as características da relação patógeno-hospedeiro é uma das demandas para criar novas estratégias de controle dos patógenos. Para análises de frutos colonizados por fungos fitopatogênicos, vários métodos de preparação de amostras são descritos na literatura, os quais apresentam eficiência para visualização de materiais biológicos (HAYAT, 1972; SILVEIRA, 1989). Entretanto, devido à condição natural hidratada, todas as amostras biológicas apresentam relativa complexidade de processamento. O objetivo deste experimento foi caracterizar a colonização da epiderme de maçã por *C. perennans* utilizando microscopia de varredura, presentes na superfície de maçãs inoculadas.

Avaliação do efeito de protetores solares

As frutas mais suscetíveis ao dano de sol são aquelas que se encontram na periferia da planta, localizadas em ramos fracos e muito longos, que logo se curvam devido ao seu próprio peso (YURI et al., 2000a; YURI, 2001). Os frutos que se desenvolvem na sombra ou com luz indireta são mais suscetíveis à queimadura de sol quanto mais tarde são expostos a radiação solar em períodos de alta temperatura, comparados com aqueles que recebem radiação solar durante todo seu crescimento. Estes últimos são capazes de gerar um mecanismo de resistência ao dano relacionado com proteínas do citoplasma (YURI et al., 2000a e b; YURI, 2001; PISKOLCZI et al., 2004). A fruta vai perdendo a capacidade de resistir a altas temperaturas na medida que se aproxima da maturação de colheita, isto pode dever-se a um problema metabólico próprio da mesma ou da menor possibilidade que tem de dissipar calor, dado que a relação superfície/volume da fruta diminui consideravelmente a partir de dezembro (YURI, 2001).

Este experimento teve como objetivos: a) Avaliar durante a temporada de 2007/2008 o efeito das aplicações do produto RAYNOX[®] na pré-colheita, de caráter preventivo, em maçãs das cultivares Fuji e Pink Lady[®] na incidência e severidade do dano de sol, na qualidade da fruta e comportamento pós-colheita; b) Verificar de que forma a radiação que chega ao fruto influencia na queima, e em qual momento ocorre o dano de sol e, se for possível integrar ao Sistema de Alerta (SISALERT); c) Avaliar o efeito do tratamento RAYNOX[®] sobre duas doenças de verão da maçã: *Cryptosporiopsis perennans* e *Botryosphaeria dothidea*.

Avaliação do efeito da temperatura e período de molhamento foliar na severidade da Mancha Foliar da Gala (MFG).

A Mancha Foliar da Gala é uma doença da macieira tipicamente brasileira. Sob temperatura elevada, acima de 20°C, o sintoma nas folhas surge 45 h após a inoculação, na forma de manchas difusas de cor marrom. As folhas infectadas podem ficar inteiramente marrons e cair por desidratação (temperatura elevada), ou amarelecer e cair em seguida (temperatura amena). Nos frutos, as lesões são deprimidas, circulares, de 1 a 2 mm de diâmetro, de cor marrom-clara a marrom-escura. Além disso, o período de incubação é mais longo, de 4 a 5 dias. O sistema de controle da MFG atualmente em uso consiste na aplicação preventiva de fungicidas de contato, a partir do final da floração da macieira (outubro) até o período pós-colheita da maçã (março). Isto resulta em grande número de pulverizações, principalmente de fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos.

Alguns estudos foram realizados visando o desenvolvimento de um modelo de previsão desta doença. O modelo (empírico) descrito por Bleicher et al. (1995) relaciona a epidemia da MFG à ocorrência de temperatura $\geq 18^{\circ}\text{C}$ e período de molhamento foliar (PMF) ≥ 14 horas ou 10 h ou mais de UR $\geq 90\%$ quando, então seria considerado um dia favorável (DF). E o controle seria recomendado quando ocorrerem 4 ou mais DF nos últimos 10 dias. Katsurayama et al. (2000), com os dados meteorológicos coletados nas principais regiões pomícolas de Santa Catarina, desenvolveram um modelo (empírico) de previsão e controle da MG baseado na

ocorrência de 3 ou mais dias consecutivos de chuva, temperatura $\geq 15^{\circ}\text{C}$ e PMF ≥ 10 h. Becker et al. (2004), após 4 anos de ensaios de campo, concluíram que o modelo desenvolvido por Katsurayama et al. (2000) é mais eficiente que o sistema convencional de tratamento fitossanitário, pois permite uma redução significativa no número de pulverizações, sem prejuízo do nível de controle da doença ou da qualidade da maçã. Mais recentemente, Becker (2007) comparando vários modelos de previsão concluiu que o modelo de Fitzell (FITZELL et al., 1984) é mais eficiente que o modelo acima na redução da doença nas folhas e frutos. Entretanto, o modelo de Fitzell aumentou em 50% o número de pulverizações.

Mais tarde, Katsurayama e Boneti (2006) ajustaram o modelo empírico acima para contemplar as temperaturas $< 15^{\circ}\text{C}$, bem como os PMF ≥ 20 h/dia e, com isso, caracterizar mais precisamente os períodos críticos da doença. No novo modelo, o valor diário de severidade (VDS) passou de 0 ou 1 para valores entre 0 e 2, em escala de 0,5 unidade, e a recomendação de controle quando a SVDS dos 3 dias consecutivos atingir 2,5 unidades. Crusius et al. (2002) desenvolveram, em ensaios em condições controladas, um modelo para previsão da MG baseado na interação entre a temperatura e o período de molhamento foliar na severidade da MG (modelo indutivo). Trabalhos subsequentes indicaram a necessidade de ajustar este modelo, tanto para PMF menores que 12 h, quanto para temperaturas inferiores a 14°C .

Este experimento teve como objetivo contribuir para o aperfeiçoamento do modelo de previsão da MG através da quantificação em condições controladas do efeito da temperatura e período de molhamento foliar na severidade da MFG (modelo indutivo).

2. METODOLOGIA

Experimento 1: Comparação do método Elisa com dois métodos de coleta de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides* em Vacaria, RS

1.1. Avaliação do Kit Adgen Identikit para *Colletotrichum* sp

Folhas da cultivar Maxi Gala foram inoculadas por aspersão com suspensões de conídios do isolado CNPUV/Va de *C. gloeosporioides*, obtido pela raspagem de uma colônia do fungo cultivada em meio BDA por 20 dias. O fungo foi isolado de uma maçã proveniente de São Joaquim, SC. Na inoculação foi utilizado um volume de 4 ml por folha/planta. Após a inoculação as folhas foram coletadas assim que secas. O tempo de inoculação e coleta das folhas foi de aproximadamente de 45 minutos. Para o teste ELISA, seguiu-se o protocolo proposto pelo fabricante. As amostras foram consideradas positivas quando se observou absorbância duas vezes superior ao controle negativo.

1.2. Detecção de propágulos que colonizam gemas, segmentos de ramos, flores e frutos.

O estudo foi conduzido em uma área de macieiras 'Pink Lady[®]' com histórico de infecção da mancha foliar da Gala. As estruturas foram colocadas em uma solução de água esterilizada (AE) e Tween 80 0,001%, expostas ao ultra-som por 30 segundos e a suspensão agitada e amostras transferidas para placas de Petri contendo o meio BDA Acidificado. As placas foram incubadas por cinco dias a temperatura de 22 °C e fotoperíodo de 12 horas. Na avaliação contou-se o número de colônias de *C. gloeosporioides* em cada placa seguindo da identificação com auxílio de microscopia.

1.3. Determinação do patógeno na água de chuva que escorre nas macieiras

Coletores de água de chuva foram desenvolvidos com garrafas abertas na base e colocadas invertidas abraçando os troncos das macieiras de forma a coletar a água escorrida da parte aérea das plantas. A partir de outubro de 2007, quinzenalmente, foi coletada a água dos coletores. A suspensão foi agitada e amostras transferidas para placas de Petri contendo o meio BDA acidificado e em meio semi-seletivo. Incubaram-se as placas por cinco dias a temperatura de 22 °C e fotoperíodo de 12 horas. Na avaliação, contou-se o número de colônias de *C. gloeosporioides* em cada placa, seguindo da identificação com auxílio de microscopia. A seguir, foram instalados quatro coletores de água de chuva no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009, onde foram feitas coletas quinzenais e preparada cultura de amostras. Nas coletas de água das garrafas foi observada a ocorrência de sintomas nas plantas dos coletores e nas duas plantas vizinhas.

Experimento 2: Comparação de modelos de previsão da Mancha Foliar da Gala

O experimento foi conduzido em pomar de Royal Gala/M9/Maruba (quatro anos), no espaçamento de 1,5m x 3,5m. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições e a parcela formada por nove plantas, com área útil de cinco plantas centrais. A avaliação do progresso da doença foi feita nas cinco plantas e em quatro ramos (opostos) por planta a cada sete dias a partir da brotação das folhas e nos frutos por ocasião da colheita destes. Os seguintes modelos foram avaliados:

- 1) Modelo Australiano (FITZELL et al., 1984): $[Y = -16,114 + 1,120T - 0,0225T^2 + 1,0862 \ln t]$; (PMF)
- 2) Modelo $\Sigma(VSD + cMFG)$ 7 dias, iniciado com chuva $\geq 2\text{mm}$ (BECKER, 2007)
- 3) Modelo EECd (BECKER; MONDARDO, 2004)
 $[Y = 60,92 / 1 + (16,2859 * (\exp(-0,2449 * M))) \times 0,9698 * (((Tm - 15) * -0,00524) * ((34,01 - Tm) * -0,2515))]$; (PMF)

- 4) Modelo VSD=13 (PMF)
- 5) 2 PC iniciado com chuva ≥ 2 mm (modelo padrão); (PMF)
- 6) Testemunha controle padrão 7/7 dias

Observações:

- 1) T; Tm= temperatura média no período de molhamento. t ; M= período de molhamento (horas com pmf)
- 2) Períodos de molhamento separados por tempo < 6 horas com UR >65% serão combinados.
- 3) O fungicida não será reaplicado se o período crítico ocorrer no prazo de sete dias da última pulverização.
- 4) Restabelecer a pulverização se no prazo de 7 dias da ultima pulverização o somatório da precipitação (chuva) for ≥ 30 mm.
- 5) Pulverização, com aparelho costal motorizado, marca Maruyama, com caneta de três bicos modelo Yamaho HV-3.
- 6) Avaliar o início da primeira lesão com 3, 5 e 7 dias após cada PC.
- 7) Pulverização adicional no controle da sarna (dodine) e de insetos (fenitrothion; methidathion) quando necessária e na dosagem recomendada pela CTPIM.

Para a pulverização do ciclo 2007/08 foi utilizado o fungicida metiram 70% (300g pc/hl) de acordo com a ocorrência de períodos críticos para cada um dos cinco sistemas de alerta comparados ao sistema de calendário. O volume de calda/ha foi crescente (500-1000L) conforme o enfolhamento da planta. Para a pulverização do ciclo 2008/09 foi utilizado o fungicida mancozeb 80% (Manzate 240g pc/hl) de acordo com a ocorrência de períodos críticos para cada um dos cinco sistemas de alerta comparados ao sistema de calendário. O volume de calda/ha foi o de ponto de escorrimento conforme o enfolhamento da planta.

No período de dormência das plantas foi executada as atividades de manutenção do pomar como poda de inverno e eliminação de ramos doentes, tratamentos químicos com fungicidas erradicantes (calda sulfocálcica e cúprica, roçadas, aplicação de inseticidas para controle de pulgão lanígero. Na entrada da primavera a condução do pomar foi dada pela fixação de plantas e arqueamento de ramos. A quebra de dormência foi feita com aplicação de dormex e óleo mineral. Na segunda quinzena de setembro a estação agrometeorológica e termo-higro-umectógrafo foram re-instalados no pomar para início da coleta de dados. No terceiro dia, a estação agrometeorológica parou de funcionar e os dados de temperatura, molhamento foliar e umidade relativa foram registrados apenas pelo termo-higro-umectógrafo. A precipitação pluviométrica foi registrada a partir de uma estação agrometeorológica distante 200 m do pomar.

Diariamente os dados climatológicos são anotados e avaliados nos diferentes modelos de alerta. Para cada período crítico relativo ao modelo em questão é feita a pulverização das parcelas que constituem o respectivo tratamento. Avaliações a cada três, cinco e sete dias são conduzidas após cada período crítico para determinar o início dos primeiros sintomas. Após a detecção do primeiro sintoma as avaliações são semanais para determinação do progresso da Mancha Foliar da Gala.

Experimento 3: Caracterização do efeito dos fosfitos e de indutores de resistência sobre a MFG

3.1. Mecanismos de resistência inata e adquirida à infecção de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc em macieira (*Malus domestica* Borkh*).

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis SC. Plântulas de macieira suscetíveis foram pulverizadas até o ponto de escorrimento (aproximadamente 4 mL/plântula) com auxílio de uma pistola de pintura acoplada a um compressor de ar aos seis dias antes da inoculação (DAI). Plântulas suscetíveis (testemunha) e resistentes foram pulverizadas com água destilada. As plântulas tratadas permaneceram em bancadas da casa-de-vegetação até serem inoculadas. Seis dias após a pulverização com água ou ulvana as plântulas foram inoculadas com uma suspensão de 3×10^5 conídios/mL do isolado MANE147 de *Colletotrichum gloeosporioides* até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, as plântulas permaneceram em câmara úmida no escuro a 100% UR e 20 ± 5 °C por 24h.

A severidade da MFG foi avaliada diariamente de quatro a dez dias pós-inoculação (DPI), baseada na estimativa visual da porcentagem de tecido necrosado de cada folha. Na última avaliação de severidade aos 10 DPI todas as folhas foram destacadas e escaneadas para estimar a área foliar necrosada da MFG usando o Software Quant V.1.01. Com os dados da severidade visual, calculou-se área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD). A severidade da MFG foi avaliada separadamente na 1ª e 4ª folha expandida (folhas superiores) e nas 5ª, 6ª, 7ª e 8ª (folhas inferiores).

Retiraram-se dois discos da 2ª e 3ª folhas expandidas, de plântulas de macieira suscetíveis tratadas com água ou ulvana e resistentes com auxílio de um vazador (8 mm diâmetro) às 24, 48 e 72 horas após a inoculação (HAI). Os discos foliares coletados foram processados para a realização de análise microscópica, conforme metodologia descrita por Stadnik e Buchenauer (2000) em microscópio óptico, binocular, no aumento de 400X (modelo FWL1500, Feldemann Wild Leite, Brasil). A porcentagem de germinação foi determinada em 100 conídios sobre os discos foliares. Para obtenção do extrato protéico utilizou-se a 2ª e 3ª folha expandida/plântula de acordo com metodologia adaptada de Brisset (2000); Faize (2006) e Hassan e Buchenauer (2007) às 24, 48 e 72 HAI. O teor de proteínas totais foi determinado por meio do método de Bradford (1976).

A atividade da peroxidases (POX) foi medida espectrofotometricamente conforme metodologia adaptada de Stadnik e Buchenauer (2000). Para tal, 100 μ L do extrato protéico foram adicionados em 2,9 mL de tampão acetato de sódio (50 mM; pH 5,5), contendo guaiacol 0,25% (v/v) (Sigma, EUA) e peróxido de hidrogênio 100 mM (Merck, Alemanha). Os valores de absorbância da reação foram registrados a cada 30 s durante 3 min a 30°C por meio de um espectrofotômetro a 470 nm (modelo 700 Plus, Femto, Brasil).

A atividade de glucanases (GLU) foi determinada utilizando-se como substrato o composto 'carboximetilcurdlan-remazol azul brilhante' (CM-curdlan-RBB, Loewe Biochemica, Alemanha), de acordo com metodologia adaptada de Wirth e Wolf (1996) e Brisset et al. (2000). Em microtubos de 2 mL (Axygen, USA) foram adicionados 200 μ L de CM-curdlan-RBB (4,0 mg.mL⁻¹) e 200 μ L de tampão acetato de sódio (200 mM; pH 5,0) que foram agitadas em vórtex na velocidade de 2111 rpm por 5 s (modelo AP56, Phoenix, Brasil) e incubadas à 40°C em banho-maria por 10min. Após a adição de 400 μ L de extrato foliar em cada microtubo a mistura foi agitada novamente em vórtex e então incubada à 40°C em banho-maria por 2 h. As amostras tiveram suas reações interrompidas pela adição de 200 μ L de HCl 2N e mantidas no gelo por 10 min. Findo este procedimento, as amostras foram centrifugadas por 10.000 g/10min (modelo 5804R, Eppendorf, Alemanha). As absorbâncias dos sobrenadantes das amostras foram determinadas a 600nm em espectrofotômetro. O delineamento experimental foi completamente casualizado, com 5 repetições/tratamento para às 24, 48 e 72 HAI. Para as análises de variância foi utilizado software Statística 6.0 – Stat Soft®, versão 2001. O teste de regressão foi calculado através do software Sisvar (UFLA), versão 2001.

3.2. Avaliação do efeito dos fosfitos sobre a MFG, através da técnica de TLC e Bioatografia

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis SC. Foi utilizado o fosfito de potássio: Phós-k 0-40-20/Oxiquímica Agrociência, 0%(N)-40%(P₂O₅)-20%(K₂O) na seguinte concentração 150mL/100L. A solução de fosfito de potássio foi pulverizada sete dias antes da inoculação (DAI) em plântulas de macieira até o ponto de escorrimento. Metade das plântulas tratadas com fosfito aos 7 DAI permaneceram sobre bancadas de casa-de-vegetação, enquanto outra parte foram inoculadas com uma suspensão de 3x10⁵ conídios/ml de *C. gloeosporioides* (Isolado MANE147). Após a inoculação, as plântulas permaneceram em câmara úmida no escuro a 100% UR e 24 °C por 24 h.

Para extração dos compostos antifúngicos dos extratos foliares utilizou-se a 2ª e 3ª folha expandida das plântulas, inoculadas ou não com *C. gloeosporioides*. As folhas coletadas foram acondicionadas em papel alumínio e mantidas sob gelo e, em seguida, armazenadas a -20°C até o momento da avaliação. Para extração dos compostos antifúngicos os extratos foram homogeneizados em álcool etílico e concentrados em evaporador rotativo a 40°C, e processados de acordo com a metodologia de Stadnik e Bettiol (2007). Em resumo, para determinar a atividade antifúngica das frações nas cromatofolhas foi utilizado *Alternaria brassicicola*. Para

isto, após sete dias de crescimento, as culturas do fungo foram raspadas e a suspensão de esporos obtida foi filtrada. Esta suspensão foi diluída em meio líquido BDA (1:1; 1/1) a 40°C. Por fim, as cromatofolhas foram pulverizadas com uma suspensão de 10^5 esporos de *A. brassicicola*. Após 48 h de incubação a 25°C, foram observadas zonas de inibição fúngica (halos brancos, visto que o fungo possui coloração escura. O delineamento usado nos experimentos foi o completamente casualizado, com cinco repetições/tratamento.

3.3. Avaliação de formulações de fosfito de potássio no controle pós-infeccional de *Colletotrichum gloeosporioides* em macieira

Os trabalhos foram realizados em laboratório e em casa-de-vegetação, na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho. As plantas foram incubadas com 100% de umidade, para se ter uma maior abertura dos estômatos. Findo este período, as mudas foram inoculadas com uma suspensão de 3×10^5 conídios/mL do isolado CGF1 de *C. gloeosporioides* e mantidas no escuro a 100% UR e 22°C por 48h.

As mudas foram tratadas às 48 horas após a inoculação (HAI): com as doses de registro dos seguintes fosfitos, com suas respectivas marcas e formulações e doses p.c.: (a) 40-20: Bio 40-20/Biosul Fertilizantes, 0%(N)-40%(P₂O₅)-20%(K₂O), 150mL/100L; e (b) 40-20: Phós-k 0-40-20/Oxiqímica Agrôciência, 0%(N)-40%(P₂O₅)-20%(K₂O), 150mL/100L. Plantas testemunhas foram tratadas com água destilada. Avaliou-se a severidade da MFG conforme Araújo et al. (2008), estimando-se visualmente a porcentagem de tecido necrosado de quinze folhas de um ramo aos cinco, seis, sete, oito e dez dias após a inoculação (DAI). Com estes dados, calculou-se área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD). O delineamento usado nos experimentos foi o completamente casualizado, com e três repetições/tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância, seguido do teste de separação de médias SNK ($\alpha \leq 0,05$), com os softwares Statística 6,0 – Stat Soft®, versão 2001.

Experimento 4: Sobrevivência, fisiologia e variabilidade de isolados de *Cryptosporiopsis* sp. associados a doença olho-de-boi em macieira

4.1. Isolamento e características das colônias e conídios dos isolados em diferentes meio de cultura

A. Isolamento dos isolados de *Cryptosporiopsis* sp

Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Uva e Vinho em Vacaria – RS. Os isolados foram obtidos de frutos com sintomas de podridão “olho-de-boi” em maçãs de diferentes pomares da região Sul do Brasil.

Para o isolamento, os frutos foram desinfetados superficialmente com álcool etílico hidratado 92° e lavados com água destilada esterilizada. Fragmentos de tecidos com a podridão olho-de-boi foram retirados das margens das lesões e colocados em meio de cultura BDA contido em placas de Petri. As placas foram

mantidas a 21 °C com fotoperíodo de 12 horas. Após o crescimento das colônias, culturas monospóricas de cada isolado foram transferidas para tubos de vidro com BDA e preservados a 4°C. As colônias dos isolados foram inicialmente cultivados em BDA e incubadas durante 14 dias com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 21°C. Nas placas de Petri com os diferentes meios de cultura foi substituído um disco central com 5 mm de diâmetro por outro com o mesmo diâmetro com o micélio de cada isolado. As placas foram mantidas a 21 °C com fotoperíodo de 12 horas. Os isolados utilizados neste experimento fazem parte da coleção monospórica de *Cryptosporiopsis* sp da Embrapa Uva e Vinho (Tabela 1). Em todos os experimentos utilizou-se isolados monospóricos com 15 dias (Figura 1).

Tabela 1. Origem dos isolados de *Cryptosporiopsis* spp

Código dos isolados	Local de origem	Ano de coleta
Cp 1	São Francisco de Paula / RS	2002
Cp 2	São Francisco de Paula / RS	2002
Cp 3	São Francisco de Paula / RS	2002
Cp 4	Vacaria / RS	2002
Cp 5	Fraiburgo / SC	2003
Cp 6	Vacaria / RS	2002
Cp 7	Vacaria / RS	2003
Cp 8	Vacaria / RS	2003
Cp 9	Fraiburgo / SC	2002
Cp 10	Fraiburgo / SC	2002
Cp 11	Vacaria / RS	2002



Figura 1. Isolado monospórico de *Cryptosporiopsis* sp. em meio BDA.

B. Aspecto e coloração de colônias em três meio de cultura

Os meios de cultura testados formam: a) BDA acidificado - Batata-Dextrose-Ágar (10 g de dextrose, 18 g de ágar, 300 mL de caldo de batata e 700 mL de água destilada) acidificado com ácido láctico a pH 4,5 antes de verter; c) V8 - meio de ágar com suco V8 (200 mL de V8 (Campbel Soup Company), 3 g de CaCO_3 , 17 g de ágar e 800 mL de água destilada) e, c) extrato de malte ágar (25 g de extrato de malte, 17 g de ágar e 1000 mL de água destilada)

As avaliações finais do diâmetro das colônias foram feitas aos 13º dias de incubação com registro de dois diâmetros perpendiculares feitos com paquímetro digital (Mitutoyo) bem como aspecto e coloração de colônias (Figura 2). As avaliações de forma, dimensão (comprimento e largura média de 50 esporos por isolado e meio de cultura) e produção de conídios foram determinadas em um disco de 1,5 cm de diâmetro retirado da região central de cada colônia ao 13º dia de incubação. Os conídios foram retirados dos discos de cada meio de cultura com bastão de vidro e água, e suspensos em água destilada esterilizada com Tween-80, 0,001%, e a contagem de conídios em câmara de Neubauer.

Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa de Petri. Os dados foram analisados como experimento fatorial (9 isolados e três meios de cultura). Foi realizado teste F seguido de contraste de médias ($p < 0,05$) para as variáveis diâmetro das colônias e produção de conídios (DEMÉTRIO, 2001). Todas as pressuposições para a análise de variância foram devidamente testadas de acordo com Banzatto e Kronka (2006).

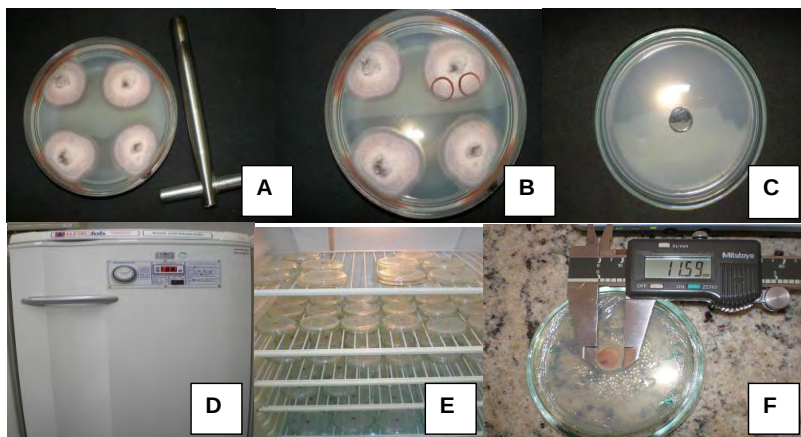


Figura 2. Colônia de *Cryptosporiopsis* sp com 15 dias de idade (A), detalhe dos círculos de 10mm de diâmetro (B), repicagem dos discos para as placas contendo os diferentes meios (C), câmara de crescimento BOD (D), placas no interior da câmara de crescimento BOD (E), mensuração do crescimento micelial com paquímetro digital (F).

C. Caracterização morfológica dos isolados

Utilizando as placas de Petri do teste anterior (crescimento micelial), observou-se a coloração da colônia de cada isolado em cada um dos três meios. Adotou-se a observação da coloração da colônia, da borda e do reverso da colônia (Figura 3). As cores atribuídas às colônias foram através de comparações em um padrão de cores (PANTONE®). Após estas observações agruparam-se os isolados semelhantes.

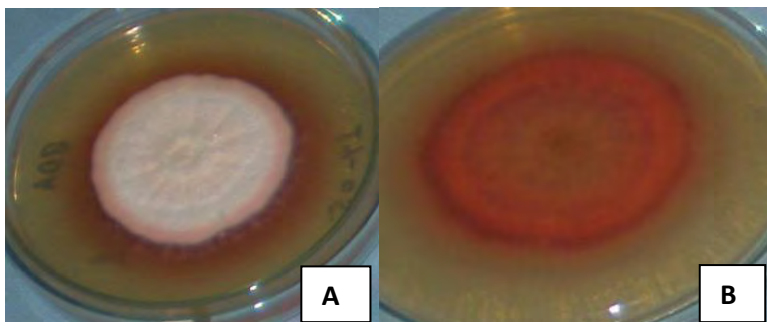


Figura 3. Detalhe da colônia de *Cryptosporiopsis* sp (A) e reverso da colônia (B) em meio BDA

D. Dimensionamento dos conídios dos isolados no meio de cultura BDA

Para a observação dos conídios no microscópio óptico utilizou-se uma régua micrométrica e ocular de 40x (Figura 4). Mediu-se então o diâmetro e a largura de 50 conídios de cada isolado (Cp1 a Cp11), e para fazer a conversão para micra (μ) multiplicou-se o resultado obtido por 2,5. Foi calculada a relação comprimento/largura dos conídios, determinando-se a forma dos conídios segundo Feitosa et al. (1977) modificado: Ccc= cilíndrico muito curto, relação menor que 2.50; Cc= cilíndrico curto, relação entre 2.50 e 3.00; C= cilíndrico, relação entre 3.00 e 3.50; Clf= cilíndrico à levemente fusiforme, com relação entre 3.50 e 4.00 e; Cf= cilíndrico à fusiforme, com relação entre 4.00 e 4.50.



Figura 4. Detalhe da régua micrométrica utilizada para a observação dos conídios de *Cryptosporiopsis* sp.

4.2. Virulência dos isolados em ramos e frutos de macieiras

A. Virulência em ramos de macieiras

Discos de micélio de 10 mm de diâmetro foram retirados das margens das culturas monospóricas com 15 dias de crescimento (3 discos/isolado), os mesmos foram colocados em placas de Petri vazias e esterilizadas e este material foi levado ao campo. Com o auxílio de um bisturi esterilizado, fez-se ferimentos nos ramos de macieira e no local colocou-se o disco de micélio de cada isolado (3 repetições/isolado) os mesmos foram cobertos com algodão umedecido em água destilada e esterilizada e cobertos com algodão e fita adesiva. Quinzenalmente eram feitas observações com auxílio de uma lupa manual, com o objetivo de encontrar a fase sexuada do patógeno já que esta nos auxiliaria na identificação de espécie dos isolados estudados.

B. Virulência dos isolados em maçãs

Desinfestação dos frutos: frutos sadios da cv. Fuji e Pink Lady foram desinfestados com hipoclorito de sódio e álcool e enxaguados com água destilada (AD). Após, secou-se os frutos com papel toalha. Para avaliar a virulência dos isolados foram estabelecidos dois experimentos os que são apresentados a seguir

Ação 1: Inoculação de frutos com ferimentos. Retirou-se com o auxílio de um perfurador, um disco de 10 mm de diâmetro de cada lado do fruto da cv. Fuji e Pink Lady. Discos de micélio de 10 mm foram extraídos das margens das culturas monospóricas de *Cryptosporiopsis* spp e transferidos para os frutos perfurados. Os discos de micélio foram cobertos com algodão umedecido em água destilada e esterilizada (ADE) e fita adesiva. Os frutos foram colocados em câmara úmida dentro de bandejas plásticas revestidas com papel úmido e redes plásticas, cobertas com saco plástico. Os frutos foram mantidos a 22°C sob iluminação contínua. As avaliações foram feitas com 15 e 21 dias após a inoculação onde se mediu o diâmetro das lesões com auxílio de um paquímetro. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições por isolado. Cada repetição foi constituída de um fruto inoculado em dois pontos.

Ação 2: Inoculação de frutos sem ferimentos: Frutos da cv. Pink Lady foram marcados apenas de um lado com auxílio de uma caneta de retroprojeto para destacar o local contendo lenticelas onde seria feito a inoculação. Discos de micélio de 10 mm de diâmetro foram extraídos das margens das culturas monospóricas de *Cryptosporiopsis* spp e transferidos para o local do fruto que continha o círculo de lenticelas marcado. Os discos de micélio foram cobertos com algodão umedecido em água destilada e esterilizada (ADE) e fita adesiva. Os frutos foram colocados em câmara úmida dentro de bandejas plásticas revestidas com papel úmido e redes plásticas, cobertas com saco plástico. Os frutos foram mantidos a 22°C sob iluminação contínua. As avaliações foram feitas com 15 e 21 dias após a inoculação onde se contou o número de lenticelas com lesão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 repetições por isolado. Cada repetição foi constituída por um fruto inoculado em um lado.

4.3. Atividade enzimática dos isolados

Onze isolados foram avaliados quanto às suas atividades pectolítica, lipolítica, amilolítica, proteolítica, RNase e DNase utilizando as técnicas descritas por Grove et al. (1992). Discos de micélio do fungo com 0,5 cm de diâmetro, retirados da borda de colônias com 15 dias foram transferidos para placas de Petri contendo cada um dos meios sólidos citados acima, vedadas e incubadas a 22°C por 15 dias.

- A. **Atividade pectolítica:** utilizou-se o meio contendo extrato de levedura, ágar, pectina e solução salina. Ajusta-se o pH em 7,0 com NaOH para a detecção de liase e para a detecção de poligalacturase se ajusta o pH para 5,0 com HCl. Após o período de 15 dias de incubação do fungo neste meio, foi adicionado sobre o mesmo uma solução de brometo de hexadeciltrimetilâmonio 1%. Esta solução forma halos de degradação ao redor das colônias quando a reação é positiva.
- B. **Atividade lipolítica:** utilizou-se o meio contendo 10g de peptona, 5g de NaCl, 0,01 g de CaCl_2 , 20 g de ágar, 1000 ml de água destilada e pH ajustado para 6,0. O Tween-20 (1 ml para cada 100 ml de meio) foi autoclavado separado e adicionado ao meio momentos antes de vertê-los às placas de Petri. A atividade das enzimas lipolíticas das colônias foi observado devido a formação de cristais de sais de cálcio em torno das mesmas.
- C. **Atividade amilolítica:** a habilidade para degradar amido foi determinada em meio nutriente-ágar, acrescido de 0,6% de amido solúvel e pH 6,0. Após 15 dias de incubação do fungo, foi adicionado em cada placa de Petri solução de iodo. A área amarelada ao redor da colônia, em contraste com o meio azulado, indicou a atividade amilolítica.
- D. **Atividade proteolítica:** o meio é formado por ágar e gelatina (0,4%). O pH do meio deve ser ajustado para 6,0 com HCl. Após 15 dias de incubação do fungo a avaliação deve ser feita adicionando-se solução saturada de sulfato de amônio (10 g/100ml água) sobre as colônias. A reação será positiva se houver a formação de zonas claras ao redor das colônias.
- E. **Atividade de RNase:** o meio é formado por 5 g de glicose, 5 g de KH_2PO_4 , 2 g de NaCl, 0,05 g de FeSO_4 , 0,5 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 15 g de agar, 5 g de caseína hidrolisada e 2 mg/ml de Torula Yeast RNA. O pH do meio deve ser ajustado para 6,0 com NaOH. Após 15 dias de incubação, a avaliação é feita adicionando-se HCl 1N sobre as colônias. O resultado será positivo se houver a formação de zonas claras ao redor das colônias.
- F. **Atividade de DNase:** o meio é formado por 42 g/L de Difco Dnase Ágar. O pH do meio deve ser ajustado para 6,0 com HCl. Após 15 dias de incubação a avaliação deve ser feita adicionando-se HCl 1N sobre as colônias. O resultado será positivo se houver a formação de zonas claras ao redor das colônias.

A avaliação consistiu na medição de dois diâmetros ortogonais da colônia e quando a reação foi positiva mediu-se também o halo de degradação.

4.4. Caracterização fisiológica quanto a susceptibilidade a temperaturas

Discos de micélio de 10 mm de diâmetro foram extraídos das margens das culturas monospóricas crescidas em BDA e transferidas para novas placas contendo BDA. Para cada isolado foram utilizados três repetições. As câmaras de crescimento (BOD) utilizadas foram reguladas com as seguintes temperaturas: 3°C, 4°C, 5°C, 30°C, 31°C. O crescimento micelial foi estimado, com auxílio de paquímetro digital, através da leitura das médias entre os dois diâmetros ortogonais das colônias, no período de 5, 15 e 21 dias após a incubação.

Experimento 5: Etiologia e caracterização da infecção das maçãs por *Cryptosporiopsis perennans*

5.1. Determinação de meio seletivo para *C. perennans*

A necessidade de se obter um meio que fizesse possível a detecção de propágulos do patógeno exigiu o desenvolvimento desta ferramenta não disponível na literatura ainda. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Uva e Vinho, Unidade de Fruticultura Temperada, sendo avaliado o crescimento de *C. perennans* em diferentes meios de cultura. Os meios utilizados foram os seguintes: BDA (0,018% ágar; 0,01% dextrose; caldo de batata 2%); BDA + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ (BDA-T); BDA + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ + Nistatina 25 µg.mL⁻¹ (BDA-TN); BDA + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ + Nistatina 25 µg.mL⁻¹ + Iprodione 1 µg.mL⁻¹ (BDA – TNI1); BDA + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ + Nistatina 25 µg.mL⁻¹ + Iprodione 2 µg.mL⁻¹ (BDA – TNI2); BDA pH 4,5 (ajustado com ácido láctico), BDA pH 4,5 + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ (BDAPh-T); BDA pH 4,5 + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ + Nistatina 25 µg.mL⁻¹ (BDAPh-TN); BDA pH 4,5 + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ + Nistatina 25 µg.mL⁻¹ + Iprodione 1 µg.mL⁻¹ (BDAPh – TNI1); BDA pH 4,5 + Tetraciclina 12,5 µg.mL⁻¹ + Nistatina 25 µg.mL⁻¹ + Iprodione 2 µg.mL⁻¹ (BDAPh – TNI2). Utilizou-se Tetraciclina como inibidor de bactérias, Nistatina de leveduras e Iprodione de fungos epífitos associados aos tecidos de macieira.

O material biológico constou de um isolado do patógeno estudado (CNPUV/Va/Cp5 pertencente à coleção do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Uva e Vinho. As suspensões de conídios foram preparadas com o auxílio de um hemacitômetro, sendo que se utilizou uma suspensão com uma concentração de 1×10^2 conídios.mL⁻¹ para cada placa de Petri foi transferida uma alíquota de 100 µL das suspensões de conídios. As placas foram incubadas a 20 °C e fotoperíodo de 12 horas. A seguir maçãs Fuji foram inoculadas e lavadas para detectar o patógeno. A suspensão obtida foi cultivada no meio selecionado. As variáveis analisadas foram número e tamanho das colônias, sendo que o tamanho das colônias foi tomado em duas direções (transversal e perpendicular a um eixo imaginário). As avaliações foram após 7 e 14 dias da inoculação. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A variável número de colônias foi transformada para log X com base 10 (LITTLE; HILLS, 1972). Para a comparação de médias utilizou-se o Teste de Tukey com 5% de significância. A análise estatística foi feita com auxílio do programa SANEST.

5.2. Controle da podridão 'Olho de Boi', da 'Fuligem' e da 'Sujeira de Mosca' através de tratamentos erradicantes no período de dormência da macieira

Os experimentos foram conduzidos em dois ciclos consecutivos, 2006/2007 e 2007/2008, em um pomar comercial localizado no município de Vacaria (28°29'27"S, 50°56'09"W). O pomar foi implantado no ano de 1997 com a cultivar 'Pink Lady[®]' enxertada sobre porta-enxerto EM-9. As análises laboratoriais foram feitas no Laboratório de Fitopatologia da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS.

As pulverizações foram feitas durante a fase de repouso das plantas, cerca de 20 dias antes da data prevista para a superação da dormência. As aplicações foram feitas com pulverizador costal manual com vazão de 0,55 L.planta⁻¹, atingindo o ponto de escurrimento, tendo-se um volume de parte aérea copa de 3 m³. Foram avaliados os seguintes fungicidas (p.c., dose p.i.) para o controle erradicante de *Cryptosporiopsis* sp.: 1) calda sulfocálcica 30 °Bé (3,0%); 2) oxicloreto de cobre (Cuprogarb, 0,5%); 3) hidróxido de cobre (Garra, 0,3%); 4) óxido cuproso (Cobre Atar, 0,3%) e; 5) testemunha (sem aplicação). Todas as parcelas receberam, durante o ciclo vegetativo, os tratamentos fungicidas aceitos no sistema de Produção Integrada de Maçãs (Produção Integrada de Frutas, Ministério da Agricultura - MAPA) (www.agricultura.gov.br) tendo como base na tomada de decisão, alertas de risco emitidos pela plataforma SISALERT (www.sisalert.com.br) para o controle das doenças. A estação automática da rede SISALERT estava posicionada a 1 km do local do experimento e coleta as variáveis: pluviosidade (mm), temperatura (mínima, máxima e média, °C) e umidade relativa do ar (%).

Amostras de ramos, de um e de dois anos de idade, e de gemas floríferas foram coletadas em dois momentos: imediatamente antes da aplicação e 48 h após a aplicação. Foram amostrados dez segmentos de 1 cm de comprimento de ramos assintomáticos e 25 gemas florais por parcela, que foram acondicionados em sacos de papel e em seguida analisados. Subamostras de 10 g de tecido das gemas e dos ramos foram submetidos à lavagem em solução aquosa com Tween 80 (0,001%) em sonicação por 1 min. Após, alíquotas de 100 µL da suspensão resultante foram semeadas em meio semi-seletivo para *Cryptosporiopsis* sp.. As placas foram incubadas a 22 °C e fotoperíodo de 12 h. Após 15 dias de incubação, foi avaliado o número de unidades formadoras de colônias (UFC) por placa. Para avaliar a capacidade de monitoramento e de estimativas de danos, foi realizada análise de regressão entre o número de UFC de *Cryptosporiopsis* sp..g de tecido vegetal⁻¹ de gemas floríferas com a perda total observada, combinando os dados dos dois ciclos considerados. Para avaliar o efeito dos tratamentos erradicantes sobre o inóculo primário a relação entre UFC.g⁻¹ antes e após as aplicações foi usada para se obter a redução relativa no número de propágulos pelos tratamentos, por meio da fórmula: $IC (\%) = [(UFC.g^{-1}_{t-1} - UFC.g^{-1}_t) / UFC.g^{-1}_{t-1}] * 100$; onde; UFC.g⁻¹_{t-1} corresponde ao número de propágulos recuperados das amostras antes da aplicação e UFC.g⁻¹_t o número de propágulos recuperados das amostras após à aplicação. A avaliação da dinâmica temporal da densidade de inóculo na superfície das maçãs, foi feita em

amostras de lavagem obtidas de intervalos de aproximadamente 15 dias iniciados aos 30 dias após a queda das pétalas e estendendo-se até o momento da colheita. Amostras de oito frutos assintomáticos foram obtidas de cada parcela testemunha. O número de UFC.fruto⁻¹ foi plotado no tempo.

No momento da colheita foram coletados, aleatoriamente, 150 frutos da área útil da parcela para as avaliações de incidência de POB em quatro categorias de frutos: i) coletados aleatoriamente no momento da colheita; ii) assintomáticos incubados a 25 °C por 30 dias após a colheita; iii) assintomáticos armazenados em câmara frigorífica a 3 °C e 95% UR por três meses após a colheita (HENRÍQUEZ et al., 2008); e iv) caídos na superfície do solo na área de projeção da copa. A estimativa das perdas totais foi feita pelo somatório apenas das avaliações de incidência nas categorias i, iii e iv, descritos acima, uma vez que as infecções latentes constituem a fração potencial de perdas. A incidência de POB foi comparada nos dois ciclos e entre cada categoria de fruto avaliado para o ciclo. Para tal, utilizou-se a equação proposta por Lalancette e Robison (2002) considerando a taxa de incidência da podridão entre dois anos consecutivos; onde valores positivos correspondem ao incremento anual na incidência da doença.

A análise de retorno financeiro pelo uso dos tratamentos de inverno para o controle de POB levou em consideração o custo de aplicação (maquinário, mão-de-obra e produto), o valor de mercado do kg de maçã e as perdas ocasionadas pela POB. Com isso, foi obtido o benefício das aplicações (receita - despesa) e a relação entre R\$investido/R\$retorno pelo controle da doença tomando por base a incidência e as perdas da testemunha. Os valores de custo para aquisição de fungicidas e da aplicação foram obtidos junto à equipe técnica responsável pelo manejo do pomar.

Os experimentos foram delineados em blocos casualizados com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por seis plantas onde as quatro centrais constituíram a parcela útil. Nos estudos *in vitro* cada repetição foi composta por três placas de Petri. Para a análise de variância e separação de médias, quando significativa, foi utilizada a diferença mínima significativa (DMS) ($P < 0,05$) seguindo o modelo linear (PIEPHO, 1999). Para a comparação das incidências entre os ciclos utilizou-se o teste-T (H_0 : taxa= 0; H_a : taxa $\neq$ 0) onde as taxas indicam se os níveis de doença mudaram entre os ciclos; assim, taxas negativas e positivas indicam decréscimo e incremento da intensidade da doença, respectivamente, de um ciclo para o ciclo seguinte (LALANCETTE; ROBISON, 2002). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (Versão 9, SAS Institute, Cary, NC) sendo as análises de regressão e a confecção dos gráficos realizados com o programa SigmaPlot (Versão 11).

5.3. Utilização de fosfito de potássio no controle da podridão ‘Olho de Boi’ em maçãs Pink Lady®

O experimento foi instalado em um pomar comercial de 12 anos da cv. ‘Pink Lady’®, enxertada sobre MM-9, em uma densidade de 2.857 plantas/ha, localizado no município de Vacaria, RS. Aplicações de fungicidas foram feitas em dois momentos de aplicação: logo antes da colheita (24 h anteriores) com única aplicação de fosfito

de potássio 00-40-20 em mistura com captana (Orthocide 50%) na dose de 1,2 g/L, e uma testemunha sem aplicação; e uma série de pulverizações iniciadas aos 45 dias anteriores à colheita, quando foram testadas as seguintes combinações: 1) Fosfito de potássio 00-40-20 (40% P_2O_4 e 20% K_2O) na dose de 2 mL/L; 2) Fosfito de potássio 00-30-20 na dose de 2 mL/L; 3) Fosfito de potássio 00-40-20 na dose de 2 mL/L em mistura com captana (Orthocide 50%) na dose de 1,2 g p.a/L; 4) Fosfito de potássio 00-30-20 (2 mL/L) em mistura com captana (Orthocide 50%) na dose de 1,2 g/L; 5) captana (Orthocide 50%) na dose de 1,2 g/L e; 6) testemunha, sem aplicação de fungicidas. Os tratamentos foram reaplicados a cada sete dias ou quando a precipitação total no período excedeu 30 mm. As colheitas foram realizadas na primeira semana de junho e na última semana de abril, para as duas épocas, respectivamente.

No momento da colheita, 90 frutos foram amostrados ao acaso nas parcelas experimentais, anotando-se a incidência de POB (%). Os frutos assintomáticos, em número de 30, foram utilizados para a detecção de infecções latentes pela imersão em água por 6 h seguida de incubação a 25 °C. A incidência (%) de POB nos frutos foi avaliada após 15 e 30 dias do início da incubação (DAI). Os demais frutos assintomáticos foram armazenados em câmara frigorífica (3°C e 95% UR do ar) durante três meses para posterior avaliação da incidência de POB (%).

Frutos assintomáticos coletados no momento da colheita foram lavados com água destilada esterilizada (ADE) e Tween 0,001% e submetidos a sonicação por 1 min. Cada amostra foi composta de oito frutos. Para a detecção e quantificação do patógeno, uma alíquota da suspensão resultante foi distribuída em meio semi-seletivo para o desenvolvimento de *Cryptosporiopsis* sp. contendo antibióticos e iprodione (SPOLTI et al., 2010). As placas foram incubadas por 21 dias sob fotoperíodo de 12 h e temperatura de 22 °C, seguido da avaliação do número de unidades formadoras de colônias (UFC) do patógeno por placa, e por fruto com sete placas por repetição.

Frutos assintomáticos foram obtidos no momento da colheita (abril) nas parcelas experimentais e refrigerados a 1°C por um mês. Foram utilizadas duas metodologias para avaliar o efeito do residual dos tratamentos de pré-colheita: i) frutos intactos foram submersos em 400 mL de uma suspensão de conídios (1×10^8 conídios/mL) obtida pela raspagem de colônias do isolado Cp 5 de *Cryptosporiopsis* sp. crescidas em BDA por 14 dias a 22 °C e fotoperíodo de 12 h. Após a imersão os frutos incubados por 48 h em câmara úmida à 20 °C. Em cada fruto, uma região contendo 15 lenticelas foi delimitada para a avaliação do estabelecimento das infecções. Após, as maçãs foram acondicionadas em bandejas plásticas e refrigeradas até o término do experimento. Em intervalos de 14 dias, a partir do armazenamento, os frutos foram avaliados quanto ao desenvolvimento de sintomas da POB. Foram realizadas seis avaliações utilizando-se o número de lenticelas necrosadas ou podridão na área previamente definida para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) por integração trapezoidal. Uma vez que os mesmos não foram submetidos a procedimentos de desinfestação, foi adotado um controle negativo para cada tratamento (frutos imersos em ADE) procedendo da

mesma forma que nas inoculações com o patógeno; ii) maçãs assintomáticas foram inicialmente submetidas à desinfestação com hipoclorito de sódio (1%) e álcool (v/v) em solução aquosa seguido da lavagem dos frutos com ADE e secas em fluxo laminar.

Em cada fruto foram feitos quatro ferimentos circulares com diâmetro igual a 5 mm na região equatorial das maçãs retirando-se a epiderme da mesmas. Sobre os ferimentos, foram colocados discos de BDA, um em cada, contendo micélio de colônias do isolado Cp 5 *Cryptosporiopsis* sp. O local da inoculação foi protegido com algodão umedecido em ADE fixado ao fruto com fita adesiva. Imediatamente após a inoculação, as maçãs foram acondicionadas em bandejas plásticas e armazenadas a 20 °C e fotoperíodo de 12 h. Após sete dias da inoculação mediu-se o tamanho da podridão (mm) com paquímetro digital em duas posições perpendiculares, repetindo as medições a cada três dias até o dia 21. Nos ensaios foram utilizados quatro repetições sendo cada uma composta por três frutos, inclusive o controle negativo com disco de BDA sem o patógeno.

Foi utilizada a metodologia descrita para *C. gloeosporioides* (1), e concentrações de fosfito de potássio 00-40-20 corrigido em pH 2 e pH 7 (0; 0,0625; 0,125; 0,250 e 0,500 µL/mL), suplementado em BDA, anotando-se o diâmetro das colônias (mm) para o cálculo do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), expresso em mm/dia. Adicionalmente, uma alíquota de uma suspensão de conídios (1×10^2 conídios/mL) foi distribuída em placas de Petri com as mesmas concentrações de fosfito de potássio e incubada por sete dias, quando se registrou o número de UFC e o tamanho das colônias.

Após um mês de armazenamento, os frutos foram avaliados quanto ao teor de sólidos solúveis totais (SST - °Brix), firmeza de polpa, teor de amido, pH e acidez titulável. O teor de SST foi obtido através de refratômetro manual a partir da leitura do suco de 10 frutos por repetição. Para a avaliação da firmeza da polpa foi usado um penetrômetro manual com ponteira de 11 mm, realizando-se leituras em dois pontos do fruto; face exposta e não exposta ao sol, após a retirada da casca, em 10 maçãs por repetição. O teor de amido foi determinado pela reação iodo-amido de cinco frutos por repetição. Para a avaliação do pH utilizou-se uma solução ao 10 % de suco de cinco maçãs em água destilada para cada repetição e a leitura feita em peagâmetro (Digimed DMPH 2). Para a quantificação da acidez titulável, realizou-se titulometria com NaOH a 0,1 N até pH 8,1 a partir de uma solução de 10% de suco de cinco maçãs em água destilada para cada repetição.

Para avaliar a atividade da Peroxidase (PO) foi pesado um grama de polpa com a casca, retirada em um corte vertical até o centro da fruta, do lado oposto a inoculação e, imediatamente congelada à -25 °C. As amostras foram homogeneizadas à temperatura máxima de 4°C em 10 mL de tampão fosfato 0,05 M (pH 7,0), contendo 1 mg de polivinilpirrolidona-10. O homogeneizado foi filtrado, centrifugado a 4000 g por 20 minutos sob refrigeração, e o precipitado foi descartado. O sobrenadante foi conservado em gelo e usado para as determinações de peroxidase. A Atividade de Fenilalanina Amônia-Liase (FAL) Foi determinada nos extratos brutos dos frutos preparados de acordo com a versão modificada.

Os experimentos de campo foram conduzidos em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por seis plantas, com quatro plantas centrais úteis. Os experimentos em condições controladas foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Para cada concentração de fosfito de potássio em BDA e combinação de pH foram utilizadas cinco repetições sendo o experimento repetido três vezes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Waller-Duncan k-ratio t, com $K=100$ e $P<0,05$ com auxílio do pacote estatístico SAS (versão 9). O ensaio da atividade enzimática nos frutos teve delineamento em blocos casualizados com três repetições e arranjado em esquema fatorial $6 \times 2 \times 2$ para PO (tratamentos em pré-colheita x inoculação com *Cryptosporiopsis* sp. x data de quantificação) e no esquema 6×2 para FAL, eliminando neste caso o fator data e as médias discriminadas pela diferença mínima significativa (DMS, $P<0,05$).

Experimento 6: Análise por microscopia de varredura do processo de infecção das maçãs por *Cryptosporiopsis perennans*

6.1. Avaliar lesões de *C. perennans* em frutos inoculados utilizando microscopia eletrônica de varredura

Foram utilizadas maçãs 'Maxi Gala' (calibre 198), com quatro meses de armazenamento em atmosfera controlada (AC), e maçãs 'Fuji Kiku' (calibre 198) com 7 meses de armazenamento em AC. Os frutos foram selecionados e inoculados artificialmente em dois locais, com discos de micélio ou com papel filtro contendo suspensão (1×10^6 conídios.mL⁻¹) de *C. perennans*. O local inoculado foi coberto com algodão umedecido, fixado com fita adesiva. Para 'Maxi Gala', a incubação ocorreu em luz fluorescente contínua (luz do dia) a 22°C, durante os períodos de 48 horas e 7 dias, para frutos inoculados com suspensão de conídios e com discos de micélio, respectivamente. As maçãs 'Fuji Kiku' foram incubadas por 13 dias sob luz fluorescente contínua (luz do dia) com discos de micélio do patógeno. Em três frutos homogêneos de cada método de inoculação foram coletadas amostras de tecido contendo lenticelas (2,0 x 2,0mm da na região inoculada), as quais foram estabilizadas por fixação química.

Na formulação do fixador (Karmovisk), foram ajustadas as condições ideais de concentração, pH e molaridade. O fixador foi aplicado à temperatura ambiente, por imersão. O tempo de ação do fixador correspondeu ao período de duas horas. A pós-fixação foi feita com tetróxido de ósmio (OsO₄) tamponado a 1%, durante uma hora, para garantir a estabilização da forma (CASTRO, 2002). Após a fixação, o material foi desidratado em banhos duplos de etanol a 30, 50, 70, 80, 95 e 100%. Posteriormente o álcool foi substituído por gás carbônico liquefeito, no aparelho de ponto crítico.

Todas as amostras foram colocadas no suporte porta-amostras do microscópio (*stub*), considerando a melhor orientação em relação ao feixe de varredura e do coletor de elétrons secundários. Foram identificadas e metalizadas com ouro, depositado pelo processo de "sputtering" para que os átomos atingssem toda a superfície do material. Para se obter informações da topografia da superfície,

foram utilizados elétrons secundários (baixa energia) para captação das imagens, provenientes da interação do feixe primário com a camada de ouro que recobre o espécime. O material foi avaliado em um microscópio de varredura ZEISS modelo DSM 940A. Foram usadas tensões aceleradoras de 10 KV. As amostras foram visualizadas com ampliações de 200 e 1000 vezes para 'Fuji Kiku' e 'Maxi Gala', respectivamente.

6.2. Avaliar lesões de *C. perennans* em frutos inoculados utilizando microscopia eletrônica de transmissão

O procedimento inicialmente desenvolvido seguiu as etapas descritas no item 6.1. As amostras a serem analisadas foram colocadas em blocos de resina para microscopia de transmissão. Atualmente estão sendo realizados cortes em ultramicrotomo o que permitirá sua avaliação em por microscopia eletrônica de transmissão.

Experimento 7: Avaliação do efeito de protetores solares

7.1. Avaliação do efeito de RAYNOX® no Controle de Queimadura de Sol em maçãs 'Fuji' e 'Pink Lady'

Macieiras da cultivar 'Fuji' com porta-enxerto M.9 uniformes e com boa condição fitossanitária foram usadas para a instalação do experimento 1 em um pomar da empresa RASIP, localizada em Vacaria, RS. O espaçamento entre plantas foi de 4 metros entre filas e 1 metro entre plantas. No experimento 2 foram utilizadas macieiras da cultivar Pink Lady® com porta-enxerto M.9, uniformes e em boas condições fitossanitárias, localizadas em um pomar da empresa AGROPECUÁRIA SCHIO, localizada em Vacaria, RS. O espaçamento entre plantas foi de 4 m entre filas e 1 m entre plantas. A orientação das plantas em ambos os pomares foi Norte/Sul, de modo que os frutos localizados ao leste recebam o sol durante a manhã e os frutos localizados a oeste recebam o sol da tarde.

Foram testados dois tratamentos de protetor solar RAYNOX, 2.5 % e 5.0 %, com 5 aplicações antes da colheita (Tabela 2), usando como padrão para início das aplicações 35 milímetros de diâmetro da fruta e temperaturas acima de 27°C por mais de 5 horas ou acima de 30°C por mais de 3 horas. Os dados de diâmetro da fruta foram registrados semanalmente, pois a frequência de aplicação foi conforme o crescimento do fruto, uma vez que o produto não é lavado pela água da chuva, mas com a mudança na epiderme perde-se a proteção. Deve-se lembrar que o crescimento dos frutos envolve estádios de divisão celular, alongação das células e formação dos espaços intercelulares.

Foi adicionado abrandador na água porque à presença de carbonatos de cálcio provoca a coagulação quando não usado. Antes de cada aplicação foi verificada a dureza da água de aplicação para calcular a quantidade de ablandador necessário. As aplicações respeitaram no mínimo três dias antes ou três dias depois da aplicação de cloreto de cálcio na área, pois este pode causar fitotoxidez. Conway et al. (1995) sugerem que as paredes celulares se saturam de íon cálcio, ou seja, há um limite de sítios de ligação. Desta forma, maiores concentrações de cloreto de

cálcio na solução resultam em aumento no conteúdo total de cálcio livre, porém há um menor aumento de cálcio ligado à parede celular, podendo resultar em injúrias aos frutos, além de fitotoxidez.

Cada planta recebeu 625 mL da calda distribuídos uniformemente na planta com um pulverizador 'costal'. Cada tratamento foi composto de 16 plantas, divididos em 4 parcelas de 4 plantas em cada área. As parcelas foram sorteadas ao acaso, deixando plantas de bordadura no contorno.

Tabela 2. Datas de aplicações, temperatura de polpa e epiderme nas datas de aplicações

CULTIVAR					
DATA	PINK LADY®		DATA	FUJI	
	°C polpa	°C ambiente		°C polpa	°C ambiente
19.12.2007	24,0	21,0	19.12.2007	24,0	20,0
28.12.2007	26,0	27,5	28.12.2007	28,1	27,5
24.01.2008	31,3	28,3	24.01.2008	28,8	27,2
12.02.2008	29,2	27,7	12.02.2008	27,5	27,3
07.03.2008	36,5	33,2	07.03.2008	-	-

6.2. Exposição controlada das maçãs

Ensacamento de frutos 'Fuji'- pomar RASIP - expostos ao sol - Data:
18/01/2008

Um total de 12 plantas localizadas na mesma área foram utilizadas, mas fora do experimento com RAYNOX. 12 frutos mais expostos ao sol da tarde de cada planta foram ensacados na mesma data, mas foram desensacados em duas datas diferentes. Com previsão de temperaturas acima de 27°C por mais de 5h ou de 30°C por mais de 3h, um terço dos frutos foi desensacado e assim sucessivamente nas datas posteriores.

Desensacamentos:

1. Data: 07/02/2008

- 48 frutos 'Fuji' foram desensacados às 8h45min.
- Data de ensacamento desses frutos: 08/02/2008 na primeira hora da manhã (9h).

2. Data: 15/02/2008

- 48 frutos 'Fuji' foram desensacados às 8h45min.
- Data de ensacamento: 16/02/2008 às 9h.

Experimento 8: Avaliação do efeito da temperatura e período de molhamento foliar na severidade da MFG

Para o ensaio foram utilizadas macieiras da cv. Gala com haste única, mantidas em casa-de-vegetação em vasos de 2 litros. *Colletotrichum gloeosporioides* utilizado no presente ensaio foi o isolado homotático Cg.197, coletado em 1992 em Frei Rogério, SC, da folha de 'Gala' e mantido em meio de BDA. O inóculo foi produzido transferindo-se discos de micélio (6 mm de diâmetro) cultivado em meio de BDA (39 g/L, Merck), para o meio líquido de dextrose (1%) e batata (200 g/L) e mantido sob agitação (mesa agitadora orbital da Tecnal, mod. TE-141 a 60 rpm), no escuro (20°C) durante 4 dias. A suspensão de conídios foi, então, ajustada para 1×10^6 conídios/mL e a face adaxial das folhas inoculada com um pulverizador manual (Tokyo Sansyo Glass Spray SN-60). Após a inoculação, as plantas foram mantidas na câmara de inoculação (Growth Cabinet mod. TDH-1.28, Tokyo Thermo Tec Corp.; UR>98%; no escuro) durante 8, 10, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66 e 72 h à temperatura de 12°, 14°, 16°, 18°, 20°, 22°, 24° e 26°C de acordo com o experimento. Completados os períodos estabelecidos, as plantas (4/tratamento) foram transferidas para um fitotron (NK System Biotron mod. NC-220S; Nippon Medical and Chemical Instruments Co., Ltd.) a 50% de UR, 9.000 lux e mesma temperatura do ensaio, onde foram mantidas durante 30 min para interromper o molhamento e, então, transferidas para a sala de crescimento regulado na mesma temperatura do ensaio ($T \pm 0,5^\circ\text{C}$, 14 h de fotofase e UR ambiente).

A avaliação da severidade da MG foi feita nas 5 folhas apicais da planta, determinando-se a porcentagem de área foliar doente. O intervalo entre a inoculação e a avaliação variou de 4 dias para as temperaturas mais altas (24° e 26°C) até 9 dias para as temperaturas mais baixas (12° e 14°C). Para analisar a confiabilidade dos dados de cada ensaio, estes foram submetidos à análise de regressão linear para cada temperatura estudada utilizando o programa SAEG. Já a interação entre o efeito da temperatura e PMF na severidade da doença foi analisada com o programa SAS (SAS, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1: Comparação de método Elisa com dois métodos de coleta de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides* em Vacaria, RS

3.1.1. Avaliação do Kit Adgen Identikit para *Colletotrichum sp*

Apenas a amostra da suspensão 1×10^6 conídios/mL, a partir de 5 horas de revelação, foi positiva. A mesma suspensão inoculada não apresentou o mesmo resultado (Tabela 3). Suspensões com concentração inferiores a 1×10^6 conídio/mL,

nas condições deste teste, não foram detectadas pelo kit. Além disto, o controle positivo do kit diluído 10 x apresentou valor semelhante ao não diluído.

O Kit conseguiu detectar com eficiência média os conídios de *C. gloeosporioides* associado à mancha foliar da Gala, suspensos em água, contudo, não foi útil para verificar a presença de propágulos do patógeno nas folhas mesmo nas concentrações maiores.

Tabela 3. Eficiência do Kit Adgen Identikit-*Colletotrichum* sp para monitorar *C. gloeosporioides*, associado à mancha foliar da Gala

Amostra	Horas de revelação – Absorbância 405 nm						
	1	2	3	4	5	22	24
Controle negativo do Kit	0,079	0,081	0,081	0,085	0,087	0,092	0,091
Controle positivo do Kit	0,176	0,266	0,365	0,462	0,537	1,418	1,428
Água	0,080	0,077	0,079	0,091	0,090	0,081	0,082
Controle positivo do Kit (diluição 10 ⁻¹)	0,163	0,231	0,319	0,420	0,486	1,354	1,376
Suspensão <i>C. gloeosporioides</i> 1 x 10 ⁴	0,095	0,083	0,085	0,090	0,092	0,103	0,103
Suspensão <i>C. gloeosporioides</i> 1 x 10 ⁵	0,091	0,090	0,088	0,094	0,099	0,143	0,143
Suspensão <i>C. gloeosporioides</i> 1 x 10 ⁶	0,097	0,112	0,128	0,151	0,168	0,357	0,359
Folha inocula com água	0,086	0,087	0,083	0,088	0,091	0,099	0,097
Folha inocula (<i>C. gloeosporioides</i> 1 x 10 ⁴)	0,081	0,083	0,082	0,086	0,089	0,097	0,092
Folha inocula (<i>C. gloeosporioides</i> 1 x 10 ⁵)	0,073	0,079	0,081	0,082	0,082	0,081	0,080
Folha inocula (<i>C. gloeosporioides</i> 1 x 10 ⁶)	0,084	0,083	0,082	0,088	0,088	0,091	0,092

3.1.2. Detecção de propágulos que colonizam gemas, segmentos de ramos, flores e frutos

O método foi eficiente para detecção do patógeno nas gemas (12 x 10² ufc/g de gema) e constatou também o patógeno nos ramos do ano, nas flores e frutos de 2 cm (2,1 x 10² ufc/g; 2,5 x 10² ufc/g e 1,8 x 10² ufc/fruto, respectivamente). Contudo, apesar de eficiente, este método, provavelmente não seria adequado para uso pelos produtores pelo tempo que levaria a coleta e a incubação das amostras.

3.1.3. Determinação do patógeno na água de chuva que escorre nas macieiras

Na avaliação feita na primavera de 2007 se constatou que o método foi simples de conduzir, efetivo quando associado ao uso de meio semi-seletivo e o patógeno somente se detectou quando surgiram os primeiros sintomas (fevereiro de 2008). No ciclo 2008 / 2009 não se constatou o patógeno ao longo do ciclo e também não foram constatados sintomas.

3.2. Experimento 2: Comparação de modelos de previsão da Mancha Foliar da Gala

Ciclo 2007/08:

Os primeiro sintoma, em plantas não pulverizadas (testemunha absoluta), ocorreu em 29/9/07. A primeira pulverização em todos os tratamentos ocorreu em 26/9, no estágio fisiológico da planta E/E2 e as pulverizações subseqüentes foram determinadas pelos parâmetros de alerta específicos para cada sistema ou modelo (tratamento 1 a 5) em comparação com o sistema padrão, a cada 7 dias (tratamento 6).

O número de pulverizações (Tabela 4) considerando aquela anterior a ultima colheita (11/02/08) e aquelas até o final do ciclo (31/03/08) diferiu entre os tratamentos sendo que nos sistemas de alerta houve redução de pelo menos uma pulverização durante o ciclo. No tratamento 4 (VSD=13) houve redução de 52,6% de pulverizações até a colheita e em 50% até o final do ensaio experimental. Nos demais tratamentos houve redução de pulverização de 5,26% a 36,8% até a colheita e de 3,84% a 30,7% até o final do ciclo.

O maior intervalo entre pulverizações ocorreu no tratamento 4, quando o valor VSD=13 foi atingido no máximo 3 vezes em outubro. Nos tratamentos 1, 2, 3 e 6 houve pulverizações em até 5 vezes mensais e no tratamento T5, no máximo 4 pulverizações. O volume de calda utilizado nas pulverizações foi de 500L/ha até 12/01/08 e após, de 1000 L/ha. Na Tabela 4 se observa que os dados climáticos de precipitação mensal do período de setembro de 2007 a março de 2008 são inferiores em 0,27% até 49,7% à média histórica da precipitação em 47 anos, à exceção de outubro e novembro em que a precipitação foi 20,7% e 35,6% maior, respectivamente. Esta condição climática proporcionou um período seco na maior parte do ciclo perfazendo 55,32% do total de dias do ciclo (17/9/07 a 31/3/08) com umidade relativa mínima inferior a 60% (Figura 5). Foram realizadas 20 avaliações, uma por semana, em cinco plantas com quatro ramos marcados, cada uma, da incidência da Mancha Foliar da Gala (MFG).

A incidência da MFG durante o ciclo foi mensurada pela área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) e não houve diferença significativa entre tratamentos para esta variável. Os primeiros sintomas em plantas pulverizadas foram observados a partir de 01/11/2007, com incidência lenta, porém crescente até 03/01/2008. A partir desta observação a progressão assume configuração exponencial (Figura 6) atingindo o nível de 80% em todos os tratamentos, exceto T1 e T6 que mantiveram nível de 72%. A progressão exponencial pode ter sido causada pelas condições de ambiente verificadas entre 24/12 e 04/01 em que todos os dias, exceto dois, ocorreram precipitações.

A queda de folhas provoca pela doença foi mensurada pela porcentagem de folhas remanescentes nos ramos. Para esta variável não foi observada diferença significativa entre tratamentos (Tabela 5). Em relação aos frutos, a incidência da MFG variou de 38,8% a 56,71% entre tratamentos com as menores incidências

observadas em frutos dos tratamentos T6 (38,48%) e T3 (42,28%), entretanto estas diferenças não foram significativas pelo teste F. Os resultados sugerem que a falta de controle da doença mesmo no tratamento padrão a cada 7 dias e entre os demais tratamentos pode ser relacionada mais ao baixo volume de calda (500 L/ha) utilizada durante a primavera e início do verão associada a baixa umidade relativa do ar com consequente menor deposição de partículas do Metiram sobre a planta do que a sua ação fungicida sobre *Colletotrichum* spp.

Tabela 4. Precipitação mensal e média histórica, número de ocorrências de dias favoráveis (DF) e períodos críticos (PC) para a Mancha Foliar da Gala com a respectiva pulverização mensal do fungicida necessária para conter a epidemia durante o ciclo vegetativo (setembro/2007 a março/2008). EECd/portão.

Variável	Set	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Total
Pp. Mens. ^{1/}	79,2	219,7	193,4	143,9	103,9	82,9	50,8	873,8
Pp Hist. ^{2/}	153,0	182,0	140,6	144,3	175,8	165,0	131,3	1092,0
Nº DF ^{3/} mês	9	15	11	13	12	13	10	83
Nº PC ^{4/} mês	7	11	4	9	9	9	7	56
Tratamento	Pulverização efetuada mensalmente (nº)							
T1	1	4	3	4	5	4	4	25
T2	1	5	2	3	3	4	3	21
T3	1	5	3	4	4	4	3	24
T4	1	3	1	2	2	2	2	13
T5	1	3	2	2	3	4	3	18
T6	1	5	3	4	5	4	4	26

^{1/} Precipitação (mm) mensal.

^{2/} Precipitação (mm) da média mensal histórica de 46-47 anos.

^{3/} Dia favorável à ocorrência de infecção por *Colletotrichum* spp.

^{4/} Período crítico, formado por dois dias favoráveis (DF) consecutivos.

*¹ Contados a partir do dia 17/9/2007

**¹ Contados até o dia 31/03/2008

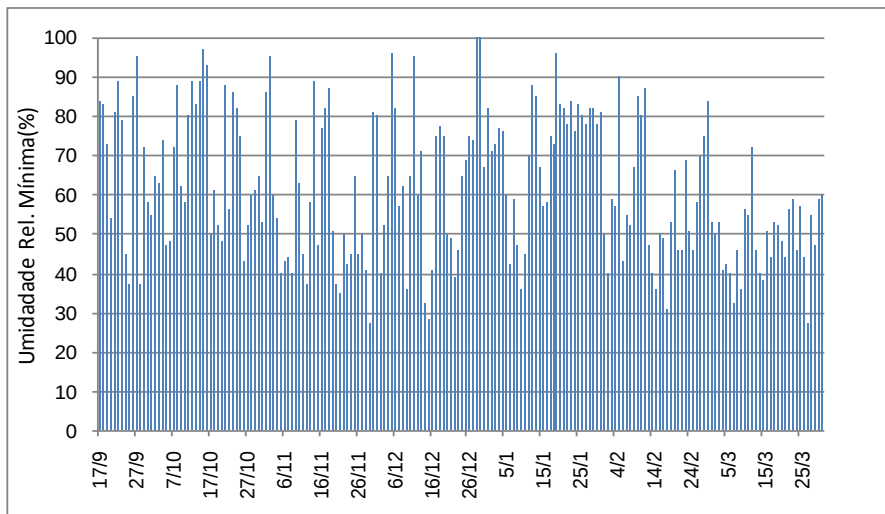


Figura 5. Umidade Relativa Mínima (%) diária durante o ciclo de observação de 17/9/2007 a 31/3/2008 na cultivar Royal Gala. Epagri/Estação Experimental de Caçador, SC.

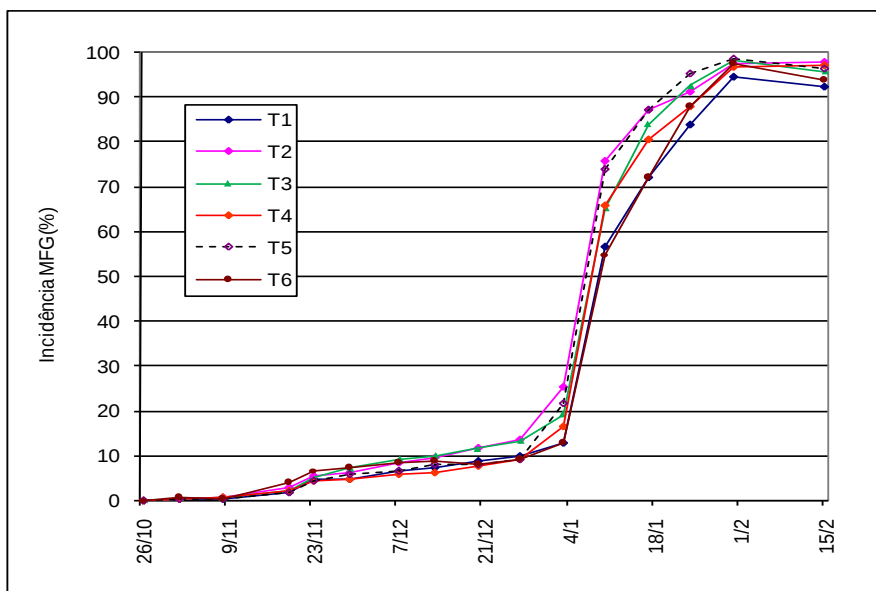


Figura 6. Progresso da Mancha Foliar da Gala em plantas de macieira cv. Royal Gala sob cinco sistemas de alerta (T1, T2, T3, T4 e T5) de pulverização, comparados ao sistema padrão (T6) com pulverização a cada sete dias.

Tabela 5. Número de pulverizações de fungicidas, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), porcentagem de desfolha e incidência da Mancha Foliar da Gala em frutos sob diferentes sistemas de alerta e de calendário fixo em macieira (*Malus domestica*) cv. Royal Gala.

Tratamento ¹	Nº Pulverizações ²	AACPD ³	% Desfolha ⁴	% MFG Fruto ⁵
T1	18(25)	16,66	6,71	6,33
T2	15(21)	20,32	6,45	7,15
T3	18(24)	19,43	6,39	6,23
T4	09(13)	17,92	6,45	7,08
T5	12(18)	19,55	7,02	7,31
T6	(19)26	17,28	6,20	5,95
CV%		14,05	20,01	15,94
F		ns	ns	ns

¹T1=modelo Fitzell; T2= modelo VSD+cMFG; T3=modelo EECd; T4=VDS(13). T5=modelo 2PC;T6= 7/7 dias;
²Número de pulverizações até a colheita; entre parêntesis até o final do experimento. ³AACPD-Área abaixo da curva do progresso da doença até a pós-colheita final de frutos em 15/02;; ⁴Porcentagem de desfolha transformado em raiz quadrada. ⁵ Incidência da doença em frutos, na colheita, transformados em raiz quadrada +1.

Ação 2: Ciclo 2008/09

O primeiro sintoma no pomar ocorreu em 17/10/08 (estádio fenológico G-H) em planta não marcada para avaliação. Nas plantas e ramos marcados os primeiros sintomas foram observados em 03/11/08 (frutificação efetiva) quando a doença se estabeleceu. As pulverizações no pomar foram determinadas pelos parâmetros de alerta específicos para cada sistema ou modelo (tratamento 1 a 5) em comparação com o sistema padrão, a cada 7 dias (tratamento 6).

A primeira pulverização nos tratamentos T1 e T3 ocorreu em 02/10/08 quando o modelo gerou o alerta de pulverização no estágio fisiológico da planta F-G. Para o T2, a primeira pulverização ocorreu em 06/10, no estágio F2-H; Para T6, ocorreu em 08/10 no estágio F2-H; para T4, em 13/10, no estágio G-H e por fim o T5, em 16/10 (Tabela 6). O número de pulverização (Tabela 7) considerada aquela anterior a colheita em 27/01/09 e aquelas até o final do ciclo (07/03/09) variou entre os sistemas. Com sistemas de alerta houve redução de uma a sete pulverizações até a colheita e de uma até nove a nove durante todo ciclo.

O modelo EECd proporcionou uma economia de 10% e o de Fitzell, de 5% se considerado o período de pulverizações até a colheita. Se consideradas todas as pulverizações o modelo EECd possibilitou reduzir em 15,3% e o de Fitzell em 3,8%. Nos demais, apesar da maior redução de pulverização, houve perda de eficiência de controle da doença (Tabela 6). Nos meses de novembro, dezembro e março os valores de precipitação (chuva em mm) mensal do período de 01/09/08 a 31/03/09 são inferiores à média histórica da precipitação em 48 e os demais meses foram superiores, principalmente outubro, janeiro e fevereiro. No mês de setembro, exceto no tratamento padrão, nenhum sistema indicou necessidade de pulverização.

No decorrer do ciclo, o sistema T1, seguido de T3 foram aqueles que indicaram uma maior frequência de pulverização e superaram o método padrão nos meses de outubro e janeiro. (Tabela 7). A condição climática no mês de outubro com um longo período de molhamento foliar e chuvas frequentes proporcionou as condições necessárias ao processo infeccioso do *Colletotrichum* spp e o aparecimento dos primeiros sintomas, entretanto novembro e dezembro não foram favoráveis e o progresso da doença foi lento até janeiro quando a incidência teve projeção logarítmica (Figura 7). A incidência da MFG durante o ciclo foi mensurada pela área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) e houve diferença significativa pelo entre tratamentos para esta variável. O modelo EECd (T3) e o de Fitzell (T1) não diferiram do controle padrão (Tabela 8).

O progresso da doença ocorreu em duas fases distintas; na primeira fase, os primeiros sintomas em plantas marcadas foram observados a partir de 03/11/2007, com incidência lenta, porém crescente até próximo a colheita. A partir da colheita, numa segunda fase, a progressão assumiu configuração exponencial (Figura 8). A linearização dos dados destas progressões foi melhor representada pelo modelo logístico com coeficiente de determinação R^{*2} superior a 0,822.

A taxa de progresso da doença representada pelo parâmetro “r” (Tabela 8) variou entre tratamentos tendo o modelo de Fitzell não diferido do padrão. A severidade da MFG foi avaliada por meio de escala diagramática (notas de 0 a 5) em 100 folhas de cada uma das 3 plantas centrais das parcelas. A estes valores foi aplicado a fórmula de Townsend e Heuberger para obter o índice de severidade (IS). Houve diferença significativa entre os tratamentos. O controle padrão proporcionou a menor severidade e não diferiu do modelo EECd (T3), os demais diferiram daquele. Os modelos Fitzell (T1) e 2PC(T5) não diferiram do T3 (Tabela 5). Os valores da incidência da MFG em frutos foram transformados em raiz quadrada e variou de 4,32 a 6,70. A menor incidência foi observadas em frutos provenientes do tratamento padrão (T6) seguido do modelo EECd (T3) e o modelo de Fitzell que não diferiram entre si.

Tabela 6. Data do início, término e número das pulverizações utilizadas em pomar de macieira (*Malus domestica*) cv. Royal Gala sob diferentes métodos de controle da Mancha-Foliar da Gala.

Tratamento ¹	Data início pulverização	Data término pulverização	NºPulverizações ²
T1	02/10/08	06/03/09	19(25)
T2	06/10/08	06/03/09	14(18)
T3	02/10/08	27/02/09	18(22)
T4	13/10/08	06/03/09	13(17)
T5	16/10/08	27/02/09	13(17)
T6	22/09/08	06/03/09	20(26)

¹ T1=modelo Fitzell; T2= modelo VSD+cMFG; T3=modelo EECd; T4=VDS(8). T5=modelo 2PC; T6= 7/7 dias;

² Número de pulverizações até a colheita (entre parênteses até o final do experimento).

Tabela 7. Precipitação mensal e média histórica, número de ocorrências de dias favoráveis (DF) e períodos críticos (PC) para a Mancha Foliar da Gala com a respectiva pulverização mensal do fungicida necessária para conter a epidemia durante o ciclo vegetativo (setembro/2008 a março/2009). EECd/portão.

Variável	Set [*]	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar. ^{**}	Total
Pp. Mens. ¹	159,7	289,3	136,0	103,2	195,2	172,0	32,3	1087,7
Pp Hist. ²	151,5	182,8	141,8	144,3	174,7	163,3	129,6	1088,0
Nº DF ³ mês	1	20	10	16	19	17	7	90
Nº PC ⁴ mês	0	15	6	12	17	13	6	69
Tratamento	Pulverização efetuada mensalmente (nº)							
T1	0	6	4	5	5	4	1	25
T2	0	4	4	3	3	3	1	18
T3	0	6	5	4	3	4	0	22
T4	0	4	3	3	3	3	1	17
T5	0	3	3	4	4	3	0	17
T6	1	5	5	5	4	5	0	26

^{1/} Precipitação (mm) mensal.

^{2/} Precipitação (mm) da média mensal histórica de 47-48 anos.

^{3/} Dia favorável à ocorrência de infecção por *Colletotrichum* spp.

^{4/} Período crítico, formado por dois dias favoráveis (DF) consecutivos.

^{*} Contados a partir do dia 01/9/2008

^{**} Contados até o dia 16/03/2009

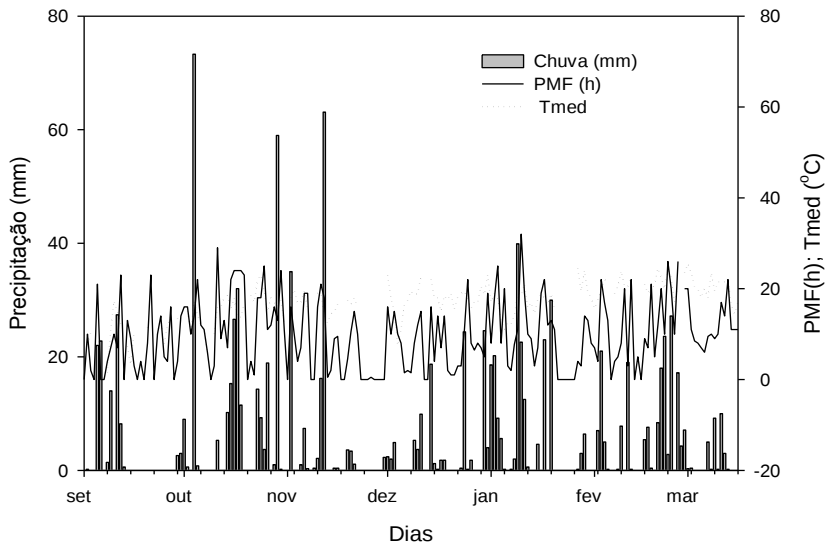


Figura 7. Precipitação diária (mm); período de molhamento foliar (horas) e temperatura média (°C) durante o molhamento, registrados no local do pomar de macieira cv. Royal Gala. Caçador, SC.2008-2009.

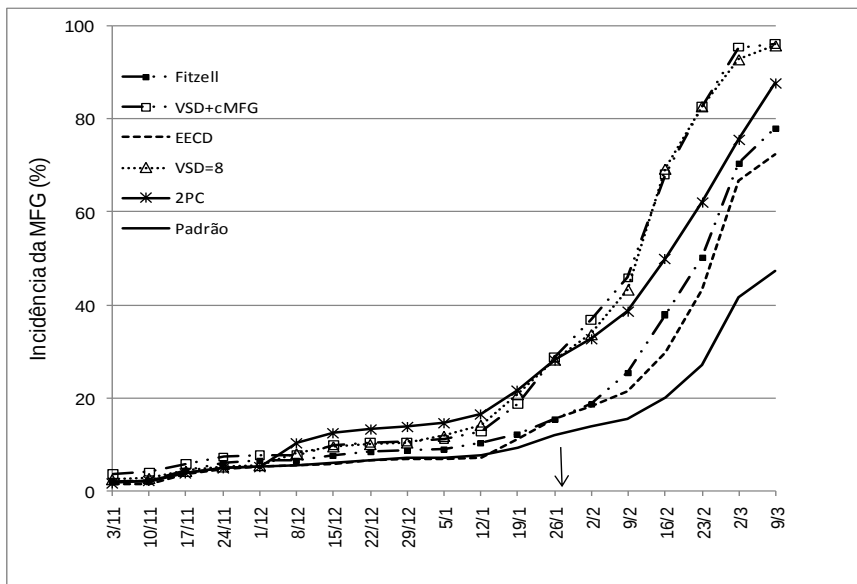


Figura 8. Curva do progresso da incidência da Mancha Foliar da Gala, em folhas de macieira cv. Royal Gala em resposta ao regime de pulverizações determinado pelos sistemas de alerta e comparados ao padrão de pulverização. A seta indica a data de colheita dos frutos para análise de incidência da doença.

Tabela 8. Número de pulverizações da área abaixo da curva de progresso da doença, porcentagem de desfolha e incidência da Mancha Foliar em frutos sob diferentes sistemas de alerta e de calendário fixo em macieira (*Malus domestica*) cv. Royal Gala.

Tratamento ¹	AACPD ²	Taxa “r” ³	IS ⁴	FMFG
T1	42,89 BC	0,0326 BC	36,71 C	5,31 BC
T2	53,68 A	0,0494 A	47,35 AB	6,17 AB
T3	39,75 C	0,0376 B	32,40 CD	4,95 BC
T4	53,18 AB	0,0507 A	52,08 A	5,68 AB
T5	50,57 AB	0,0367 B	37,71 BC	6,70 A
T6	34,56 C	0,0259 C	23,91 D	4,32 C
C.V(%)	15,65	16,52	17,19	15,91
D.M.S (Fischer)	10,704	0,0096	9,852	1,314

¹T1=modelo Fitzell; T2= modelo VSD+cMFG; T3=modelo EECd; T4=VDS(13). T5=modelo 2PC;T6= 7/7 dias;

²AACPD-Área abaixo da curva do progresso da doença até o final do ensaio em 09/03/09, transformados em raiz quadrada; ³parametro do modelo logístico; ⁴Severidade da doença transformada em índice (IS) pela fórmula de Townsend e Heuberger; ⁵Incidência da doença em frutos, na colheita, transformados em raiz quadrada. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fischer (P=0,05).

3.3. Experimento 3: Caracterização do efeito dos fosfitos e de indutores de resistência sobre a MFG

Efeito da ulvana sobre a severidade da MFG

As folhas superiores foram mais suscetíveis a *C. gloesporioides* do que as inferiores (Figura 9). Pela análise de variância fatorial os fatores posição de folhas e tratamento com ulvana apresentaram efeito significativo. Porém, a interação entre posição de folhas x tratamento não foi significativa a 5% de probabilidade para as variáveis: área foliar necrosada e AACPD. As folhas superiores de plântulas testemunhas apresentaram 6,2% de área foliar necrosada aos 10 DPI e 50,8 de AACPD. Plântulas suscetíveis tratadas 6 DAI com ulvana apresentaram redução significativa de 49% para área foliar necrosada e 38% para AACPD em relação à testemunha (Figura 9). Nas folhas inferiores, a área foliar necrosada da MFG em plântulas testemunhas foi de 2,5% aos 10 DPI e 17,7 de AACPD. A pulverização preventiva com ulvana em folhas inferiores não reduziu a área foliar necrosada (2,1%) e AACPD (13,8), comparado à testemunha pelo teste-t a 5% de probabilidade (Figura 9).

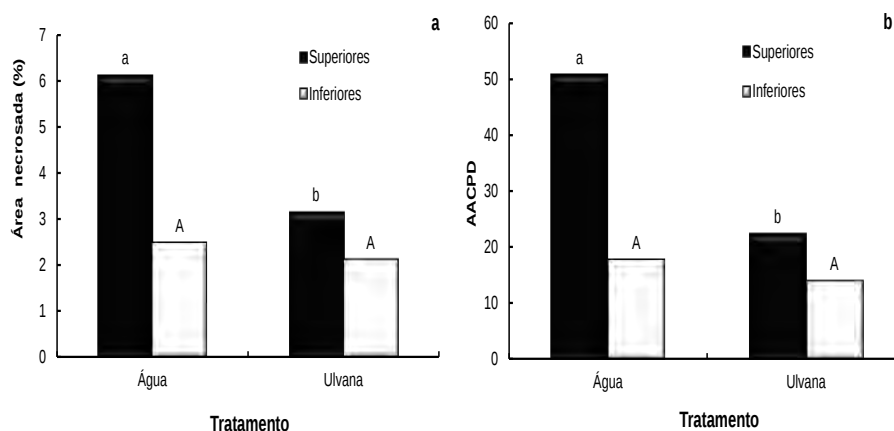


Figura 9. Efeito de ulvana sobre a área necrosada (%) aos dez dias após a inoculação com *Colletotrichum gloeosporioides* (a) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (b) em folhas superiores e inferiores de plântulas de macieira. Na análise estatística os dados foram transformados para $\text{raiz}(x)+1$. Colunas com mesmas letras minúsculas e maiúsculas indicam que não há diferença estatística pelo teste t ($p \leq 0,05$) quanto ao efeito sobre folhas superiores e inferiores, respectivamente.

Efeito sobre a germinação de conídios

A porcentagem de conídios germinados em plântulas testemunha às 24, 48 e 72 HAI foi de 72, 61 e 85%, respectivamente. A germinação em plântulas tratadas com ulvana foi de 65, 78 e 70%, enquanto que em plântulas resistentes foi de 66, 62 e 41%, às 24, 48 e 72 HAI, respectivamente (Figura 10). Pela análise de regressão não houve diferença estatística para a germinação de conídios entre os diferentes intervalos de tempo analisados (Figura 10). Porém, quando se comparou os tratamentos às 72 HAI, a germinação de conídios em plântulas resistentes foi 62% inferior à testemunha. Às 24 e 48 HAI, não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade (Figura 10).

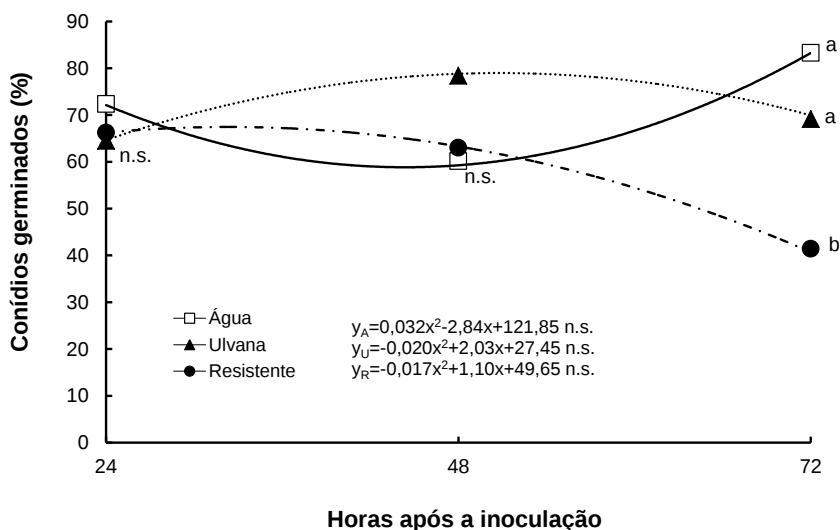


Figura 10. Germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides* sobre a superfície foliar de plântulas de macieira suscetíveis tratadas com água ou ulvana e resistentes às 24, 48 e 72 horas após a inoculação. Pontos com mesmas letras minúsculas indicam que não há diferença estatística pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). n.s. = Não significativo. N.S. = indica não significativo pela análise de regressão.

Atividade de peroxidases em plântulas

A atividade de POX em plântulas testemunhas às 24, 48 e 72 HAI foi de 1,54; 4,58 e 1,21 unidades de densidade óptica/mg de proteína/min, respectivamente. A atividade em plântulas tratadas com ulvana foi de 2,44, 5,76 e 4,27, enquanto que em plântulas resistentes foi de 5,84, 4,99 e 4,16 unidades de densidade óptica/mg de proteína/min, às 24, 48 e 72 HAI, respectivamente (Figura 11). A análise de regressão revelou diferença estatística na atividade da POX entre os diferentes intervalos de tempo analisados para plântulas testemunhas e tratadas com ulvana. Entretanto, para plântulas resistentes a análise de regressão não foi significativa (Figura 11).

A atividade de POX em plântulas resistentes 24 HAI foi 279% maior das testemunhas. Plântulas tratadas com ulvana não diferiram das testemunhas. Às 48 HAI não houve diferença estatística entre os tratamentos. A atividade de POX às 72 HAI em plântulas tratadas com ulvana e resistentes foram de 253% e 244%, respectivamente maior em relação às testemunhas (Figura 11).

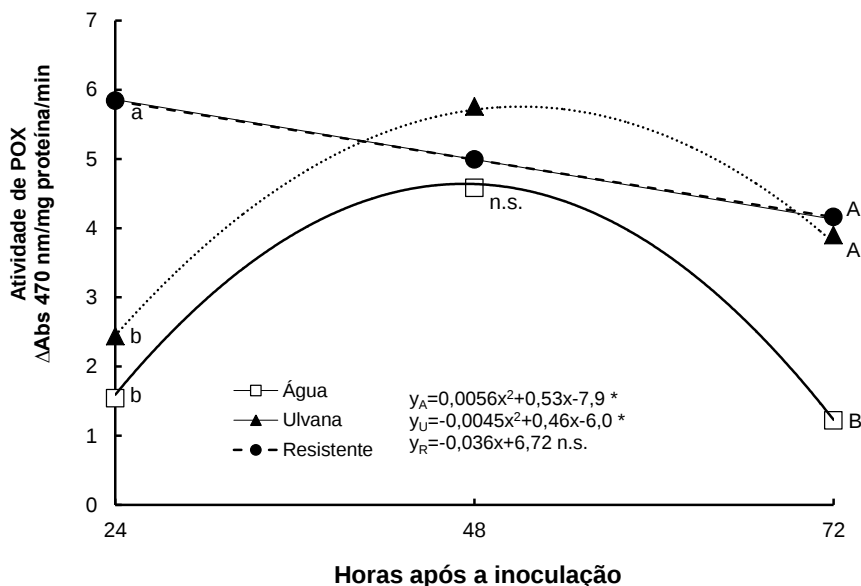


Figura 11. Atividade de peroxidases (POX) em plântulas de macieira suscetíveis tratadas com água ou ulvana e resistentes às 24, 48 e 72 horas após a inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides*. Pontos com mesmas letras minúsculas indicam que não há diferença estatística pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). n.s. = Não significativo. *Dentro da equação indica diferença significativa, enquanto N.S. (não significativo) pela análise de regressão.

Atividade de glucanases em plântulas

A atividade de GLU em plântulas testemunhas às 24, 48 e 72 HAI foi de 4,01, 2,31 e 2,82 unidades de densidade óptica/mg de proteína/min, respectivamente. A atividade em plântulas tratadas com ulvana foi de 4,32, 3,18 e 3,10, enquanto que em plântulas resistentes foi de 5,71, 2,78 e 3,66 unidades de densidade óptica/mg de proteína/min, às 24, 48 e 72 HAI, respectivamente (Figura 12). A análise de regressão revelou diferença estatística na atividade da GLU entre os diferentes intervalos de tempo analisados para plântulas tratadas com ulvana. Entretanto, para plântulas testemunhas e resistentes a análise de regressão não foi significativa (Figura 12).

A atividade máxima de GLU foi verificada no intervalo 24 HAI. Porém, não houve diferença estatística entre os tratamentos pela análise de variância a 5% de probabilidade às 24, 48 e 72 HAI (Figura 12).

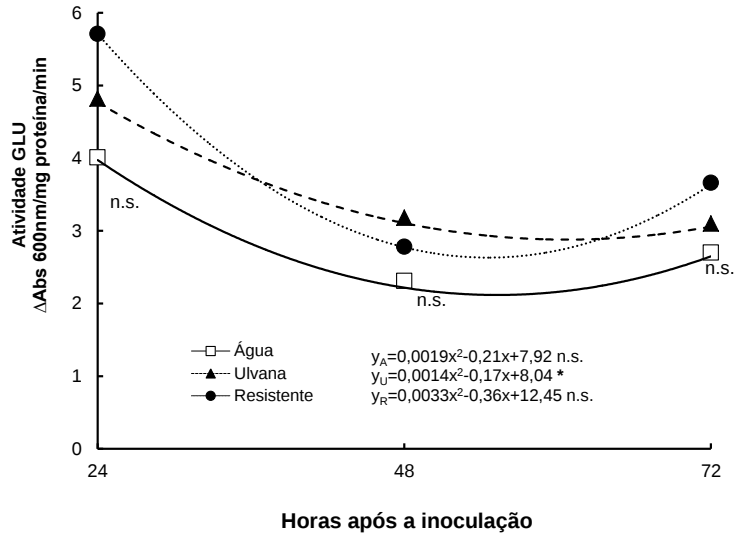


Figura 12. Atividade de glucanases (GLU) em plântulas de macieira suscetíveis tratadas com água ou ulvana e resistentes às 24, 48 e 72 horas após a inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides*. n.s. = Não significativo a 5% de probabilidade. *Dentro da equação indica diferença significativa, enquanto N.S. (não significativo) pela análise de regressão.

Efeito de tratamento preventivo com fosfito

Nenhum composto fungitóxico foi detectado pela técnica de cromatografia de camada fina, a partir de amostras de folhas previamente tratadas com fosfito.

Efeito pós-infeccional dos fosfitos de potássio 0-40-20 (N-P-K)

Mudas testemunhas apresentaram 18% de severidade e 60 de AACPD. Somente o fosfito de potássio (b) 40-20, aplicado curativamente às 48 HAI reduziu significativamente a MFG em relação à testemunha, isto é, em 37% a AACPD e 40% da área foliar necrosada aos dez DAI (Figura 13).

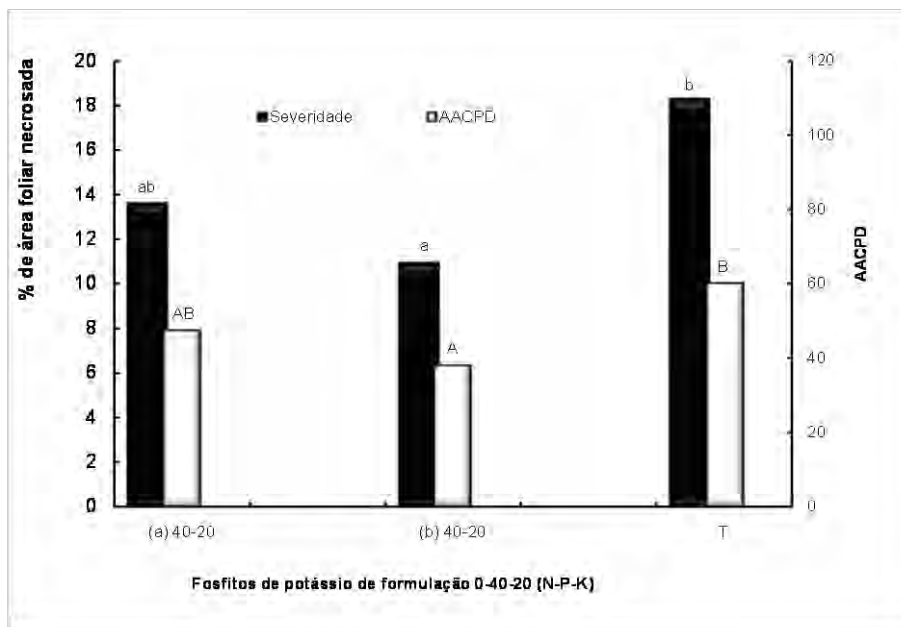


Figura 13. Efeito do tratamento pós-infeccional (48 h após a inoculação), com a formulação 0-40-20 (N-P-K) de fosfitos de potássio sobre a percentagem de área foliar necrosada aos 10 dias após a inoculação (*Colletotrichum gloeosporioides*) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em mudas de macieira. Na análise estatística os dados foram transformados para raiz (x). Colunas com mesmas letras minúsculas e maiúsculas indicam que não há diferença estatística pelo teste de SNK ($\alpha \leq 0,08$). T: Testemunha apenas água. Coeficiente variação para (% área foliar necrosada): 12,6 % e (AACPD): 11,8%.

3.4. Experimento 4: Sobrevivência, fisiologia e variabilidade de isolados de *Cryptosporiopsis* sp. associados a doença olho-de-boi em macieira

3.4.1. Aspecto e coloração das colônias em três deferentes meio de cultura e caracterização dos conídios de *Cryptosporiopsis* sp.

Houve variação quanto a morfologia e coloração das colônias (Figura 14). As colônias nos três meios de cultura apresentavam margem lisa, micélio aéreo bem desenvolvido, medianamente cotonoso a cotonoso. Algumas colônias produziram micélio aéreo denso e floculoso com a presença de zonas concêntricas. A coloração do micélio aéreo variou de cinza-esverdeado a levemente rosado. Em algumas colônias foi observado com micélio central submerso avermelhado e margem

levemente rosada (Figura 14, BDA-A-5). A maior variação de coloração foi observada no lado inverso das colônias. No meio V8, variou de amarelo-avermelhado à vermelho-púrpura, no meio AEM de rosa à variações de laranja-avermelho à púrpura e no meio BDA acidificado de cinza-esverdeado à vermelho alaranjado.

Nos três meios de cultura testados, não houve diferença significativa quando as dimensões médias de macroconídios e microconídios. As colônias produziram nos três meios de cultura macroconídios curvos, hialinos, unicelulares, com extremidades arredondadas à levemente pontiagudo e com dimensões variando de 4-7 x 15-30µm e microconídios cilíndricos, retos e alguns, levemente curvados nas pontas com ápice arredondado e dimensões variando de 1-2 x 5-8µm.

Houve interação significativa entre os fatores isolados e meio de cultura de modo que foram realizados dois testes de média dentro de cada isolado e meio de cultura (Tabela 9). Houve diferença significativa quanto ao crescimento micelial e produção de microconídios ($p < 0,05$) para os nove isolados de *C. perennans* nos meios de cultura avaliados (Tabela 9). No meio de cultura V8 foi observado o maior crescimento micelial das colônias para todos os isolados, exceto para o isolado 5, que teve o menor valor entre todos. O menor desenvolvimento micelial das colônias foi observado para o isolado 5 no meio de cultura BDA- acid (Tabela 9). Dos nove isolados avaliados somente os isolados 4, 5 e 9 não diferiram significativas no desenvolvimento micelial das colônias nos meios BDA-acid e AEM, e somente o isolado 6 não diferiu no seu crescimento micelial quando comparado nos meios de cultura AEM versus V8.

Houve diferença significativa na quantidade de conídios produzidos pelos diferentes isolados no meio de cultura V8, destacando o isolado 2 com a maior esporulação (Tabela 9). O meio de cultura V8 sob regime de fotoperíodo de 12 hs é o mais eficiente no crescimento micelial e produção do conídios de *C. perennans*.

Meio de cultura contendo alta concentração de carboidratos pode estimular o crescimento micelial, mas não a esporulação (MOORE-LANDECKER, 1972). Já meios com baixo teor de carboidratos, mas com extratos vegetais, normalmente estimulam a esporulação de vários fungos (DHINGRA; SINCLAIR, 1995), sendo o que foi observado para *C. perennans* em relação ao meio V8 (Tabela 9). A variabilidade do patógeno é confirmada pelos resultados obtidos por Dugan et al. (1993), que mostraram que o estímulo diferencial observado em alguns isolados, por um dos meios de cultura, nem sempre se mantém constante quando da variação de fotoperíodo. O maior estímulo ao desenvolvimento das colônias, bem como a produção de esporos, exercido pelos meios de culturas V8 e AEM, para a maioria dos isolados, justifica a sua escolha isoladamente ou associados, sendo recomendado o seu uso nos estudos futuros deste patógeno no Brasil.

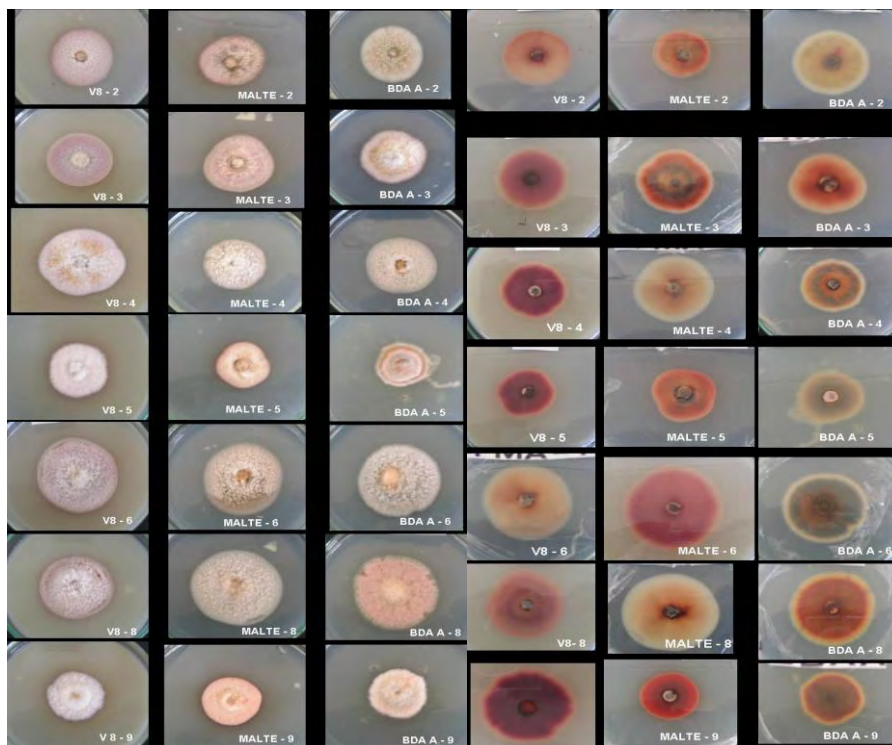


Figura 14. Aspecto e coloração de colônias (esquerda: parte superior das placas; direita: lado inverso das placas) de isolados de *Cryptosporiopsis perennans*, isolados de frutos de macieira, ao 13° de incubação. V8 (meio V8 ágar); MALTE (extrato de malte ágar); BDA A (batata-dextrose-ágar acidificado); 2, 3, 4, 5, 6, 8 e 9 (número do isolado).

Tabela 9. Médias de crescimento micelial e produção de microconídios de *Cryptosporiopsis perennans* em diferentes meio de cultura aos 13° dias após a inoculação.

Isolados	Crescimento micelial (mm)			Esporulação microconídios x 10 ⁴ / mL		
	Meio de cultura ¹					
	BDA-acid	V8	AEM	BDA	V8	AEM
1	29,0 Bb	33,4 Ba	31,6 Ba	41,1 Cc	115,2 Ca	66,0 Cb
2	30,9 Bb	34,5 Ba	30,0 Bb	23,7 Dc	186,0 Aa	95,7 Ab
3	33,9 Aa	33,0 Ba	28,8 Bb	45,1 Cc	89,7 Da	77,0 Bb
4	30,1 Bb	31,6 Bb	37,1 Aa	16,0 Ec	100,5 Da	32,7 Db
5	17,1 Dc	27,8 Ca	23,5 Cb	27,0 Dc	66,2 Eb	81,7 Ba
6	34,1 Ab	39,6 Aa	38,3 Aa	79,0 Ab	94,2 Da	38,5 Dc
7	25,6 Cb	33,7 Ba	32,0 Ba	47,5 Cc	126,1 Ca	64,2 Cb
8	37,0 Aa	38,9 Aa	39,4 Aa	66,2 Bd	124,2 Ca	55,5 Cc
9	20,0 Cc	28,2 Ba	24,5 Cb	30,7 Dc	145,5 Ba	81,0 Bb
CV %	6,2	4,9	4,7	11,2	9,4	7,8

¹ BDA-acid= batata dextrose ágar acidificado; V8= V8-ágar; AEM= extrato de malte. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P=0,05).

3.4.2. Suscetibilidade a diferentes temperaturas

Com a temperatura de 3°C não houve crescimento micelial de nenhum dos onze isolados em nenhuma das datas de avaliação (5, 15 e 21 dias) (dados não mostrados). O efeito da temperatura a 5°C foi a variável que mais contribuiu para diferenciar os isolados entre si, sendo que a temperatura de 30°C foi a variável que mais contribuiu para diferenciar o isolado Cp5 dos demais (Tabela 10).

3.4.3. Caracterização enzimática

Os onze isolados de *Cryptosporiopsis* sp mostraram capacidade de produzir as enzimas amilolítica, Rnase, lipolítica e pectolítica pH5. Houve diferenciação dos isolados na produção das enzimas proteolítica, Dnase e pectolítica pH7 (Tabela 11). A maior ou menor capacidade de fungos em produzir enzimas em substratos específicos, permite diferenciar isolados de uma mesma espécie de forma simples (PATERSON; BRIDGE, 1994 apud LIMA et al, 2003). É possível, que a atividade das enzimas lipase, amilase e protease, possa estar diretamente relacionada com o nível de virulência dos isolados. Essa associação entre virulência e atividade enzimática pode desempenhar um importante papel na interação patógeno-hospedeiro (BOCCHESE et al., 2003). Pelos resultados obtidos, sugere-se que *Cryptosporiopsis* sp tem a capacidade de utilizar amido e lipídios como fonte de energia. Admite-se também, que durante o período de incubação no hospedeiro, o fungo libera enzimas (amilases, proteases) que ativamente degradam os componentes presentes no tecido infectado do hospedeiro.

Tabela 10. Crescimento micelial médio (CMM) de onze isolados de *Cryptosporiopsis* sp a diferentes temperaturas – 21 dias após a incubação

Isolado	CMM 4°C ¹	Isolado	CMM 5°C ¹	Isolado	CMM 30°C ¹	Isolado	CMM 31°C ¹
6	18,33 A	6	22,59 A	7	26,27 A	6	22,97 A
8	17,22 AB	7	21,43 B	6	24,93 B	8	18,77 B
7	16,65 AB	3	19,84 C	8	19,02 C	7	18,64 B
4	15,66 BC	4	19,77 C	4	18,51 CD	4	15,44 C
3	15,62 BC	8	18,85 D	3	17,76 DE	11	15,40 C
1	14,50 CD	2	16,72 E	2	17,23 EF	2	15,39 C
9	14,00 CDE	11	15,15 F	9	16,79 EF	9	14,92 C
11	13,84DE	5	14,72 FG	11	16,62 F	3	13,81 D
10	13,73 DE	9	12,27 G	1	15,37 G	10	13,30 DE
2	12,55 EF	10	13,17 H	10	14,18 H	1	12,52 E
5	11,81 F	1	0,00 I	5	12,47 I	5	12,45 E
CV	3,88	CV	1,67	CV	1,98	CV	1,99

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5%

Tabela 11. Caracterização enzimática de onze isolados de *Cryptosporiopsis* sp.

Isolado	Meio enzimático						Pecto pH 5	Pecto pH 7
	Proteolítica	Amilolítica	Dnase	Rnase	Lipolítica			
Cp 1	positiva	Positiva	Negativa	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 2	negativa	Positiva	Negativa	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 3	negativa	Positiva	Positiva	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 4	positiva	Positiva	Positiva	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 5	negativa	Positiva	Negativa	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 6	negativa	Positiva	Positiva	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 7	positiva	Positiva	Positiva	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 8	positiva	Positiva	Positiva	positiva	Positiva		Positiva	Positiva
Cp 9	negativa	Positiva	Positiva	positiva	Positiva		Positiva	negativa
Cp 10	negativa	Positiva	Negativa	positiva	Positiva		Positiva	negativa
Cp 11	positiva	Positiva	Positiva	positiva	Positiva		Positiva	Positiva

3.4.4. Patogenicidade dos isolados

O teste de patogenicidade revelou a suscetibilidade das maçãs cv. Fuji e cv. Pink Lady aos onze isolados (Cp1 a Cp11) de *Cryptosporiopsis* sp., independente da indução de fermento ou não. Valdebenito Sanhueza et al. (2004), já havia demonstrado não haver diferença na suscetibilidade das cultivares Fuji e Pink Lady a nove isolados (Cp1 a Cp9) de *Cryptosporiopsis* sp. Quinze dias após a inoculação já havia sintomas característicos da podridão “olho-de-boi” nas frutas das duas cultivares testadas. Todos os isolados apresentam a podridão morfolologicamente igual nas duas cultivares testadas, porém, na cultivar Fuji a média do tamanho da podridão é superior do que na cultivar Pink Lady. Resultado semelhante foi relatado por Valdebenito Sanhueza et al. (2004). Nos experimentos onde fez-se fermentos, o isolado Cp9 foi o que apresentou maior virulência nas cultivares Pink Lady e Fuji (Tabela 12). Já no experimento sem fermento, feito apenas com a cultivar Pink Lady, não houve diferença estatística significativa entre os isolados (Tabela 13).

Os apotécios não foram encontrados a campo em nenhuma das inoculações feitas, entretanto, todos os isolados apresentaram a formação de cancrios. Em outubro de 1956, o apotécio pertencente à *Pezizula malicorticis* foi encontrado em macieiras no Leste da Holanda, estas haviam sido inoculadas com micélio de *Gloeosporium perennans* em outubro de 1955. O diâmetro do apotécio encontrado foi de 0,4-1,6mm, e a sua formação foi favorecida por períodos de umidade antes do verão (BOLAY, 1956).

Tabela 12. Patogenicidade de isolados de *Cryptosporiopsis* sp em frutos com ferimento cv Pink Lady e Fuji.

Isolado	Pink Lady (mm) ¹	Isolado	Fuji (mm) ¹
9	28,44 A	9	33,20 A
4	26,38 AB	10	28,31 B
10	25,34 ABC	5	28,27 B
11	25,10 ABC	8	27,34 B
8	24,11 ABC	6	25,30 BC
6	22,68 ABC	3	23,81 BCD
5	21,88 BC	7	21,52 CD
3	20,33 BCD	11	19,15 DE
7	19,68 CD	4	19,15 DE
1	15,64 D	2	14,62 EF
2	14,66 D	1	13,98 F
CV	9,42	CV	7,07

¹ Valores seguidos pela mesma letra não diferem na vertical pelo teste de Tukey (5%)Tabela 13. Patogenicidade de isolados de *Cryptosporiopsis* sp em frutos sem ferimento cv Pink Lady.

Isolado	lesões/lenticela ¹
Cp 9	5,00 a
Cp 6	4,00 a
Cp 5	4,00 a
Cp 8	3,66 a
Cp 2	3,66 a
Cp 11	3,33 a
Cp 7	3,33 a
Cp 3	3,00 a
Cp 10	2,66 a
Cp 4	2,00 a
Cp 1	1,00 a
CV	48,01

¹ Valores seguidos pela mesma letra não diferem na vertical pelo teste de Tukey (5%)

3.5. Experimento 5: Etiologia e caracterização da infecção das maçãs por *Cryptosporiopsis perennans*

3.5.1. Determinação de meio seletivo para *C. perennans*

No ensaio para avaliação dos inibidores de contaminantes, não foi observado crescimento de *C. perennans* nos meios suplementados com nistatina na dose de $25\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. O desenvolvimento de *C. perennans* foi estatisticamente igual ($P>0,05$) ao observado no meio BDA acidificado e nos com meios com tetraciclina em pH neutro (Figura 15A e Figura 15B). Segundo Miller (1932), *C. perennans* apresenta desenvolvimento em BDA, numa faixa de pH entre 2,2 e 11,3. Dessa forma, a ampla faixa de pH para o crescimento de *C. perennans* pode explicar a similaridade no crescimento micelial em BDA e BDA pH 4,5.

O menor tempo necessário para a realização das avaliações foi de sete dias, pelo uso dos meios BDA acidificado e BDA+tetraciclina. A diminuição das doses de nistatina permitiu o crescimento de *C. perennans* apenas na menor concentração ($1\mu\text{g mL}^{-1}$). Após sete dias de incubação, o meio BDA com pH neutro suplementado com tetraciclina, nistatina e iprodiona, nas respectivas doses de $12,5\mu\text{g mL}^{-1}$, $1\mu\text{g mL}^{-1}$ e $1\mu\text{g mL}^{-1}$, não inibiu o desenvolvimento de *C. perennans* quando comparado ao meio BDA pH neutro ou em BDA acidificado ($P>0,05$) (Figura 15C e Figura 15D).

Na validação do meio semiseletivo contendo os dois antibióticos e o fungicida, foi observada uma redução significativa do número de fungos leveduriformes, dematiáceos e de leveduras e, em relação ao meio BDA acidificado, não reduziu a recuperação de colônias de *C. perennans* dos frutos inoculados (Figura 15F) ou não inoculados (Figura 15E) ($P>0,05$). Conforme Spotts (1985), um meio semiseletivo deve ser capaz de recuperar o patógeno de interesse também sob condições de infestação natural para reduzir a probabilidade de falsos negativos, conforme apresentado pelo mesmo autor em isolamentos de patógenos em peras, com a utilização de BDA acidificado.

Apesar de o meio BDA pH 4,5 ter permitido recuperar o mesmo número de colônias de *C. perennans* que o meio semiseletivo proposto, esse último, em atividades de rotina no laboratório, apresenta como vantagem a facilidade nas avaliações pelo menor número total de contaminantes. Tal resultado corrobora as avaliações realizadas por Maffioletti (2007), uma vez que a utilização do meio BDA pH 4,5 permitiu a recuperação de *C. perennans* em números semelhantes, com a utilização do meio BDATNI. Finalmente, o meio semiseletivo permitiu detectar e quantificar o inóculo do patógeno presente na superfície dos frutos nas quatro concentrações de inóculo aspergidas sobre os frutos ($r=0,88$; $P=0,04$), o que não ocorreu pela utilização do BDA acidificado ($r=0,23$; $P=0,47$). A incidência da podridão olho-de-boi nos frutos incubados só foi observada nos tratamentos com aspersão de 10^5 e 10^6 conídios mL^{-1} , com incidência média de 4 e 8%, respectivamente.

O meio semiseletivo proposto no presente trabalho possibilitará estudos de flutuação de inóculo, uma vez que permite detectar com correção o inóculo nos frutos, principalmente, na fase final de formação do fruto, período de maior

suscetibilidade às infecções por *C. perennans* (HENRÍQUEZ et al., 2008). A maior restrição no desenvolvimento dos microorganismos e a adequada quantificação de *C. perennans*, quando comparada à obtida pelo uso de BDA acidificado, em associação com a fácil preparação, qualificam a utilização do meio semiseletivo em trabalhos de rotina do laboratório.

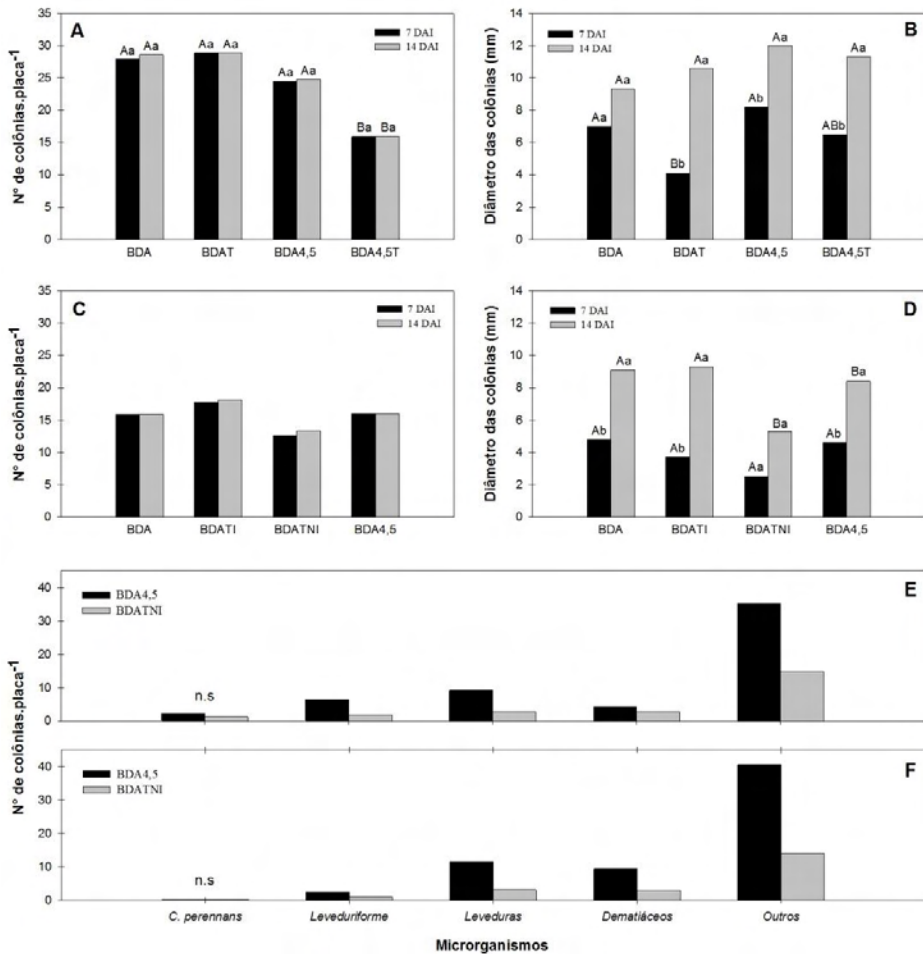


Figura 15. Influência da composição e do pH dos meios no número e tamanho médio de colônias de *Cryptosporiopsis perennans* aos sete e aos 14 dias após a inoculação (DAI) no primeiro (A, B) e no segundo ensaio (C, D), em que colunas com letras maiúsculas distintas entre os meios e minúsculas entre DAI diferem entre si pelo teste de comparação de médias de Tukey ($P < 0,05$). Número e tipo de microorganismos isolados a partir da lavagem de uma amostra de maçãs da cultivar “Fuji” previamente inoculadas por aspersão com *Cryptosporiopsis perennans* (E) e não inoculadas (F). Médias em cada par de colunas foram estatisticamente diferentes entre si pelo Teste-t ($P < 0,05$), exceto quando indicado (^{ns} = não significativo).

3.5.2. Controle da podridão olho-de-boi através de tratamentos erradicantes no período de dormência da macieira

No período da floração da macieira (setembro e outubro) no ciclo 2006/07, ocorreram 10 dias de chuva, totalizando 83 mm (Figura 16). No mesmo período do ciclo 2007/08, foram contabilizados 18 dias com chuva acumulando de 237 mm, sendo registrados cinco eventos de chuva de granizo. No estágio final de maturação dos frutos o ciclo 2007/08 apresentou um decréscimo no volume de chuva comparado ao ciclo 2006/07. Nos três meses antecedentes à colheita (fevereiro a abril de 2008), o volume de chuva acumulado foi de 32 mm distribuídos em seis dias de chuva enquanto que, no mesmo período do ano anterior, foram observados 159 mm em 11 dias de chuva. Em ambos os ciclos foi registrada uma queda acentuada na temperatura do ar no mês referente à colheita (Figura 16).

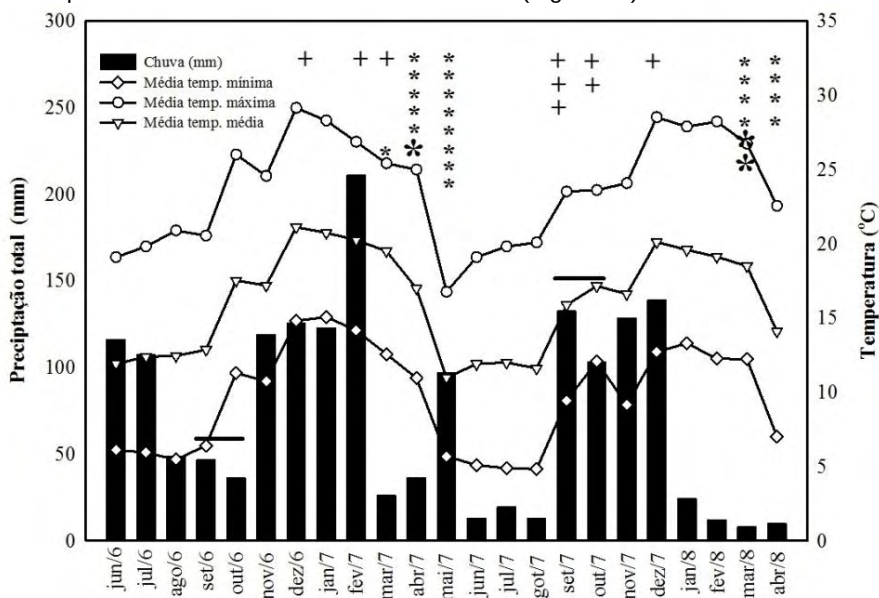


Figura 16. Variáveis ambientais associadas à ocorrência da podridão olho-de-boi. Linha horizontal correspondente ao período da floração. Asteriscos correspondentes a períodos favoráveis às infecções por *Cryptosporiopsis* sp. (risco moderado = *; risco severo = **). Ocorrência de chuva de granizo assinalada por (+).

No momento da aplicação dos tratamentos foram recuperadas colônias de *Cryptosporiopsis* sp. no meio semi-seletivo da lavagem de todos os tipos de tecidos amostrados das macieiras. Antes da aplicação dos tratamentos, o número de UFC variou de 2,0 a 2,8 UFC.g⁻¹ de tecido vegetal em ramos de 1 ano; 1,0 a 1,6 UFC.g⁻¹ em ramos de dois anos e; 1,2 a 1,6 UFC.g⁻¹ em gemas floríferas. Os valores não diferiram entre os tratamentos e ciclo, tanto para amostras de ramos como de gemas, sendo então os dados agrupados na análise comparativa entre ramos de diferentes idades e gema. A maior densidade de inóculo de *Cryptosporiopsis* sp. foi

observada em ramos de 1 ano, seguido de ramos de dois anos e gemas ($P=0,003$) (Figura 17). A aplicação dos fungicidas reduziu em mais de 70% a densidade do inóculo presente na superfície dos ramos antes da aplicação, não havendo diferença entre os tratamentos em ambos os ciclos avaliados (Figura 17).

A redução no número de propágulos nas gemas florais variou em função dos fungicidas utilizados. A calda sulfocálcica foi a que promoveu a maior taxa redução do inóculo entre os tratamentos avaliados, atingindo valores próximos a 100% (Figura 17). A incidência total de POB pode ser explicada em 95% pela população epífita de *Cryptosporiopsis* sp. em gemas florais, havendo relação linear positiva entre tais parâmetros ($P = 0,001$) (Figura 18). Em nenhum dos ciclos foram observados sintomas de fitotoxicidade, mesmo com a proximidade da aplicação dos tratamentos com a data do tratamento para a superação da dormência. Comparando-se os ciclos, a incidência de POB foi 40% superior no ciclo 2007/08, na testemunha (Figura 19).

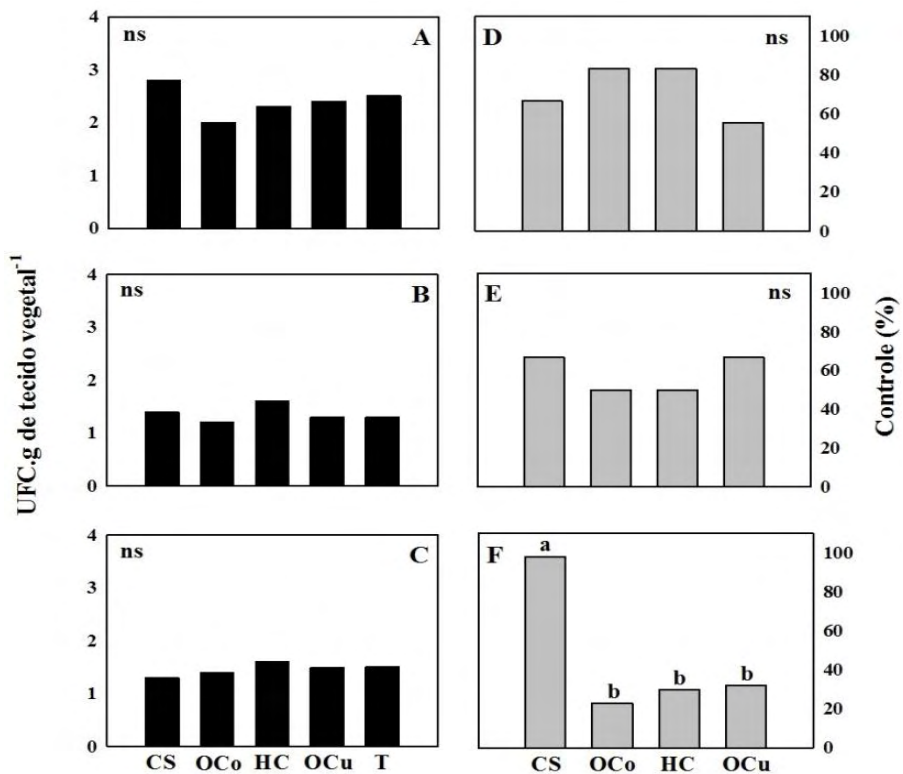


Figura 17. Propágulos de *Cryptosporiopsis* sp. recuperados por lavagem durante os ciclos 2006/07 e 2007/08 (A, B e C) em ramos de 1 ano (A); ramos de dois anos (B) e; gemas floríferas (C). Dados seguidos por letras distintas diferem entre si ($P<0,05$) pela menor diferença significativa (DMS). CS = calda sulfocálcica; OCo = oxicloreto de cobre; HC = hidróxido de cobre e; OCu = óxido cuproso. D, E e F controle (redução) no número de propágulo nas respectivas estruturas.

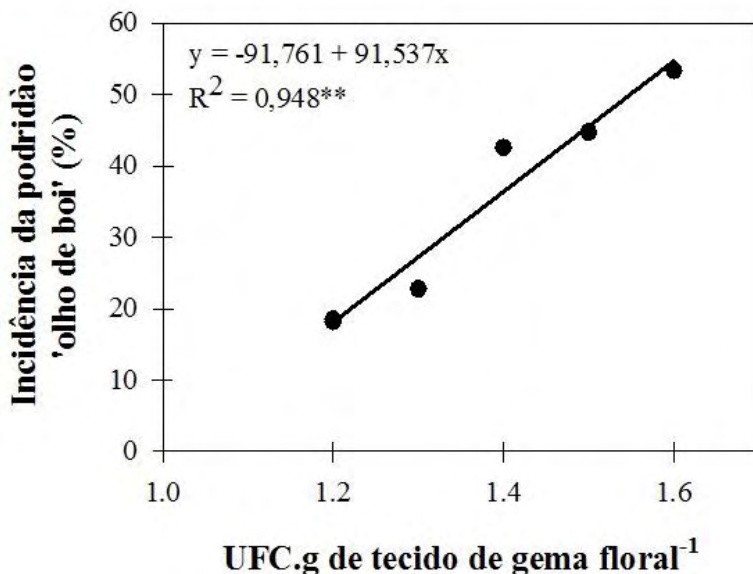


Figura 18. Relação entre a população epífita de *Cryptosporiopsis sp.* em gemas florais e o dano final em maçãs cv. 'Pink Lady[®]'. Pontos correspondem à média das parcelas experimentais nos ciclos 2006/2007 e 2007/2008. Vacaria-RS.

A maior favorabilidade à doença no segundo ciclo foi ratificada pela taxa anual de variação positiva para todos os parâmetros de incidência de POB na testemunha (Figura 19). Quanto aos tratamentos de inverno, apenas aqueles com produtos à base de cobre apresentaram taxa de variação de incidência de POB nula entre os ciclos avaliados, com destaque para óxido cuproso (Figura 19). A flutuação no número de UFC na superfície de frutos assintomáticos na testemunha variou entre os anos. Em ambos os ciclos houve um incremento linear no número de UFC no curso da maturação dos frutos ($P < 0,0001$) atingindo valores médios finais de 1100 UFC.fruto⁻¹ e 1400 UFC.fruto⁻¹, nos ciclos 2006/07 e 2007/08, respectivamente (Figura 20).

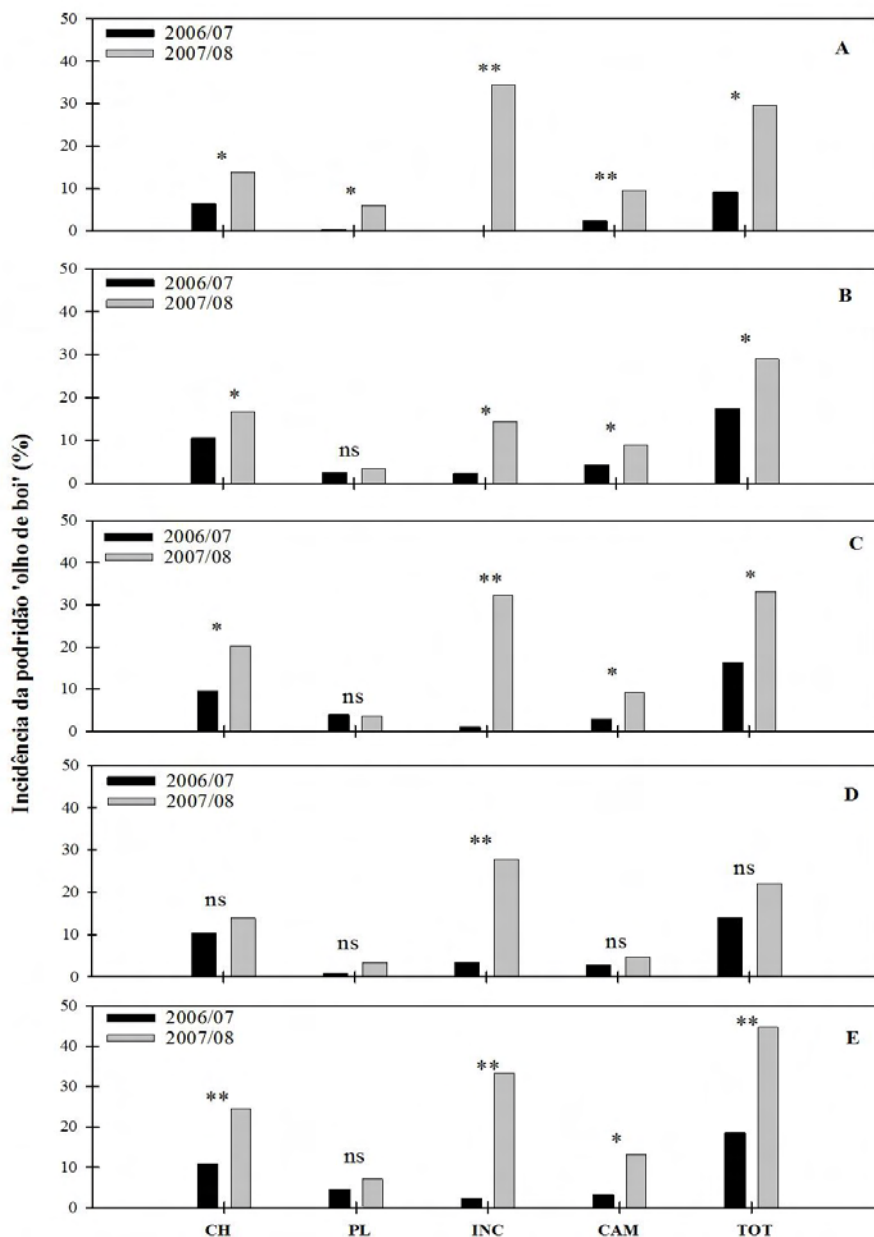


Figura 19. Podridão olho-de-boi em maçãs 'Pink Lady®' caídas no chão (CH); na planta no momento da colheita (PL); a partir da detecção das infecções latentes (INC); após três meses em frigoconservação (CAM) e; no incidência total (TOT) pela soma das classes CH, PL E CAM nos tratamentos utilizados: A) calda sulfocálcica; B) oxicloreto de cobre; C) hidróxido de cobre; D) óxido cuproso e E) testemunha nos ciclos 2006/2007 e 2007/2008. Vacaria, RS. *Significância a $P<0,05$, ** Significância a $P<0,01$.

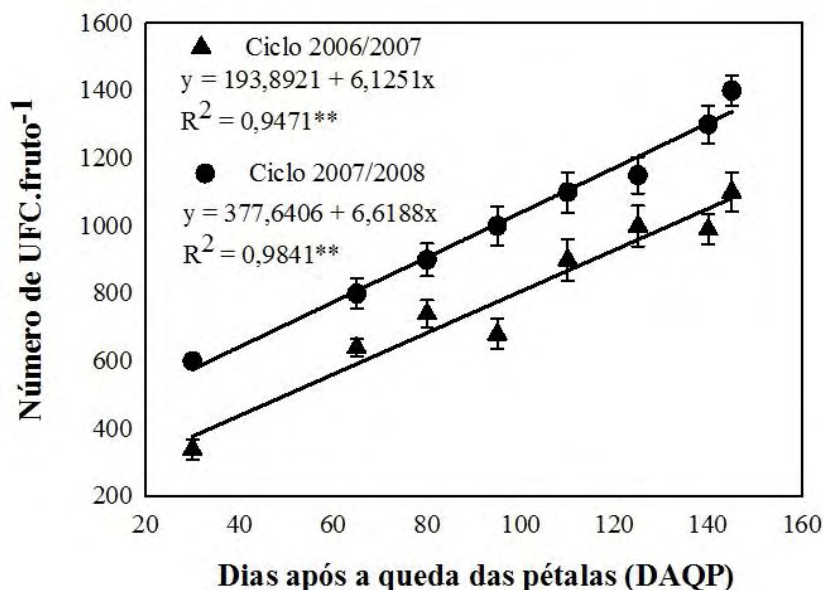


Figura 20. Quantificação do número de UFC de *Cryptosporiopsis sp.* recuperadas a partir da lavagem e sonicação de maçãs 'Pink Lady[®]' amostradas durante o ciclos 2006/2007 e 2007/2008 no tratamento referente à testemunha (sem tratamento de inverno) e cultivada em meio seletivo. Média obtida por cinco repetições

Quanto às perdas, no ciclo 2006/07 houve diferença significativa entre os tratamentos apenas para a incidência de POB no momento da colheita e na incidência total (Tabela 14). Nesta última, apenas o tratamento com a calda sulfocálcica possibilitou a redução das perdas quando comparado à testemunha, atingindo controle superior a 50% (Tabela 14). A maior incidência de POB no ciclo 2007/08 possibilitou uma melhor discriminação entre os tratamentos. Nesse, a incidência de POB foi menor nos frutos caídos ao chão nos tratamentos fungicidas quando comparados à testemunha (Tabela 14). Os fungicidas tiveram efeito diferencial ainda sobre os demais parâmetros avaliados, exceto quanto à incidência de POB no momento da colheita (frutos na planta). Houve destaque para o oxiclureto de cobre e óxido cuproso, respectivamente, na redução das infecções latentes e da incidência da podridão em frutos após três meses de frigoconservação (Tabela 14). Todos os tratamentos fungicidas foram igualmente capazes de reduzir a incidência de POB quando comparados à testemunha, com destaque para o óxido cuproso que promoveu controle superior a 50% em relação à testemunha (Tabela 14).

Tabela 14. Efeito da aplicação de fungicidas no repouso das macieiras na incidência da podridão olho-de-boi em maçãs 'Pink Lady®'. Vacaria, RS. 2006/07 – 2007/08.

Incidência da podridão olho-de-boi (%) em dois ciclos ^W										
Fungicidas	Frutos no chão		Frutos na planta		Infecção latente ^Y		Câmara fria		Total ^X	
	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08
CS	6,5 ^{ns}	13,9 B	0,2 C	6,1 ^{ns}	0,0 ^{ns}	34,4 A	2,3 ^{ns}	9,6 B	9,1 A	29,6 B
OCo	10,5	16,6 B	2,5 B	3,4	2,2	14,4 B	4,2	8,9 B	17,3 B	28,9 B
HC	9,4	20,2 B	3,8 AB	3,7	1,1	32,2 A	3,3	9,2 B	16,2 B	33,1 B
OCu	10,2	13,9 B	0,8 C	3,4	3,3	27,8 A	2,7	4,6 C	13,8 B	22,0 B
Test.	10,8	24,5 A	4,4 A	7,1	2,2	33,3 A	3,1	13,2 A	18,4 B	44,7 A

Controle da podridão olho-de-boi (%) em dois ciclos										
Fungicidas	Frutos no chão		Frutos na planta		Infecção latente		Câmara fria		Total ^X	
	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08
CS	40,0	43,2	93,6	14,1	100,0	0,0	26,7	26,6	50,6	33,7
OCo	3,0	32,0	43,1	51,7	0,0	56,6	0,0	32,0	6,2	35,1
HC	12,6	17,2	12,3	47,7	50,0	3,3	8,4	29,7	11,8	25,8
OCu	5,1	43,0	81,1	51,2	0,0	16,6	15,0	64,5	25,1	50,6

^K Tratamentos erradicantes avaliados: calda sulfocálcica (CS), oxicleto de cobre (OCo), hidróxido de cobre (HC), óxido cuproso (OCu) e testemunha (Test.). ^X Valor obtido pelo somatório dos danos observados nos frutos no chão, frutos na planta e após o período de três meses em armazenamento frigorificado. ^Y Infecção detectada pela incubação de frutos assintomáticos a 25 °C por 30 dias. ^W Médias comparadas pela diferença mínima significativa (DMS, $P < 0,05$).

Todos os tratamentos possibilitaram uma vantagem econômica no controle da POB (Tabela 15). O uso de calda sulfocálcica, no ciclo 2006/07 foi, dentre os tratamentos avaliados, aquele que apresentou o maior benefício econômico. No ciclo 2007/08, os benefícios obtidos pelo uso dos fungicidas foram maiores do que no ciclo anterior como resposta à maior incidência da doença e das perdas por POB. O retorno econômico (relação entre o benefício obtido e o valor investido no controle) foi dissociado do benefício, onde o uso de oxicleto de cobre a 0,5% foi o tratamento que possibilitou o maior valor no ciclo 2007/08 (Tabela 15). Em estudos de aerobiologia de *Cryptosporiopsis sp.* foi verificada relação entre a liberação de propágulos do patógeno com a ocorrência de chuva (CORKE, 1967), sugerindo o papel dos respingos de chuva na dispersão dos ascósporos e conídios do fungo. Os dois ciclos avaliados nesse trabalho foram distintos quanto à distribuição, frequência e volume de chuva o que, associado à ocorrência de chuvas de granizo pode ter estimulado um aporte maior de inóculo no ciclo 2007/08, uma vez que as lesões causadas pelo granizo entre os meses de agosto a dezembro atuavam efetivamente como sítio infeccioso dado o período latente desse tipo de sintoma (4-5 meses) (GROVE et al., 1992; HENRIQUEZ et al., 2006) possivelmente explicando a maior densidade populacional de *Cryptosporiopsis sp.* na superfície dos frutos no ciclo 2007/08.

Tabela 15. Análise econômica do uso de tratamentos erradicantes aplicados durante o período de dormência das macieiras cv. 'Pink Lady[®]'. Vacaria-RS. 2006/07 – 2007/08.

Tratamento (dose p.c.)	Benefício (R\$.ha ⁻¹) ^x		Retorno (R\$ _{retorno} /R\$ _{investido}) ^y	
	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Calda sulfocálcica (3,0%)	2433,60	3926,00	33,34	53,78
Oxicloreto de cobre (0,5%)	301,60	4089,80	10,66	144,52
Hidróxido de cobre (0,3%)	569,40	3000,40	5,08	26,79
Óxido cuproso (0,3%)	1209,00	5891,60	11,57	56,38

^xValor determinado pela diferença nas perdas entre a testemunha (sem aplicação de inverno) e as perdas nos tratamentos; considerando as perdas na testemunha iguais a R\$ 4.802,00 e R\$ 11.624,40, nos ciclos 2006-2007 e 2007-2008, respectivamente. ^yValor determinado pelo quociente entre o valor investido (custo de produto+custo de aplicação) e o benefício.

As informações sobre a quantificação de inóculo de *Cryptosporiopsis sp.* nas maçãs em condições naturais de infecção estão sendo relatadas pela primeira vez, até onde se conhece. Assim como a determinação da relação entre a população epítifa em gemas e a incidência de POB, a qual poderá servir de parâmetro em estimativas do potencial de danos. Os resultados aqui apresentados mostram que não só foi possível detectar o inóculo na superfície dos frutos, mas que este incrementou linearmente ao longo do tempo. Esse fato reforça a necessidade de medidas para a redução do inóculo inicial, pela aplicação de tratamentos erradicantes no período de dormência do hospedeiro. A mais alta incidência de POB no tratamento sem fungicidas aplicados na fase de dormência reforça a importância da estratégia utilizada neste trabalho, focada para a redução de inóculo inicial como maneira de favorecer os tratamentos fungicidas realizados na fase de maior suscetibilidade dos frutos.

Em pomares com baixa concentração de inóculo primário de *Venturia inaequalis* a eficiência do controle de sarna da macieira é mais eficiente, pela redução do inóculo primário pela decomposição ou trituração das folhas caídas no chão (SUTTON et al., 2000). A alta incidência da doença no segundo ciclo avaliado, em valores acima daqueles comumente observados em outros anos, pode ser devido aos eventos de granizo, uma situação que ocorre com certa frequência no sul do Brasil e que deve ser considerado como fator de risco da doença. Considerando a fase de latência no ciclo da POB, a redução do inóculo primário bem como do número de propágulos na superfície dos frutos no momento da colheita são consideradas chave na estratégia de manejo (EDNEY, 1960).

A incapacidade de discriminação entre os tratamentos quanto à incidência de infecções latentes deve-se à alta variabilidade devida, em parte, aos baixos valores observados e ao método de detecção uma vez que, mesmo com o controle de 100% nas infecções latentes, o tratamento com calda sulfocálcica não diferiu dos demais tratamentos (EMERY et al., 2000). Estimativas mais acuradas para a detecção das infecções latentes de POB são necessárias por implicarem diretamente no monitoramento das primeiras infecções. A análise econômica demonstra as

vantagens no uso desta estratégia na redução das perdas ocasionadas por POB na macieira principalmente sob condições de maior favorabilidade à doença, facilitando o controle pré-colheita da doença com fungicidas específicos em função do risco epidemiológico (emissão de alertas).

3.5.3. Utilização de fosfito de potássio no controle da podridão olho-de-boi em maçãs Pink Lady®

No experimento com tratamentos protetores durante os 45 dias anteriores à colheita foram feitas cinco aplicações. Sintomas de fitotoxidez foram observados nas plantas a partir da quarta aplicação, na forma de estiolamento leve nos ápices dos ramos anuais. A incidência de frutos com sintomas resultantes de infecções latentes foi reduzida em 57% e 35% pelos fungicidas no período final de maturação dos frutos, incubados por 15 e 30 dias, respectivamente. No entanto, não houve vantagem pela mistura de captana e fosfitos de potássio na redução das infecções latentes quando comparados às aplicações simples (Tabela 16).

Tabela 16. Incidência de infecções latentes da podridão olho-de-boi em maçãs 'Pink Lady®' provenientes de parcelas com diferentes tratamentos fungicidas durante a fase final de maturação dos frutos. Vacaria, RS. 2007/08.

Tratamentos	Incidência (%) ^x	
	15 DAI ^k	30 DAI
Fosfito de potássio 40-20	6,67 B ^y	40,00 B
Fosfito de potássio 30-20	10,83 B	38,33 B
Fosfito de potássio 40-20 + captana	14,17 B	41,67 B
Fosfito de potássio 30-20 + captana	11,67 B	36,67 B
Captana	11,67 B	41,67 B
Testemunha	25,83 A	61,67 A
C.V.(%)	39,46	11,06
F	6,04	14,71
P>F	0,003	<0,0001

^x Incidência de infecções latentes (%) em maçãs cv. 'Pink Lady®' detectadas a partir de frutos assintomáticos e sem danos físicos aparentes. ^w Tratamento prévio à incubação dos frutos, consistindo na imersão dos mesmos em água por 6 h, sendo então armazenados a 25 °C com fotoperíodo nulo. ^v Amostras que após a colheita foram imediatamente incubadas nas mesmas condições. ^k Dias após a incubação (DAI) nas condições citadas. ^z Aplicações realizadas nos dias 26 de março; 2, 9 e 17 e 28 de abril de 2008 em pomar comercial da cv. 'Pink Lady®'. O critério de aplicação foi o acúmulo de chuva (>30 mm) entre as aplicações, sendo que quando não atingido este critério realizou-se aplicação semanal. ^y Dados médios de quatro repetições compostas por 30 frutos cada. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Waller-Duncan K ratio t ($P<0,05$).

O método de detecção de infecções latente permitiu relacionar tal dano com os danos após a fase final de frigoconservação ($R^2=0,49$ $P<0,05$). Os sintomas de POB foram predominantemente observados na fase de pós-colheita (Figura 21), sendo que na colheita a incidência de POB na testemunha foi inferior a 8%. Os tratamentos com fungicidas reduziram em 67% a incidência de POB na pós-colheita. Nas misturas de fosfito de potássio com captana houve maior controle quando comparados ao uso isolado de captana (Figura 21A). Com a proteção permanente a

partir dos 45 dias antes da colheita, a incidência da podridão nos frutos da testemunha colhidos e armazenados foi de 27%, e os melhores tratamentos fungicidas e misturas reduziram em 65% a doença (Figura 21B). A incidência da podridão em pós-colheita nas maçãs tratadas com a mistura do fosfito de potássio 30-20 com captana exerceu maior controle que a mistura do fungicida com fosfito 40-20 (Figura 21B).

A ocorrência de POB é predominante na fase de pós-colheita, sendo que, nas condições de campo essa é restrita aos frutos com ferimentos (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2004) fato observado neste trabalho. O uso de fosfito de potássio, em mistura ou em alternância com fungicidas de modo de ação diferente, aumenta a eficiência de controle de doenças (REUVENI; REUVENI, 1998), além de reduzir o risco de seleção de isolados resistentes e os custos de produção. Isto é, citado no manejo de oídio da mangueira (*Oidium mangiferae*) (REUVENI et al., 1998). Sendo assim, destaca-se como uma tática importante também no manejo de POB em aplicações pré-colheita.

Todos os tratamentos fungicidas reduziram o número de propágulos de *Cryptosporiopsis* sp. na superfície das maçãs, quando comparados à testemunha (Figura 22). A mistura fosfito de potássio + fungicida captana, apresentou o maior efeito erradicante sobre a população epífita do patógeno (Figura 22). Este tipo de ação dos sais de fosfito foi verificado em estudo com zoósporos viáveis de *Phytophthora cinnamomi* (WILKINSON et al., 2001) e com *Plasmopora viticola* em videira (WICKS et al., 1991). A redução do número de propágulos na superfície dos frutos está associada ao controle da podridão olho-de-boi (HENRIQUEZ, et al., 2008).

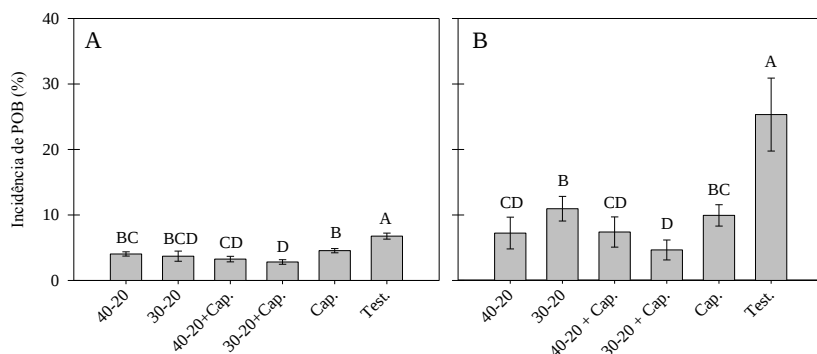


Figura 21. Incidência da podridão olho-de-boi (POB) na colheita (A) e após três meses de frigoconservação (B) em maçãs 'Pink Lady[®]', provenientes de parcelas pulverizadas com fosfito de potássio em diferentes combinações de P e K, aplicado isoladamente ou em mistura com captana, além de um tratamento testemunha sem aplicações de fungicidas no período final de maturação dos frutos (45 dias prévios à colheita). Médias representadas pelas colunas, seguidas por letras distintas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Waller-Duncan k ratio t.

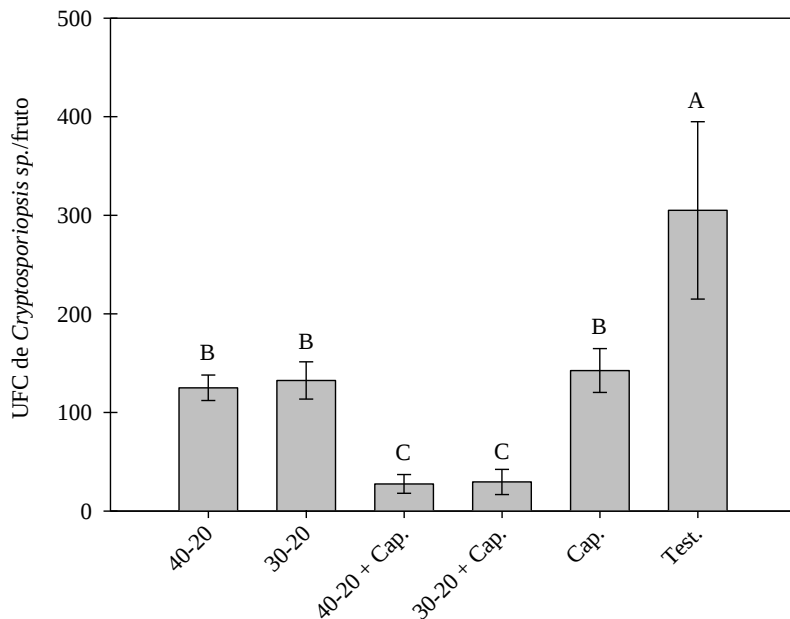


Figura 22. Número de UFC de *Cryptosporiopsis* sp. na superfície de maçãs 'Pink Lady[®]', no momento da colheita provenientes de parcelas pulverizadas com fosfito de potássio em diferentes combinações de P e K, aplicado isoladamente ou em mistura com captana, além de um tratamento testemunha sem aplicações de fungicidas no período final de maturação dos frutos (45 dias prévios à colheita). Médias representadas pelas colunas, seguidas por letras distintas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Waller-Duncan k ratio t.

A utilização de fosfito de potássio 40-20 em mistura com captana, com aplicação imediatamente prévia à colheita (24 h) não afetou a incidência de POB no momento à colheita, como era de se esperar (Figura 23A), entretanto reduziu os danos ocasionados pela doença, pela redução das infecções latentes estabelecidas e dos danos em pós-colheita (Figura 23B e Figura 23C), baixando a incidência de POB em 30% e 7,5%, respectivamente. A mistura também diminuiu em 66% do número de UFC do patógeno sobre os frutos (Figura 23D). Os dados mostraram a ação erradicante dos fosfitos, sendo esta uma tática importante, para a redução de danos em cultivos comerciais.

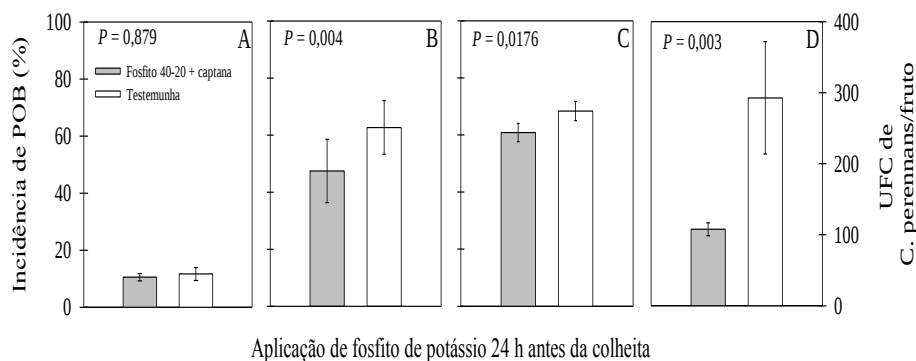


Figura 23. Incidência da podridão olho-de-boi (%) em frutos nas plantas (A), infecções latentes (B), após três meses de frigoconservação (C) e população epífita de *Cryptosporiopsis sp.* nas maçãs (D) nas parcelas com aplicações 24 h antes da colheita. Médias discriminadas pelo teste-t ($P<0,05$).

O retardo da colheita causou maior dano pela POB (Figura 24A) com maior efeito na incidência de infecções latentes e das podridões em pós-colheita (Figura 24B e Figura 24C; $P<0,0001$), com aumento de 70% de danos na fase de armazenagem. Conforme Prusky et al. (1991) a concentração de compostos antifúngicos relacionados à supressão das infecções latentes de *C. gloeosporioides* em abacate apresentam dinâmica temporal, com decréscimo ao longo da maturação dos frutos, onde, a partir de concentrações subfungitóxicas há a expressão dos sintomas. Tal processo pode ser responsável pelo aumento na incidência de POB com o retardo da colheita, assim como o estabelecimento das infecções pelos ciclos secundários do patógeno causados pelas lesões causadas pela infecção de danos pelo granizo e/ou insetos. A densidade populacional epífita de *Cryptosporiopsis sp.* sobre os frutos assintomáticos não diferiu entre os dois momentos de colheita (Figura 24D).

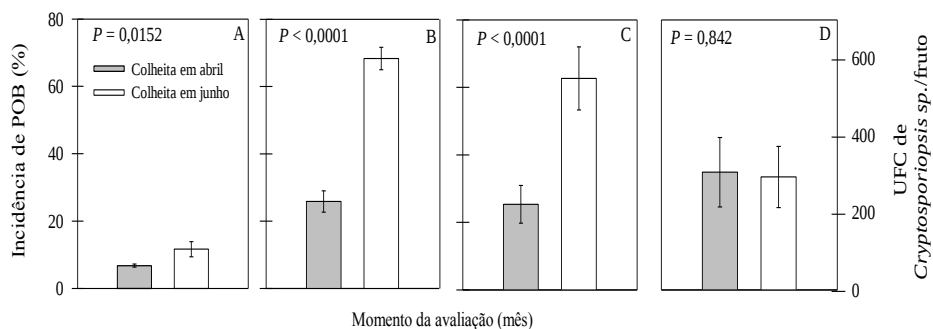


Figura 24. Incidência da podridão olho-de-boi (%) em frutos nas plantas (A), em frutos com infecções latentes (B), em frutos após três meses de frigoconservação (C) e população epífita de *Cryptosporiopsis sp.* nas maçãs (D). Dados correspondentes às parcelas da testemunha sendo as médias discriminadas pelo teste-t.

Em inoculações artificiais realizadas em pós-colheita, todos os fungicidas reduziram o estabelecimento das infecções de *Cryptosporiopsis sp.* em maçãs 'Pink Lady[®]', representado pela menor AACPD para o progresso da necrose lenticelar (Figura 25A). A utilização, em mistura ou não, dos fosfitos, indiferente à composição, apresentaram os melhores resultados, com redução média de 60% do número de lenticelas necrosadas quando comparados a frutos inoculados provenientes da testemunha. O desenvolvimento da podridão não foi afetado pelo tratamento fungicida, indicando ação de contato e não de profundidade dos fungicidas avaliados assim como influencia do método de inoculação (Figura 25B).

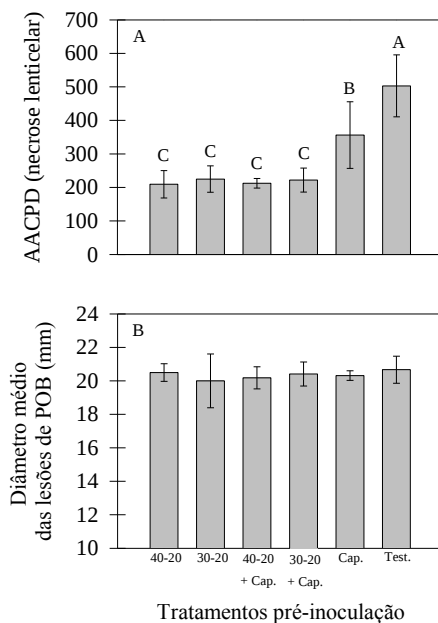


Figura 25. Área abaixo da curva de progresso de necrose lenticelar (AACPD) (A) e diâmetro de lesões de podridão olho-de-boi em maçãs inoculadas por imersão em suspensão de conídios (1×10^8 conídios/mL) (B). Frutos provenientes das parcelas correspondentes aos tratamentos com fungicidas durante o período final de maturação dos frutos. Colunas representando as médias seguidas por letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Waller-Duncan k ratio t.

O desenvolvimento das colônias, obtido pelo índice de crescimento micelial (IVCM) e pelo diâmetro final das colônias (mm) apresentaram relação de ordem quadrática inversa à concentração de fosfito de potássio no meio de cultura ($R^2 > 0,90^*$) indiferente ao pH de correção (Figura 26A e Figura 26B). O número de UFC nas placas também foi influenciado pela suplementação de fosfito de potássio ao meio de cultura, com ajuste a um modelo quadrático à concentração de fosfito no meio de cultura, apresentando o máximo e o mínimo de colônias por placa, respectivamente, para a concentração de $0,250 \mu\text{L/L}$ com pH 2 e pH 7 (Figura 26C).

A ação *in vitro* de sais de fosfitos sobre a fisiologia dos patógenos, assim como observado no presente estudo, é um indicativo da ação fungicida direta de tais compostos (ARAÚJO et al., 2008; FENN; COFFEY, 1884). Ao contrário do estudo com *C. gloeosporioides* (ARAÚJO et al., 2008) não houve efeito da correção do pH sobre o desenvolvimento de *Cryptosporiopsis* sp..

O uso de fungicidas afetou aspectos físico-químicos dos frutos, como o pH e a acidez titulável do suco. A aplicação de fosfito de potássio 40-20, em mistura ou não com captana, bem como o uso isolado do fungicida protetor, reduziram o pH do suco das maçãs quando comparado ao obtido das maçãs provenientes da testemunha. Quanto à acidez titulável, a mistura de fosfito de potássio 40-20 e captana e aplicação exclusiva desse aumentou em 17% o teor de ácido málico no suco dos frutos, quando comparados à testemunha (Tabela 17). Os valores de teor de açúcar ($14,75 \pm 0,59$ °Brix), teor de amido ($2,06 \pm 0,15$) e pressão de polpa ($18,70 \pm 0,64$ lb) não diferiram entre os tratamentos.

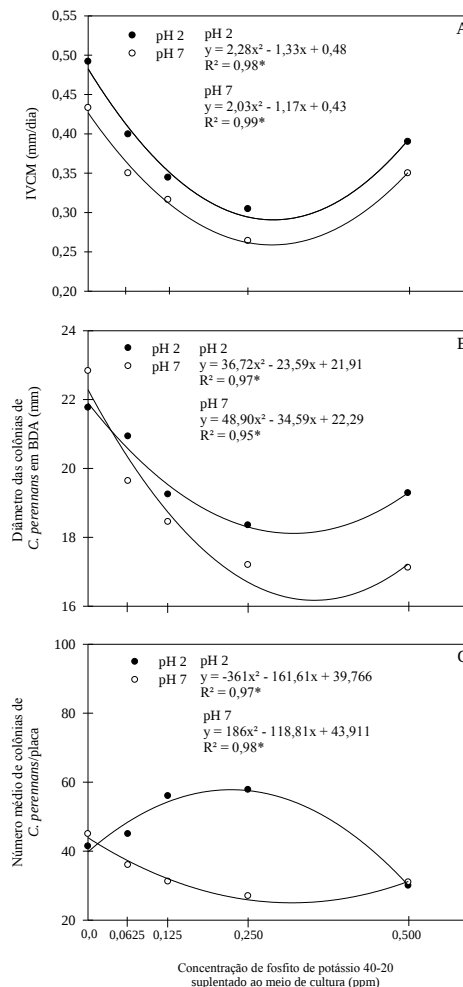


Figura 26. Crescimento *in vitro* de *Cryptosporiopsis* sp. pela suplementação de BDA com diferentes concentrações de fosfito de potássio 40-20 e dois ajustes de pH. Pontos correspondentes à média de sete repetições compostas por três placas de Petri cada. Placas incubadas a 20 °C por 14 dias.

Tabela 17. Análise físico-química de maçãs cv. 'Pink Lady®' submetidas aos tratamentos fungicidas listados durante o período final de maturação dos frutos (45 dias antecedentes à colheita). Análises realizadas após 20 dias de armazenamento dos frutos em câmara frigorífica (3 °C / UR 90%). Vacaria, RS. 2008.

Tratamento	pH ^y	Acidez titulável ^x (% ác. málico)
Fosfito de potássio 40-20	3,38 BC ^y	6,98 AB
Fosfito de potássio 30-20	3,45 A	6,20 B
Fosfito de potássio 40-20 + captana	3,34 CD	7,18 A
Fosfito de potássio 30-20 + captana	3,44 AB	6,60 AB
Captana	3,30 D	7,43 A
Testemunha	3,46 A	6,13 B
C.V.(%)	1,28	7,84
F	9,60	4,01
P>F	0,0003	0,0165

^yLeitura realizada com solução de 10 mL do suco de cinco maçãs adicionado à 90 mL de água destilada para cada repetição. Leitura em peagâmetro (Digimed DMPH 2). ^xValor determinado por titulometria com NaOH a 0,1 N até pH 8,1 a partir de uma solução de 10 mL do suco de cinco maçãs adicionado à 90 mL de água destilada para cada repetição. ^yDados médios de quatro repetições. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Waller-Duncan K ratio t ($P < 0,05$).

Outros estudos com fosfito de potássio em maçãs em aplicações em pós-colheita não consideraram a ação de tais sais nos atributos físico-químicos dos frutos (BLUM et al., 2007; BRACKMANN et al., 2004; BRACKMANN et al., 2007; CAMPOS et al., 2003a). As alterações nas características químicas dos frutos, no presente estudo, não apresentaram correlação com a incidência da podridão ($r=0,03$ $P=0.567$).

Os tratamentos fungicidas realizados em pré-colheita não influenciaram a atividade enzimática de PO e FAL nos frutos (Tabela 18). Para PO houve interação tripla entre os tratamentos, data de amostragem e inoculação dos frutos com *Cryptosporiopsis* sp., como função do efeito da data de amostragem sobre os valores da atividade de PO, visto a não significância estatística individual do tratamento (T) e inoculação (I) sobre a variação (Tabela 18).

Tabela 18. Atividade enzimática em maçãs 'Pink Lady[®]', pulverizadas durante o período final de maturação com fosfitos de potássio e captana (tratamentos) avaliados quanto às enzimas peroxidase (PO) e fenilalanina amônia-liase (FAL) em duas datas de amostragem (data) com o confronto (inoculação) com *Cryptosporiopsis sp.* ou não. Vacaria, RS. 2007/08.

Fonte de variação	G.L. (P.O.)	G.L. (FAL)	Quadrado médio	
			P.O.	FAL
Tratamento (T)	5	6	2,0741	0,0135
Data (D)	1	n.a.	46,3649**	n.a.
Inoculação (I)	1	1	0,0988	1,2788**
Bloco (B)	2	2	0,2963	0,0239
T x D	5	n.a.	3,4612	n.a.
T x I	5	5	0,9152	0,0128
D x I	1	n.a.	10,5460**	n.a.
T x D x I	5	n.a.	6,5163**	n.a.
Resíduo	32	22	2,1117	0,0222
C.V.(%)			17,41	19,57

**Significância estatística com $P < 0,01$.

n.a. Causa de variação não avaliada.

Na segunda data de amostragem, 14 dias após a primeira, houve um decréscimo de 20% na atividade enzimática de PO (Figura 27A). Entre as causas de variação relacionadas no experimento na atividade enzimática de FAL, apenas a inoculação com *Cryptosporiopsis sp.* afetou os valores desta enzima (Tabela 17), onde o confronto com o patógeno determinou uma maior atividade da FAL nos frutos (Figura 27B). O acréscimo na atividade da FAL pode ser considerado como um indicador de resistência, por que esta enzima é requerida para a síntese de fenóis associados com resistência (NICCHOLSON; HAMMERSCHMIDT, 1992). Mas para que esta hipótese seja correta, é importante que haja interação específica do hospedeiro e patógeno, com a produção de compostos fenólicos e a sincronização da variedade de respostas do hospedeiro no processo de infecção, o qual é relacionado com o tempo de desenvolvimento do patógeno (CAMPOS et al., 2003a).

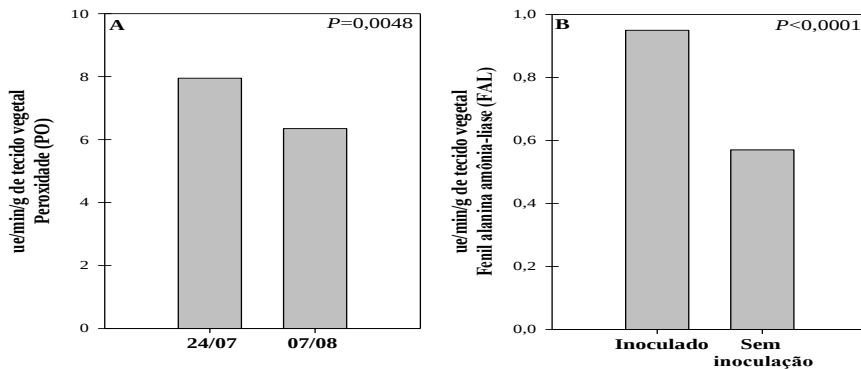


Figura 27. Atividade de enzimas peroxidase em duas datas de amostragem (A) e fenilalanina amônia-liase em maçãs 'Pink Lady[®]' sadias ou inoculadas com *Cryptosporiopsis sp.* Vacaria, RS. 2007/08.

A ausência de relação entre o uso dos fosfitos de potássio para o controle da murcha-de-verticillium (*Verticillium dahliae*) e os mecanismos de defesa é citado em mudas de cacaueteiro (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006), no estudo os autores não encontraram indução na atividade de PO pela pulverização de fosfito de potássio na dose de 1,25 mL/, no entanto tal dose foi fungitóxica, reduzindo a viabilidade de esporos do patógeno e o progresso da doença. A relação entre PO e FAL e a suscetibilidade do hospedeiro a fitopatógenos é bem descrita e conhecida na literatura (CUI et al., 1996; KAO, 2003), sendo que tais enzimas têm a atividade determinada pela idade do tecido do hospedeiro assim como pela ação de indutores bióticos e abióticos (CAMPOS et al., 2003b, GUERRA, 2007; REUVENI et al., 1998; WALTERS et al., 2005), mas no presente estudo, tal comportamento não foi influenciado pelo uso dos fosfitos de potássio.

3.6. Experimento 6: Análise por microscopia de varredura do processo de infecção das maçãs por *Cryptosporiopsis perennans*

3.6.1. Avaliar lesões de *C. perennans* em frutos inoculados utilizando microscopia eletrônica de varredura

As análises por microscopia eletrônica de varredura mostraram colonização das lenticelas em maçãs 'Maxi Gala' inoculadas com *C. perennans*, com crescimento profuso de micélio (Figuras 28A e 28C) e esporulação do patógeno (Figuras 28B e 28C). Em maçãs 'Fuji Kiku', além da colonização das lenticelas, observou-se formação de micélio na epiderme (Figura 28D). Em maçãs 'Cox's Orange Pippin' foi observado que a penetração deste patógeno pode ocorrer pelas aberturas naturais, como a calicinal e a peduncular, e também através das lenticelas, visto que nesses pontos ele desenvolve a podridão quando inoculado (EDNEY, 1956). Todavia, nenhum estudo mostrou a colonização da epiderme sem ferimento, como observado em maçãs 'Fuji Kiku' neste estudo. Esta informação é importante, pois a epiderme, que corresponde à camada mais externa de células no fruto e seria a principal barreira contra patógenos, pode representar importante via de infecção de *C. perennans*, mesmo quando não há ferimentos. O estágio de maturação avançado dos frutos 'Maxi Gala' e 'Fuji Kiku' (4 e 7 meses em AC, respectivamente) e a temperatura de incubação (22°C) provavelmente facilitaram a infecção e colonização de *C. perennans*, que são favorecidos com o aumento no tempo de armazenamento dos frutos e em temperaturas próximas de 20°C (EDNEY, 1956).

Os conídios de *C. perennans* podem estar presentes nas lenticelas após a colheita, mesmo em frutos provenientes de pomares protegidos quimicamente durante o ciclo vegetativo, já que essas estruturas restringem o acesso de fungicidas (EDNEY, 1970). Os conídios deste patógeno tendem a aderir nas lenticelas e nas rachaduras da cutícula (DUGAN et al., 1993), mas os autores não relatam a possibilidade dos conídios serem gerados nas lenticelas como mostram os resultados deste trabalho. Essa constatação justifica o uso de controle cultural e químico no campo, preferencialmente em associação com métodos de controle pós-colheita (físicos, químicos e biológicos), visando diminuir a população de *C.*

perennans presente na superfície dos frutos. Não foram observadas diferenças na colonização da epiderme de maçãs 'Maxi Gala' entre os métodos de inoculação, e nem entre cultivares, o que concorda com os resultados de pesquisas anteriores, que demonstraram não haver diferenças de suscetibilidade entre cultivares de maçãs à infecção de *C. perennans* (EDNEY, 1956).

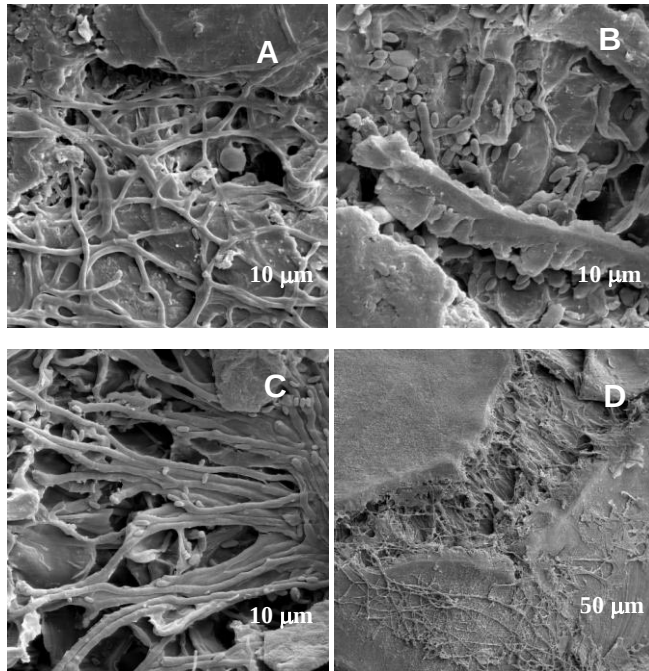


Figura 28. Colonização da superfície de maçãs 'Maxi Gala' (A, B e C) e 'Fuji Kiku' (D) após inoculação com *C. perennans*. Em maçãs 'Maxi Gala' observa-se a presença de micélio (A) e micélio + conídios (B e C) nas lenticelas, enquanto que em maçãs 'Fuji Kiku' observa-se a formação de micélio nas lenticelas e tecido adjacente (D).

3.6.2. Avaliar lesões de *C. perennans* em frutos inoculados utilizando microscopia eletrônica de transmissão

A Técnica não se mostrou eficiente para constatar a interrelação do patógeno com o hospedeiro por isto foi decidido documentar a infecção com microscopia eletrônica de varredura.

3.7. Experimento 7: Avaliação do efeito de protetores solares

No mês de janeiro, após a data de ensacamento dos frutos não ocorreram dias com temperaturas críticas para queima de sol em maçãs (dados não mostrados). Na Tabela 19 observa-se que no mês de fevereiro ocorreram quatro dias com temperaturas críticas para dano de sol em maçãs, enquanto que no mês de março, até a data da colheita, um dia apresentou condição para dano de sol.

Tabela 19. Número de horas com temperatura críticas e próximo de crítica.

Data	DADOS DE TEMPERATURA - POMAR 'FUJI'	
	acima de 27°C	acima de 30°C
6/fev	6h	3h30min
7/fev	4h45min	0
8/fev	4h15min	1h15min
15/fev	7h45min	3h15min
18/fev	4h45min	1h45min
19/fev	5h45min	1h30min
22/fev	5h15min	15min
8/mar	6h15min	3h00min

Na data do primeiro desensacamento (07/02) percebe-se que ocorreram 4h45min com temperatura acima de 27°C, sendo que o mínimo para causar dano de sol em frutos são 5h com esta temperatura. Enquanto isso na segunda data de desensacamento (15/02) observa-se que as temperaturas tiveram potencial para ocasionar dano de sol em frutos (7h45min acima de 27°C e 3h15min acima de 30°C).

Os danos ocorreram tanto nos frutos ensacados como em não ensacados (Tabela 20), sugerindo que a escaldadura por sol é causada pela temperatura e não pela exposição ao sol (Radiação).

Tabela 20. Nível de dano e tratamentos em frutos 'Fuji' expostos ou não ao sol em períodos diferentes.

NÍVEL	TRATAMENTO			
	T1	T2	T3	T4
SEM DANO (0)	29	10	8	8
DANO 1	9	8	11	11
DANO 2	4	6	10	5
DANO 3	3	4	8	8
DANO 4	1	2	0	8
DANO 5 (NECROSE)	0	1	0	8
TOTAL	46	31	37	48

Inoculação de *Botryosphaeria dothidea* e *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs 'Fuji' e 'Pink Lady' que receberam tratamento com protetor solar e não. Na colheita, a área exposta ao sol foi marcada com uma canetinha preta e a área não exposta com outra cor fácil de identificar. A inoculação foi nos dois lados do fruto (lado exposto e não). Os frutos não ficaram expostos a temperaturas elevadas após a colheita. Cada parcela foi composta de 3 frutos/planta, totalizando 48 frutos para cada tratamento (pois em cada tratamento estão sendo utilizadas 16 plantas – 4 parcelas de 4 plantas), sendo que foram 4 tratamentos e portanto 12 frutos/planta (total 192 frutos), cujos tratamentos e inoculações são apresentadas na Tabela 21.

Tabela 21. Tratamentos e as inoculações utilizadas.

Tratamento	Inoculação	nº de frutos	incubação	Avaliação
Raynox 5%	<i>Cryptosporiopsis perennans</i>	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Raynox 5%	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Raynox 5%	BDA	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Raynox 5%	papel	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Raynox 2.5%	<i>Cryptosporiopsis perennans</i>	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Raynox 2.5%	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Raynox 2.5%	BDA	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Raynox 2.5%	papel	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Testemunha - sem tratar	<i>Cryptosporiopsis perennans</i>	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Testemunha - sem tratar	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Testemunha - sem tratar	BDA	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação
Testemunha - sem tratar	papel	48	13 dias	14, 21 e 28 dias após inoculação

Foi observado aumento das podridões nas áreas internas dos frutos o que sugere a ocorrência de acúmulo de substâncias de defesas na parte expostas ao sol. Os dados de temperaturas foram coletados no SISALERT (Simulação de Sistema de Alerta), os quais são coletados em estações meteorológicas distribuídas nos pomares da região (Tabela 22).

Tabela 22. Dias com temperaturas acima de 27°C por mais de 5 h ou acima de 30°C por mais de 3 h nos dois pomares experimentais.

Mês	DIAS DE TEMPERATURAS CRÍTICAS	
	FUJI RASIP	PINK LADY® SCHIO
dez/07	9	9
jan/08	6	5
fev/08	8	4
mar/08	3	3
Total	26	21

O mês de dezembro foi o que mais acumulou dias com potencial para causar dano de sol em maçãs, ou seja, mais dias com temperaturas acima de 27°C por mais de 5 horas ou acima de 30°C por mais de 3 horas.

3.8. Experimento 8: Avaliação do efeito da temperatura e período de molhamento foliar na severidade da MFG

Efeito de temperatura e molhamento foliar na severidade da Mancha Foliar da Gala

A 12°C, nenhum sintoma ocorreu nas plantas submetidas a 48 h de PMF (Figura 29 A). A ausência de sintomas com 48 de PMF a 12°C também é relatada no patossiste *maC. lindemuthianum*: feijoeiro (TU, 1992). As lesões, na forma de pontuações minúsculas, só foram observadas nas plantas submetidas a 72 h de molhamento foliar (PMF), maior período testado, resultado que ratifica os anteriores (KATSURAYAMA; BONETI, 1999; HAMADA, 2005). Por outro lado, a severidade da MG nesta temperatura pode aumentar com o aumento do PMF de 72 h para 96 h ou mais (HAMADA, 2005). Entretanto, PMF de 72 h contínuas a 12°C é um evento raro, mesmo nas regiões pomícolas mais altas, além de que, nesta temperatura, *C. gloeosporioides* relacionado com esta doença necessitar de 7 ou mais dias para produzir os conídios *in vitro* e mais 3 dias para a produção de apressórios melanizados (KATSURAYAMA et al., 1999).

A 14°C, nível significativo de doença (>1%) só foi observado com 48 h de PMF (Figura 29B). Para os PMF de 20 a 24 h o índice de severidade da MFG (IS) variou entre 0,05% e 0,15%. E nas plantas submetidas a 48 h e 72 h de PMF os IS foram de 0,5% e 3,5%, respectivamente. Índices maiores podem ser obtidos submetendo-se as plantas aos PMF mais longos que os testados, 96 h, por exemplo. Porém, este aumento deve-se muito mais à expansão da lesão devido ao estresse causado pela permanência das plantas por longo tempo em ambiente escuro e úmido do que ao aumento no número de lesões (dados não apresentados).

A 16°C, nenhuma lesão foi observada com 12 h de PMF (Figura 29C). Algumas lesões, observadas a partir de 16 h de PMF, aumentaram linearmente até o maior PMF testado, de 72 h. Com base nos estudos de campo, a temperatura em torno de 16°C é considerada limiar para o aparecimento da doença nos pomares

(KATSURAYAMA; BONETI, 2003). Com 48 h de PMF o IS foi em torno de 10%. Do mesmo modo que relatado por Crusius (2000), a 18°C a infecção ocorreu a partir de 16 h de PMF (Figura 29D). Entretanto, IS>1% só foi observado nas plantas submetidas a 24 h ou mais de PMF e IS de 10% só foi atingido com PMF > 42 h.

O sintoma a 20°C foi observado com 10 h de PMF, porém só foi significativa (IS>1%) com 12 h ou mais de PMF (Figura 29E). Requerimento de 10 h ou mais de PMF para infecção está mais de acordo com os dados de outras doenças como a antracnose das leguminosas (LENNÉ, 1992) e do tomateiro (DILLARD, 1992) que o de 6 h relatado por Crusius et al. (2002) para a MFG. Esta diferença pode estar relacionada à metodologia do ensaio. No nosso ensaio, logo que completado o PMF estabelecido, as plantas foram levadas para o fitotron a 50% de UR onde foram mantidas durante 30 min para acelerar o secamento das folhas e, então, transferidas para a sala de crescimento regulada na mesma temperatura do ensaio. A adoção desse passo foi devido à constatação de que as plantas, após retiradas da câmara úmida, continuarem molhadas por longo período, principalmente à noite ou quando a umidade relativa do ar é alta, interferindo nos resultados dos ensaios.

A 22°C, a infecção ocorreu também a partir de 10 h de PMF, porém IS de 10% só foi observado nas plantas submetidas a 30 h de PMF (Figura 1F). A 24°C, a infecção (IS = 0,08%) foi observada em plantas submetidas a 8 h de PMF, e quando submetidas a 18 h de PMF o IS passou de 10% (Figura 29G). Finalmente, a 26°C, maior temperatura testada, a curva de severidade praticamente não diferiu da observada a 24°C. IS de 10% foi observado em plantas submetidas a 24 h de PMF. A análise de regressão linear simples da severidade, para as temperaturas e períodos de molhamento foliar testados é apresentada na Figura 29H. Maior coeficiente angular foi observado a 22°C, o que significa que a doença (proporção da área foliar lesionada) respondeu mais ao aumento do PMF (Tabela 23). Não se visualizou diferença significativa entre os coeficientes b (angular) das temperaturas de 14°, 16° e 18°C. O mesmo ocorreu entre 24° e 26°C.

Tabela 23. Coeficiente angular (b) e severidade da Mancha Foliar da Gala estimada para o período de molhamento foliar (PMF) de 72 horas.

Temperatura (°C)	Coeficiente angular (b)	Constante (a)	R ²	Severidade ^{1/} da MG (PMF = 72 h)
12	0,0752	-0,1803	0,7157	1,7
14	0,5068	-1,87	0,8362	11,3
16	0,5054	-3,1521	0,7885	19,4
18	0,4923	-3,6337	0,8956	26,1
20	0,5534	-2,5049	0,6301	31,5
22	1,0448	-5,6509	0,9152	35,4
24	0,7863	+4,2617	0,7674	37,9
26	0,8078	-1,4213	0,7281	38,9

^{1/}Estimada com a equação $Y = -91,496942 + (7,850882 \cdot T) + (0,242834 \cdot \text{PMF}) + (-0,177027 \cdot T \cdot T) + (0,021337 \cdot T \cdot \text{PMF}) + (-0,002206 \cdot \text{PMF} \cdot \text{PMF})$.

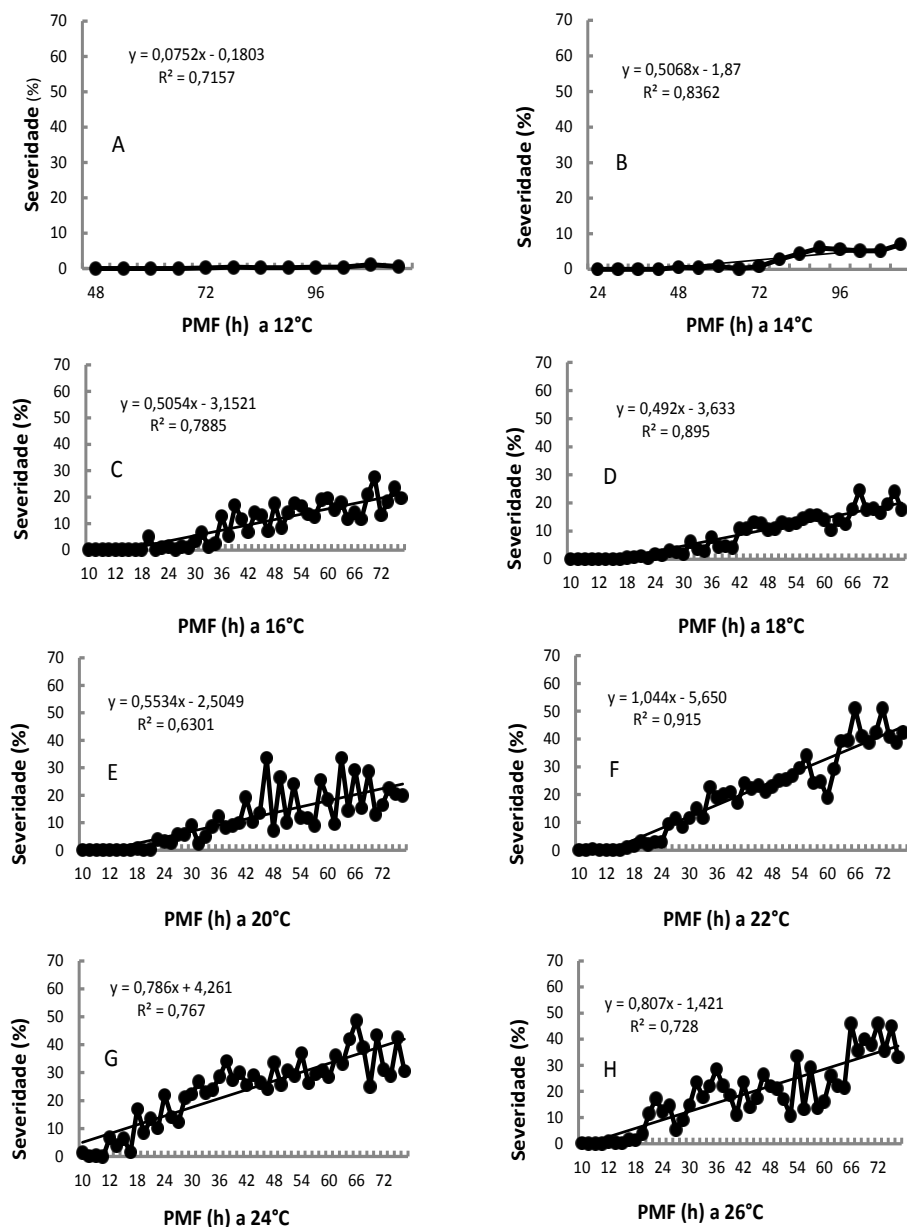


Figura 23. Efeito da temperatura (°C) e período de molhamento foliar (h) na severidade (%) da Mancha Foliar da Gala em condições controladas. Ciclos 2007/08 e 2008/09.

Um modelo (indutivo) de previsão para Mancha Foliar da Gala

Com os dados de severidade estimada para cada interação entre temperatura e PMF obteve-se a seguinte equação: $Y = -91,496942 + (7,850882 \cdot T) + (0,242834 \cdot PMF) + (-0,177027 \cdot T \cdot T) + (0,021337 \cdot T \cdot PMF) + (-0,002206 \cdot PMF \cdot PMF)$, representada na Figura 30.

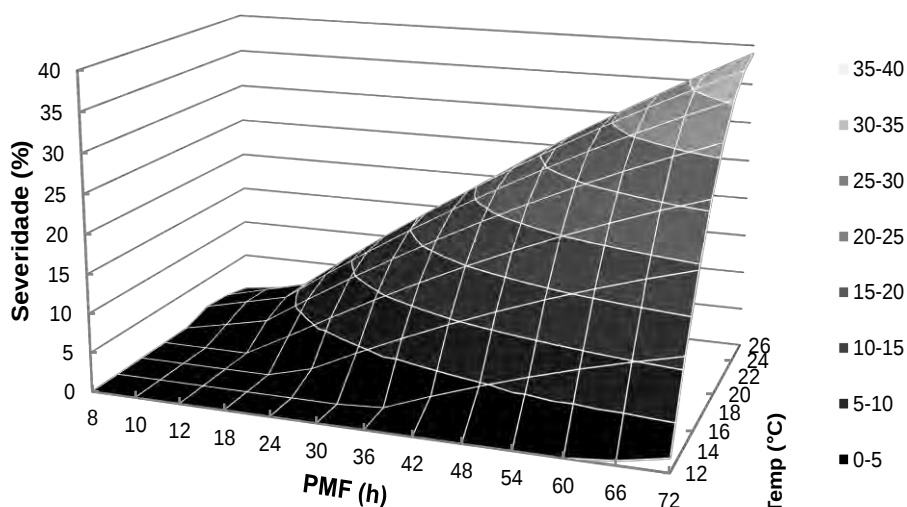


Figura 30. Efeito da temperatura e período de molhamento foliar na severidade da Mancha Foliar da Gala. São Joaquim, SC. 2009.

Os dados meteorológicos de Frei Rogério, SC, coletados a cada 30 min, foram processados com equação acima e comparados com o modelo empírico atualmente em uso. Ambos modelos, empírico e indutivo, indicaram o primeiro período crítico da doença em meados de outubro/08. Entretanto o novo modelo acusou com um dia de antecedência, tempo significativo para os sistemas de previsão. Além disso, em outubro, o modelo empírico acusou dois períodos favoráveis e o indutivo, três, sendo dois deles coincidentes.

Nenhum período crítico foi acusado em novembro/08 por ambos modelos comparados, porém, em dezembro/08, o modelo indutivo acusou três períodos distintos e o empírico apenas um e, em janeiro/09, quatro contra um, com tendência do novo modelo detectar mais períodos críticos, principalmente em temperaturas mais elevadas.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Os resultados obtidos recomendam monitorar a presença do patógeno (*Colletotrichum gloeosporioides*) em áreas conhecidas como focos iniciais da doença dos pomares utilizando coletores de água de chuva para detectar a presença de *C. gloeosporioides*.
- ✓ O modelo EECd e o de Fitzell poderão ser utilizados como método de alerta para o momento da pulverização uma vez que o controle conferido a planta não difere do método padrão com aplicações semanais. Estes métodos também proporcionam redução do número de pulverizações.
- ✓ A pulverização aos seis DAI com ulvana reduz significativamente a severidade da MFG, em folhas superiores de macieira que são as mais suscetíveis a doença. A germinação de conídios não é afetada pela ulvana. Plântulas suscetíveis tratadas com ulvana tiveram maior atividade da POX às 72 HAI, em relação às testemunhas. A atividade de GLU não foi alterada pela pulverização de ulvana.
- ✓ Plântulas com resistência inata não afetaram a germinação de conídios. Plântulas com resistência inata apresentaram maior atividade de POX às 24 e 72 HAI, comparado às testemunha. Plântulas resistentes não alteraram a atividade da GLU.
- ✓ O fosfito de potássio não induz resistência e possui ação curativa aplicado até 48 horas após a infecção contra *C. gloeosporioides* em macieira.
- ✓ Existe uma grande variabilidade morfo-fisiológica entre os isolados e entre os grupos de *Cryptosporiopsis* sp estudados;
- ✓ Os grupos (Grupo I e Grupo II), caracterizados geneticamente pela análise da região ITS-rDNA, apresentaram diferenças morfo-fisiológicas significativas e a variável que mais influenciou na diferenciação dos grupos foi o efeito da temperatura de 5°C sobre o crescimento micelial e esporulação;
- ✓ Os isolados Cp8 e Cp5, considerados padrões do grupo I e II, respectivamente, são diferentes entre si e diferentes dos outros isolados, sendo que através da análise genética, houve indicações de serem espécies diferentes.
- ✓ Toda esta variabilidade genética e morfo-fisiológica sugere que o manejo fitossanitário para o controle da podridão-olho-boi deve ser indicado de acordo com a espécie e seus variantes que ocorrem na região para evitar que as técnicas de controle utilizadas sejam eficientes.
- ✓ Tratamento de inverno em pomares de macieiras com os fungicidas calda sulfocálcica e oxicloreto de cobre durante o período de dormência das plantas deve ser considerado uma estratégia de manejo da podridão olho-de-boi por promover a redução do inóculo de *Cryptosporiopsis* sp. em

cancros de ramos, o que, associado com aplicações de fungicidas nos dois meses anteriores à colheita, promovem controle eficiente e econômico da podridão olho de boi.

- ✓ Os fosfitos de potássio tem ação fungitóxica direta sobre *Cryptosporiopsis* sp., sendo o seu uso recomendado em programas de manejo integrado da podridão olho-de-boi, principalmente pela capacidade de reduzir a população epífita na superfície das maçãs. A fenilalanina amônia-liase não aumentou nos frutos tratados com fosfitos.
- ✓ Em maçãs inoculadas com *C. perennans*, observa-se colonização e esporulação principalmente nas lenticelas, bem como colonização entre as lenticelas.
- ✓ O modelo gerado neste estudo é capaz de acusar maior número de períodos críticos da Mancha Foliar da Gala. Além disso, antecipa em algumas horas a determinação deste período em relação ao modelo empírico, atualmente em uso. O novo modelo processa os dados meteorológicos com simplicidade, resultando em menor erro na interpretação do risco. Associado ao modelo em uso é possível prever com maior confiabilidade os períodos críticos da doença.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a valiosa contribuição para as atividades de pesquisa da pesquisadora Patricia Ritschel e da analista Renata Gava, da Embrapa Uva e Vinho, e da Estagiária da Proterra Fernanda Varela Nascimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L. C.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da Gala em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. 148-152, 2008.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação Agrícola, 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BECKER, W. F. Validação de um sistema de previsão da mancha-foliar-da-gala em macieira, cv. Royal Gala. In: ENCONTRO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 10., 2007, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2007. v. 1, p. 267-274.
- BECKER, W. F.; KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Sistema de previsão da mancha-foliar-da-gala em macieira, cultivar Gala. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 17, p. 64-67, 2004.
- BECKER, W. F.; MONDARDO, M. Validação de sistemas de previsão da requeima do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 64, 2004. Resumo apresentado no XXXVII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2004, Gramado.
- BECKER, W. F.; KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. da S. Sistema de previsão da mancha-foliar-da-gala em macieira, cultivar GALA. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 17, p. 64-67, 2004.

BERTON, O.; MELZER, R. **Sistema de alerta para o controle da sarna da macieira**. Florianópolis: Empasc, 1989. 75 p.

BLEICHER, J. Doenças da macieira e outras pomáceas. In: KIMATI, H.; et al. Manual de Fitopatologia. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 2v. 663p.

BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; DEZANET, A.; LIMA, E. B.; NETO, P. H.; ÁVILA, R. D.; SIEGA, V. Fosfitos de potássio aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 265-268, 2007.

BOCCHESE, C. A. C.; MARTINELLI, J. A.; MATSUMURA, A. T. S.; FEDERIZZI, L. C.; PRESTES, A. M. Virulência, atividade enzimática e padrões de isoesterases de isolados de *Pyrenophora chaetomioides*, agente etiológico da mancha de grãos e folhas de aveia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 11-16, 2003.

BOLAY, A. Observation en Hollande de la forme parfaite du champignon *Gloeosporium perennans* Zeller & Childs. **T. Pl.ziekten**, v. 62, p. 322-324, 1956.

BONETI, J. I. da S.; KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no controle da sarna-da-macieira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 18, p. 51-54, 2005.

BONETI, J. I. da S.; KATSURAYAMA, Y.; BLEICHER, J. Doenças da macieira. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p.527-555.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; OZAWA, T. Levantamento das espécies de *Colletotrichum* associadas com a mancha foliar de Glomerella em macieira, cv. Gala, no Estado de Santa Catarina. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 268, 1999. Resumo 143.

BONZATTO, P. A.; KRONZA, S. N. Experimentação Agrícola. 3º ed. Jaboticabal : Funep. 2006.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A. Fosfitos de potássio para o controle de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji' durante a fase de armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1039-1042, 2004.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A.; FAULIN, G. DI C.; PINTO, J. A. V. Controle de podridão pós-colheita de *Penicillium* spp., em maçã 'Fuji' com fosfitos e fungicidas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, p. 251-254, 2005.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I.; STEFFENS, A.; EISERMANN, A. C. Microaspersão de fosfitos durante a frigoconservação de maçãs cv. 'Fuji' visando o controle de podridões pós-colheita. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 6, p. 7-10, 2007.

BRADFORD, M. M. A. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, Nova Iorque, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRISSET, M. N.; CESBRON, S.; THOMSON, S. V.; PAULIN, J. P. Acibenzolar-S-methyl induces the accumulation of defense-related enzymes in apple and protects from fire blight. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 106, p. 529-536, 2000.

BYRK, H. Effectiveness of trifloxystrobin in the control of bull's eye rot (*Pezizula* spp.) of apple. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Skierniewice, v. 9, p. 77-83, 2001.

CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. M. L. **Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003a. 3 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 87).

CAMPOS, A. D.; FERREIRA, A. G.; HAMPE, M. M. V.; ANTUNES, I. F.; BRANÇÃO, N.; SILVEIRA, E. P.; SILVA, J. B.; OSÓRIO, V. A. Induction of chalcone synthase and phenylalanine ammonia-lyase by salicylic acid and *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 15, p. 129-134, 2003b.

CASTRO, L. A. S. **Processamento de amostras para microscopia eletrônica de varredura**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 37 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 93).

- COHEN, M. D.; COFFEY, M. D. Systemic fungicides and the control of oomycetes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 24, p. 311-338, 1986.
- CONWAY, W. S.; SAMS, C. E.; WATADA, A. E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 398, p. 31-39, 1995.
- CORKE, A. T. K. Screening trials of materials for suppressing spore production by *Gloeosporium perennans* on apples trees. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 60, p. 241-249, 1967.
- CRUSIUS, L. U. **Epidemiologia da mancha foliar da macieira**. 2000. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- CRUSIUS, L. U.; FORCELINI, C. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; FERNANDES, J. M. C. Epidemiology of apple leaf spot. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 65-70, 2002.
- CUI, Y.; MAGILI, J.; FREDERIKSEN, R.; MAGILI, R. Chalcone synthase and phenylalanine ammonia-lyase mRNA levels following exposure of sorghum seedlings to three fungal pathogens. **Physiology and Molecular Plant Pathology**, London, v. 49, p. 187-199, 1996.
- DEMÉTRIO, C. G. B. Modelos lineares generalizados em experimentação agrônômica. 3. ed. Piracicaba: USP/ESALQ-Depto. de Ciências Exatas, 2001. 113 p.
- DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES L. F.; SENA, M. C.; FREITAS, L. F.; YAMANISHI, O. K. Redução da Podridão do Pé (*Phytophthora palmivora*) do Mamoeiro (*Carica papaya*) por Fosfitos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 166, 2007.
- DILLARD, H. R. *Colletotrichum coccodes*: the pathogen and its hosts. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.). *Colletotrichum: Biology, pathology and control*. [S.l.]: CAB International, 1992. p. 225-236.
- DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. Basic Plant Pathology Methods, 2 ed. Boca Raton, EUA: Lewis Publishers. 1995. 434 p.
- DUGAN, F. M.; GROVE G. G.; ROGERS, J. D. Comparative studies of *Cryptosporiopsis curvispora* and *Cryptosporiopsis perennans*. Morphology and pathogenic behavior. **Mycologia**, Nova Iorque, v. 85, p. 551-564, 1993.
- EDNEY, K.L. Some experiments with thiabendazole and benomyl as post-harvest treatments for the control of storage rots of apples. **Plant Pathology**, London, v. 19, p. 189-193, 1970.
- EDNEY, K.L. The rotting of apples by *Gloeosporium perennans* Zeller & Childs. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 44, p. 113-128, 1956.
- EDNEY, K. L.; AUSTIN, W. G. L.; CORKE, A. T. K.; HAMER, P. S. Effect of winter spraying on rotting of stored apples by *Gloeosporium* spp. **Plant Pathology**, London, v. 73, p. 10-13, 1960.
- EMERY, K. M.; MICHAILIDES, T. J.; SCHERM, H. Incidence of latent infection of immature peach fruit by *Monilinia fructicola* and relationship to brown rot in Georgia. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, p. 853-857, 2000.
- FAIZE, M.; BRISSET, M. N.; PERINO, C.; VIAN, B.; BARNY, M. A.; PAULIN, J. P.; THARAUD, M. Protection of apple against fire blight induced by an *hrpL* mutant of *Erwinia amylovora*. **Biologia Plantarum**, Praga, v. 50, p. 667-674, 2006.
- FEITOSA, M. I.; FEICHTENBERGER, E.; KUDAMATSU, M.; ROSSETTI, V.; LEITE, L. R. Estudos sobre a população de *Colletotrichum* em *Coffea arabica* L. no Estado de São Paulo. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 44, p. 33-54, 1977.
- FENN, M. E.; COFFEY, M. D. Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of fosetyl-Al and phosphorus acid. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 74, p. 606-611, 1984.
- FITZEL, R. D.; PEAK, C. M. The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 104, p. 53- 59, 2008.

- FITZELL, R. D.; PEAK, C. M.; DARNELL, R. E. A model for estimating infection levels of anthracnose disease of mango. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 104. p. 451-458, 1984.
- GARIEPY, T. D.; RAHE, J. E.; LÉVESQUE, C. A.; SPOTTS, R. A.; SUGAR, D. L.; HENRIQUEZ, J. L. *Neofabraea* species associated with bull's-eye rot and cankers of apple and pear in the Pacific Northwest. **Plant Pathology**, London, v. 27, p. 118-124, 2005.
- GEELEN, J. A. **An evaluation of Agri-Fos Supra 400 for the control of black spot and powdery mildew of apple in Hawke's Bay**. North Hastings: Jar Geelen Research, Independent Horticultural Consultants, 1999. 15 p.
- GROVE, G. G.; DUGAN, F. M.; BOAL, R. J. Perennial canker of apple: seasonal host susceptibility, spore production, and perennation of *Cryptosporiopsis* sp. in infected fruit in Eastern Washington. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, p. 1109-1114, 1992.
- GUERRA, D. S. **Predisposição de macieiras (*Malus domestica* Borkh.) com infecções virais a *Cryptosporiopsis perennans* (Zeller & Childs) Wollenweber em frutos e *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig.) Penzig. & Sacc. em folhas**. 2007. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- GUEST, D. I.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates antifungal agents. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 66, p. 59-187, 1991.
- HAMADA, N. A. **Caracterização morfológica, patogênica e molecular de isolados de *Colletotrichum* spp. em macieira**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005a.
- HAMADA, N. A. Influência da temperatura e do período de molhamento foliar na incidência e severidade da mancha-foliar-da-gala (*Colletotrichum* sp.). **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 18, p. 73-77, 2005b.
- HANKIN, L.; ANAGNOSTAKIS, S. L. The use of solid media for detection of enzyme production by fungi. **Mycologia**, Nova Iorque, v. 61, p. 597-607, 1975.
- HASSAN, M. A. E.; BUCHENAUER, H. Induction of resistance to fire blight in apple by acibenzolar-S-methyl and DL-3-aminobutyric acid. **Journal of Plant Disease and Protection**, Stuttgart, v. 114, p. 151-158, 2007.
- HAYAT, M. A. **Basic electron microscopy techniques**. New York: UNR, 1972. 119 p.
- HENRIQUEZ, J. L.; SUGAR, D.; SPOTTS, R. A. Etiology of Bull's rot of pear caused by *Neofabraea* spp in Oregon, Washington, and California. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, p. 1134-1138, 2004.
- HENRIQUEZ, J. L.; SUGAR, D.; SPOTTS, R. A. Effects of environmental factors and cultural practices on bull's eye rot of pear. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 92, p. 421-424, 2008.
- HENRIQUEZ, J. L.; SUGAR, D.; SPOTTS, R. A. Induction of cankers on pear tree by *Neofabraea alba* and *N. perennans*, and fungicide effects on conidial production on cankers. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, p. 481-486, 2006.
- JONG, S. N.; LEVESQUE, C. A.; VERKLEY, G. J. M.; ABELN, E. C. A.; RAHE, J. E.; BRAUN, P. G. Phylogenetic relationships among *Neofabraea* species causing tree cankers and bull's-eye rot of apple based on DNA sequencing of ITS nuclear rDNA, mitochondrial rDNA and the B-tubulin gene. **Mycological Research**, Cambridge, v. 105, p. 658-669, 2001.
- KAO, C. H. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol on antioxidant enzymes in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, The Hague, v. 39, p. 83-89, 2003.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. da S. Viabilidade do uso de sistema de previsão para o controle da requeima da batateira na região de São Joaquim, SC. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 105-109, 1996.

- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Controle da mancha foliar da Gala. In: REUNIÃO ANUAL DE FITOSSANIDADE NA CULTURA DA MACIEIRA, 4., 1999, São Joaquim. **Relatório...** São Joaquim: Epagri, 1999. p. 32-34.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S.; BECKER, W. F. Mancha Foliar da Gala: principal doença de verão da cultura da macieira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 13, p. 14-19, 2000.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S.; OZAWA, T. Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar na severidade da mancha foliar de *Glomerella* macieiras da cv. Gala, em condições controladas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. , p. 294, 1999. Resumo.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Influência da temperatura e do período de molhamento foliar na etiologia da mancha da gala (*Colletotrichum* spp.). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 6., 2003, Fraiburgo. **Anais...** Florianópolis: Epagri, 2003. p. 15-26.
- LALANCETE, N.; ROBISON, D. M. Effect of fungicides, application timing, and canker removal on incidence and severity of constriction canker of peach. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, p. 721-728, 2002.
- LEITE JUNIOR, R. P.; TSUNETA, M.; KISHINO, A. Y. **Ocorrência de mancha foliar de *Glomerella* em macieira no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1988. 6 p. (IAPAR. Informe de Pesquisa, 81).
- LENNÉ, J. M. *Colletotrichum* diseases of legumes. In: BAILEY, J. A.; JEGGER, M. J. (Ed.). **Colletotrichum: biology, pathology and control**. Wallingford: CAB International, 1992. p.134-166.
- LIMA FILHO, R. M.; OLIVEIRA, S. M. A.; MENEZES, M. Caracterização enzimática e patogenicidade cruzada de *Colletotrichum* spp. associados a doenças de pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 620-625, 2003.
- LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. **Statistical methods in agricultural research**. Berkeley: University of California, 1972.
- MACHARDY, W. E. **Apple scab: biology, epidemiology and management**. Paul: APS, 1996. 545 p.
- MAFIOLETTI, M. A. **Características morfofisiológicas de *Cryptosporiopsis perennans*, agente causal da podridão “olho de boi” em maçã**. 2007. 59 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.
- MALUSA, E.; TOSI, L. Phosphorous acid residues in apples after foliar fertilization: results of field trials. **Food Additives and Contaminants**, Hants, v. 22, p. 541-548, 2005.
- MELLO, L. M. R. **Produção e mercado da maçã brasileira – panorama 2005**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. (Embrapa Uva e Vinho. **Circular Técnica**, 64).
- MILLER, E.V. Some physiological studies of *Gloeosporium perennans* and *Neofabraea malicorticis*. **Journal of Agricultural Research**, v. 45, p. 65-77, 1932.
- MOORE-LANDECKER, E. Fundamentals of the Fungi. London. Prentice-Hall. 1972. 480p.
- NICCHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, T. Phenolic compounds and their role disease resistance. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 30, p. 369-389, 1992.
- OGAWA, J. M.; ENGLISH, H. Fungal diseases of pome fruit. In: OGAWA, J. M.; ENGLISH, H. **Diseases of temperate zone tree fruit and nut crops**. Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1991. p. 32-39.
- PATERSON, R. R. M.; BRIDGE, P.D. Biochemical Techniques for Filamentous Fungi. Wallingford. C.A.C. International. 1994. 125 p.
- PIEPHO, H. P. Analysing disease incidence data from designed experiments by generalized linear mixed models. **Plant Pathology**, London, , v. 48, p. 668-674, 1999.

- PISKOLCZI, M.; VARGA, C. S.; RACSKÓ, J. The meteorological causes of the sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh.). **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Mazovia, v. 12, p. 245-253, 2004. Workshop on Orchard Management in Sustainable Fruit Production, Poland, Skierniewice, Proc 53.
- PRUSKY, D.; PLUMBEY, R. A.; KOBILER, I. The relationship between antifungal diene levels and fungal inhibition during quiescent infection of unripe avocado fruits by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Pathology**, London, v. 40, p. 45-52, 1991.
- PUSEY, P. L. Use of *Bacillus subtilis* and related organisms as biofungicides. **Pesticide Science**, Oxford, v. 27, p.133-140, 1989.
- REUVENI, M.; HARPAZ, M.; REUVENI, R. Integrated control of powdery mildew on field-grow mango tree by foliar sprays of mono-potassium phosphate fertilizer, sterol inhibitor fungicides and the strobilurin kresoxym-methyl. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 104, p. 853-860, 1998.
- REUVENI, M. D. O.; REUVENI, R. Integrated of powdery mildew on apple trees by foliar sprays of mono-potassium phosphate fertilizer and sterol inhibiting fungicides. **Crop Protection**, Surrey, v. 17, p. 563-568, 1998.
- RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; CAVALCANTI, F. R.; AMARAL, D. R.; PÁDUA, M. A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotécnologia**, Lavras, v. 30, p. 629-636, 2006.
- SAINDRENANT, P.; BARCHIETTO, T.; AVELINO P. J.; BOMPEIX, G. Effect of phosphite on phytoalexin accumulation in leaves of cowpea infected with *Phytophthora cryptogea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 32, p. 425-435, 1988.
- SILVEIRA, M. Preparação de amostras biológicas para microscopia eletrônica de varredura. In: MANUAL sobre técnicas básicas em microscopia eletrônica. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, 1989. v. 1, p. 71-79.
- SAS INSTITUTE. Getting started with the SAS: learning edition. Cary, 2002. 200 p.
- SÔNIGO, O. R.; GARRIDO, L. da R.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação de fosfitos no controle do míldio da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 14 p. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).
- SPENCER, D. M.; WILKINSON, E. H. A method of reducing the losses caused by *Gloeosporium* spp. in stored apples. **Nature**, Londres, v. 181, p. 1603-1604, 1958.
- SPOITI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; LARANJEIRA, F. F.; DEL PONTE, E. M. Padrões espaciais de podridões e de fuligem em maçãs: Epidemiologia comparativa. In: WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, 3., 2010, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010.
- SPOTTS, R. A. Environmental factors affecting conidial survival of five pear decay fungi. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 69, p. 391- 392, 1985.
- STADNIK, M. J.; BETTIOL, W. Association between lipoxygenase and peroxidase activity and systemic protection of cucumber plants against *Podosphaera xanthii* induced by *Oudemansiella canarii* extracts. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 114, p. 9-13, 2007.
- STADNIK, M. J.; BUCHENAUER, H. Inhibition of phenylalanine ammonia-lyase suppresses the resistance induced by benzothiadiazole in wheat to *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 57, p. 25-34, 2000.
- SUTTON, D. K.; MACHARDY, W. E.; LORD, W. G. Effects of shredding or treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *Venturia inaequalis* and disease buildup. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, p. 1319-1326, 2000.

TU, J. C. *Colletotrichum lindemuthianum* on bean: Population dynamics of the pathogen and breeding for resistance. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.). **Colletotrichum: biology, pathology and control**. Wallingford: CAB International, 1992. p. 203-224.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. **Podridão de frutos e cancos dos ramos causados por *Cryptosporiopsis perennans* nas macieiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. (Embrapa Uva e Vinho. **Circular Técnica**, 29).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Podridões de maçãs frigorificadas. In: GIRARDI, C. L. (Ed.). **Maçã: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. P. 35-45. (Frutas do Brasil, 39).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; MAFFIOLETTI, M.; COMPARIN, C. C.; KRASNIAK, A.; BOGO, A.; ARCARI, R. **Características e controle da podridão 'olho-de-boi' nas maçãs do Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 13 p. (Embrapa Uva e Vinho. **Circular Técnica**, 66).

VERKLEY, G. J. M. A monograph of the genus *Pezicula* and its anamorphs. **Studies in Mycology**, v. 44, p. 162, 1999.

WALTERS, D.; WALSH, D.; NEWTON, A.; LYON, G. Induced resistance for plant disease control: maximizing the efficacy of resistance elicitors. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 95, p. 1368-1373, 2005.

WICKS, T. J.; MAGAREY, P. A.; WACHTEL, M. F.; FRENSHAM, A. B. Effect of postinfection application of phosphorus (phosphonic) acid on the incidence and sporulation of *Plasmopora viticola* on grapevine. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 75-40, 1991.

WILKINSON, C. J.; HOLMES, J. M.; DELL, B.; TYNAN, K. M.; MCCOMB, B. L.; SHEARER, I. J.; COLQUHOUN, G. E.; HARDY, S. T. J. Effect of phosphite on in planta zoospore production of *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, London, v. 50, p. 587-593, 2001.

WIRTH, S. J.; WOLF, G. A. Soluble, dye-labelled substrates for a micro-plate assay of proteinase activity. **Journal of Microbiological Methods**, Amsterdam, v. 25, p. 337-342, 1996.

YURI, J. A. El daño por sol en manzanas. **Revista Frutícola**, Curicó, v. 22, p. 89-96, 2001.

YURI, J. A.; TORRES, C.; BASTÍAS, R.; NEIRA, A. Golpe de sol em manzanas. Factores inductores y respuestas bioquímicas. **Agrociência**, Chapingo, v. 16, p. 23-32, 2000b.

YURI, J. A.; TORRES, C.; VÁSQUEZ, J. Golpe de sol en manzanas: evaluación del daño y métodos de control. **Agrociencia**, Chapingo, v. 16, p. 13-21, 2000a.

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: Oxford University, 1979. 427 p.

7. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

ARAÚJO, L.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e no controle pós-infeccional da mancha foliar de Glomerella em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.

ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L. C.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 148-152, 2008.

BOGO, A.; COMPARIM, C. C.; KUHNEM JUNIOR, P. R.; SALDANHA, A.; AMARANTE, C. V. T.; COELHO, C. M. M.; DREHMER, A. M. F. Efeito do tratamento com aminoetoxivinilglicina (AVG) sobre a incidência da mancha foliar da gala e queda pré-colheita de frutos em macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 41., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. v. 1, p. 1-32.

- BOGO, A.; COMPARIM, C. C.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SALDANHA, A.; COELHO, C. M. M.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Atividade enzimática de isolados de *Cryptosporiopsis* sp associados a doença olho-de-boi em macieira na região sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 41., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. v. 1, p. 41-42.
- BOGO, A.; MAFFIOLETTI, M. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; CASA, R. T. Caracterização morfológica de isolados de *Cryptosporiopsis perennans* em diferentes meios de cultura. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 3, p. 248-251, 2008.
- BOGO, A.; RIBEIRO, D.; DANTAS, A. C. M.; COELHO, C. M.; GUIDOLIN, A. F. DNA ribosomal phylogeny among isolates of *Colletotrichum* spp, agent causal of apple 'Gala' leaf spot. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOTECHNOLOGY AND AGRICULTURE, 6., 2007, Ciego de Ávila. **Proceedings...** Ciego de Ávila, Cuba: Centro de Bioplasmas, 2007. v. 1, p. 44-51.
- BOGO, A.; SALDANHA, A.; COMPARIM, C. C.; COELHO, C. M. M. Diversidade e variabilidade de isolados de *Cryptosporiopsis* spp associados a podridão olho-de-boi em macieira na região sul do Brasil, através da caracterização morfológica e fisiológica. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UDESC, 18., 2008, Lages. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 2008. v. 1, p. 24-25.
- NASCIMENTO, F. V.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SPOLTI, P.; BARTNICKI, V. A. Variabilidade de isolados de *Cryptosporiopsis perennans* quanto à sensibilidade ao tratamento hidrotérmico e à luz ultravioleta. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UCS, 8., Vacaria. **Anais...** Vacaria: UCS, 2008.
- NUNES, C. C.; ALVES, S. A. M. Manejo de doenças da macieira no período de verão. **AGAPOMI**, Vacaria, n. 199, p. 6-7, 2010.
- SCHENATO, P. G.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DUARTE, V. Determinação da presença da raça 1 de *Venturia inaequalis* no Sul do Brasil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 281-267, 2008.
- SPOLTI, P.; SCHEINER, L.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; GLEASON, M.; BATZER, J.; DEL PONTE, E. M. Improving sooty blotch and flyspeck severity estimation on apple fruit with the aid of a diagrammatic scale. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 129, p. 21-29, 2011.
- SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DEL PONTE, E. M. Meio semiseletivo para recuperação e quantificação de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 661-665, 2010.
- SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; GLEASON, M.; DEL PONTE, E. M. Inoculum and infection dynamics of the sooty blotch and flyspeck complex of apples in southern Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v. 93, p. 497-501, 2011.
- SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; GLEASON, M.; DEL PONTE, E. M. Sooty blotch and flyspeck control with fungicide applications based on calendar, local IPM, and warning system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 7, p. 697-705, 2011.
- SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; LARANJEIRA, F. F.; DEL PONTE, E. M. Comparative spatial analysis of the sooty blotch/flyspeck disease complex, bull's eye and bitter rots of apples. **Plant Pathology**. No prelo. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2011.02524.x
- SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; LARANJEIRA, F. F.; DEL PONTE, E. M. Padrões espaciais de podridões e de fuligem em maçãs: Epidemiologia comparativa. In: WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, 3., 2010, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010.
- SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; RITSCHER, P. S.; DEL PONTE, E. M. Períodos de suscetibilidade de maçãs à infecção por *Cryptosporiopsis perennans*. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 31. Resumo.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; RITSCHER, P. S.; DEL PONTE, E. M. Uso de fosfitos de potássio para o controle da podridão 'olho de boi' em maçãs 'Pink Lady'. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 30. Resumo.

STADNIK, M. J. ; ARAÚJO, L. VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Estratégias alternativas de controle da mancha foliar de *Glomerella* e da sarna da macieira. In: STADNIK, M. J. (Org.). **Manejo Integrado de Doenças da Macieira**. Florianópolis: UFSC, 2009. p. 105-126.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; COMPARIN, B. P.; SPOLTI, P. Controle de podridões de maçãs e de morangos com *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis* no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: SBF, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SPOLTI, P.; DEL PONTE, E. M. Controle do inóculo inicial para redução dos danos pela podridão: 'olho-de-boi' em macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1044-1054, 2010.

Caracterização e controle das doenças de maçãs em pós-colheita



Rosa Maria Valdebenito Sanhueza¹
Vinícius Adão Bartnicki²
Ângela Diniz Campos³
Mara Regina Rizzati⁴

1. INTRODUÇÃO

Controle das podridões de pós-colheita em maçãs com produtos biológicos

As podridões são responsáveis por grande parte das perdas de maçãs durante o período de pós-colheita. Estas doenças são causadas por um grupo de patógenos conhecidos como característicos de pós-colheita e incluem principalmente *Alternaria*, *Botrytis cinerea* e *Penicillium*, e por outro que é associado às doenças de verão. Os organismos que causam estas doenças são *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* (podridão amarga), *Botryosphaeria dothidea* (podridão branca) e *Cryptosporiopsis perennans* (olho-de-boi) e manchas das maçãs conhecidas como fuligem e sujeira-de-mosca (VALDEBENITO SANHUEZA et.al., 2002).

Os métodos de controle dos patógenos de pós-colheita (*Penicillium*, *Botrytis* e *Alternaria*) são bem conhecidos no Brasil e incluem medidas que assegurem a menor suscetibilidade dos frutos às infecções e à diminuição do inóculo inicial. Nestas medidas são listadas a colheita dos frutos no estágio adequado para a cultivar, higiene nas embalagens, sacolas de colheita e nas instalações onde se manuseia as maçãs, a desinfestação da água de lavagem dos frutos e do ambiente com produtos que contêm cloro orgânico, a desinfestação das maçãs e da água com radiação UV-C, o uso de fungicidas em pré-colheita e a utilização de atmosfera controlada (VALDEBENITO SANHUEZA, 1991 e 2001; VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001; VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2002 e 2006).

¹ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da PROTERRA, BR 116, nº 7320 – Sala 02, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: rosamaria@proterra.agr.br

² Tecnólogo em Agropecuária, Aluno de Doutorado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: vinibart@hotmail.com

³ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS. E-mail: angela@cpact.embrapa.br

⁴ Física, Professora da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 1429, CEP 90619-900, Porto Alegre, RS. E-mail: marar@pucls.br

O controle químico destas doenças é feito com fungicidas de ação sistêmica ou mesosistêmica (benzimidazóis, estrobilurinas, anilino pirimidinas) e de contato (ftalimidas, ditiocarbamatos, etc.) que atuam na sua maior parte como preventivos e que são aplicados a partir do fim da primavera e até a colheita. Pesquisas feitas têm mostrado que a maior incidência da infecção de maçãs no campo ocorre nos últimos 45 dias antes da colheita, vista a disponibilidade do inóculo dos patógenos e o aumento da suscetibilidade da fruta. Desta forma, o tratamento das plantas neste período é uma estratégia importante para proteger os frutos que será mantida posteriormente nas câmaras frias.

Os mecanismos de biocontrole das doenças de frutos em pós-colheita têm sido estudados em vários trabalhos e o mais freqüentemente citado é a competição por nutrientes e por sítio de infecção, condição que resulta da alta eficácia dos antagonistas para a colonização dos ferimentos (ROBERTS, 1990; DROBY et al., 1991; JANISIEWICZ et al., 1994).

Os primeiros trabalhos para redução da incidência das podridões que ocorrem em pós-colheita de maçãs e peras deram ênfase ao uso de bactérias e posteriormente têm sido mais freqüentes os relatos de leveduras dado que as leveduras constituem grande parte da população epífita nos frutos.. Nos antagonistas selecionados para o controle desses patógenos destacam-se *Pseudomonas* sp. e *Bacillus* sp. e diversas espécies de leveduras como *Sporobolomyces roseus*, *Hanseniospora uvarum*, *Pichia guilliermondii*, *Candida oleophila*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Cryptococcus laurentii* e *Debaryomyces hansenii* (DROBY et al., 1991; JANISIEWICZ, 1991; ROBERTS, 1990).

Os primeiros relatos de controle biológico de doenças pós-colheita de maçãs no Brasil citam a avaliação de *Bacillus spp* e de *Pichia membranifaciens*, além de outras leveduras não identificadas (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 1992; VALDEBENITO SANHUEZA; CATTANIO, 2003). Resultados recentes mostraram a eficácia do biocontrole de *Penicillium expansum* em maçãs. Neste caso nas leveduras obtidas da flora epífita de maçãs 'Fuji', foram selecionadas aquelas com potencial antagonístico à *P. expansum* usando como critério de seleção, crescimento a baixa temperatura, ausência de desenvolvimento a 36-37°C e proteção de ferimentos de maçãs 'Fuji' inoculadas simultaneamente com o candidato a antagonista e o patógeno. Os isolados obtidos foram comparados quanto à sua eficácia no controle da podridão das maçãs com três isolados de *C. membranifaciens* e com o iprodione. O antagonista selecionado foi identificado como *Cryptococcus laurentii*, isolado 36, que controla além de *Penicillium*, *Cryptosporiopsis perennans* e *Glomerella cingulata* nas concentrações de 10^8 a 10^9 cel/ml (BLUM et al., 2004).

Produtos comerciais para o biocontrole de fitopatógenos nas frutas são comercializados para uso em pós-colheita com o nome de BioSave, Serenade e Sonata. Trabalhos feitos em escala comercial, porém, tem conseguido sucesso nesta abordagem com leveduras como *Candida sake*, *Aureobasidium pullulans* e *R. glutinis*, mas não com *Cryptococcus infirmo-miniatus*.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar, nas condições do Sul do Brasil, o impacto do uso dos produtos biológicos Serenade e Sonata, isoladamente ou associados ao fungicida fluquinconazole/Flint 500 WG (estrobilurina), na eficácia sobre o agente causal da podridão olho-de-boi, bem como na redução das podridões de maçãs mantidas em câmaras frigoríficas, tendo como referências a testemunha sem tratamento.

Controle das podridões de pós-colheita em maçãs com fungicidas

A podridão olho-de-boi em frutos, causados pela fase anamórfica do fungo *Cryptosporiopsis* sp. [teleomorfo *Neofabreae perennans* Kienholz; sin. *Pezicula perennans* (KIENHOLZ DUGAN; ROBERTS; GROVE, 1939)], foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1996 e a identificação referendada pela análise morfológica feita no Instituto de Micologia da Holanda (CBS). Atualmente, a doença está presente em todas as regiões produtoras de maçã do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, causando perdas de até 16% na cultivar 'Fuji' na fase de armazenamento dos frutos (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2006). O controle da doença tem como base a aplicação de fungicidas, principalmente na fase final de maturação dos frutos (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2006). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fungicidas e associações de produtos no controle de podridões de frutos.

Controle das podridões de pós-colheita em maçãs com tratamentos físicos

Dentre as doenças que se manifestam em pós-colheita e causam maiores perdas de maçãs no Brasil estão o mofo azul (*Penicillium expansum*) e a podridão olho-de-boi (*Cryptosporiopsis perennans* / *Pezicula malicorticis*) (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2002). Os métodos de controle destes patógenos são bem conhecidos no Brasil e incluem medidas que assegurem a menor suscetibilidade dos frutos às infecções e a menor pressão de inóculo. Para o controle de *P. expansum* são listadas práticas culturais, a desinfestação da água de lavagem e do ambiente, o controle das estruturas do patógeno que colonizam a superfície das maçãs e das que estão suspensas na água com uso da radiação UV-C (na dose de 5,90 kJ m⁻²), a utilização de fungicidas em pré e pós-colheita e a armazenagem dos frutos sob condições de atmosfera controlada (VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001).

Processos alternativos de desinfestação da água, que não utilizam cloro livre, podem ser empregados, tais como: cloraminas (cloro combinado), dióxido de cloro, ozonização, radiação ultravioleta (UV-C) e tratamento térmico (GORDON et al., 1993). A radiação ultravioleta com comprimento de onda próximo de 254 nanômetros (UV-C) age pela destruição de estruturas do patógeno, inibição da germinação ou retardo no desenvolvimento do fungo pela desnaturação protéica e desorganização da membrana plasmática (WOLFE, 1990). Esse comprimento de onda tem sido utilizado no tratamento de maçãs e outros vegetais (STEVENS et al., 1996) com doses eficazes para o controle de diferentes doenças, variando de 1,00 a 20,00 kJ m⁻². A sensibilidade à radiação UV-C é variada, de modo que a dose de 5,40 kJ m⁻² foi eficiente contra a população epífita de *P. expansum* em maçãs 'Fuji'

(VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001) e, em maçãs 'Golden Delicious', a dose de 7,50 kJ m⁻² foi a mais efetiva na redução da incidência total de podridões (STEVENS et al., 1996).

A ação da radiação UV-C pode ser pela redução dos propágulos na superfície do fruto ou, como relatado por Stevens et al. (2005), pela indução de resistência no hospedeiro. A exposição de maçãs por certo período à radiação UV-C promoveu o incremento no conteúdo de ácido ascórbico e aumentou a resistência dos frutos à podridão de *Alternaria* (STEVENS et al., 1991). Segundo Valdebenito Sanhueza e Maia (2001) o principal efeito da radiação UV-C no controle de doenças em maçãs refere-se à redução de propágulos pelo efeito germicida.

A inativação, pela ação da temperatura, das estruturas dos fungos presentes na superfície do fruto e/ou causando infecção quiescente depende de diversos fatores, tais como: natureza do patógeno, temperatura, tempo de tratamento, idade e conteúdo de umidade do esporo, fase da germinação, entre outros (BAKER; SMITH, 1979). Diversos patógenos têm mostrado inibição da germinação de conídios quando submetidos a temperaturas altas (40 a 70°C) (LURIE, 1998). O método hidrotérmico atinge esporos e infecções quiescentes presentes na superfície ou nas primeiras camadas celulares do fruto, de modo que muitos frutos toleram temperaturas de 50 a 60°C, por até 10 minutos, mas exposições por tempos menores a essas temperaturas podem controlar muitos patógenos de pós-colheita (LURIE et al., 1998). Diversos autores têm mostrado que a sensibilidade à temperatura varia em função do patógeno. Em maçãs 'Fuji', o tratamento dos frutos por aspersão de água aquecida a 53°C durante 30 segundos proporcionou eficiente controle de *Botryosphaeria dothidea* (OSTER, 2004). Dados prévios de sensibilidade a radiação UV-C e a água aquecida e para a desinfestação de *C. perennans* não foram encontrados na literatura. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a sensibilidade de *C. perennans* à água aquecida e à radiação UV-C, bem como os efeitos dos mesmos no controle do patógeno em maçãs 'Gala' e 'Fuji' em linha experimental e comercial de seleção.

2. METODOLOGIA

2.1. Experimento 1: Controle da podridão olho-de-boi em pré e pós-colheita

2.1.1. Avaliação do controle das podridões de pós-colheita com Serenade e Sonata em maçãs

Os tratamentos fungicidas foram aplicados em plantas da cv. 'Fuji' com 15 anos, plantadas na distância de 2 m x 4,5 m (900 plantas/ha) e com 3,5 m de altura. Os tratamentos foram feitos dois dias antes da colheita (10/04/2007). As caldas fungicidas foram aspergidas com pulverizador costal Jacto de 15 L e com bico J10, utilizando 1,2 L/planta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e parcelas de quatro plantas e as duas centrais úteis. Na colheita, 20

maçãs de cada parcela foram colocadas em câmara úmida a 22°C durante 15 dias para detecção da infecção latente, e outras 50 maçãs foram frigorificadas sob atmosfera do ar a 0-1°C durante quatro meses. Na avaliação foi registrado o número de frutos sadios, e com os diferentes tipos de podridões e determinados sintomas de fitotoxicidade. A descrição dos tratamentos avaliados é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos de pré-colheita comparados para o controle das podridões de maçãs da cv. 'Fuji' em Vacaria, RS (2007)

Tratamento	Dose em L ou kg/ha	Período (Dois dias antes da colheita)	Código
Serenade ASO/ QST 713 ¹	2	Pré-colheita	QST 713
Serenade ASO/ QST 713	4	Pré-colheita	QST 713
Serenade ASO/ QST 713	6	Pré-colheita	QST 713
Sonata ASO/ QST 2808 ²	2	Pré-colheita	QST 2808
Sonata ASO/ QST 2808	4	Pré-colheita	QST 2808
Sonata ASO/ QST 2808	6	Pré-colheita	QST 2808
Testemunha	-	-	-

Descrição dos produtos sob avaliação:

1. Nome do Produto Comercial: Serenade ASO. Ingrediente ativo: *Bacillus subtilis* QST 713
2. Nome do Produto Comercial: Sonata ASO. Ingrediente ativo: *Bacillus pumilus* QST 2808

2.1.2. Avaliação da proteção das macieiras para controle das podridões de pós-colheita com fungicidas e com Serenade e Sonata em maçãs 'Fuji'

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS. Os tratamentos fungicidas foram aplicados em plantas da cv Fuji com 15 anos, plantadas na distância de 2 m x 4,5 m (900 plantas/ha) e com 3,5 m de altura. As caldas fungicidas foram aspergidas com pulverizador costal Jacto de 15 L e com bico J.10, utilizando 1,2 L/planta. As pulverizações foram feitas a partir de 21 de fevereiro e continuaram em 26/02; 09/03; 19/03 e 27/03/2007. A colheita ocorreu no dia 03/04/2007.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e parcelas de quatro plantas e as duas centrais úteis. Na colheita, 20 maçãs de cada parcela foram colocadas em câmara úmida a 22°C durante 15 dias para detecção da infecção latente e outras 50 maçãs foram frigorificadas sob atmosfera do ar a 0-1°C durante quatro meses e posteriormente armazenadas sob condições de ambiente durante 25 dias. Nas avaliações foi registrado o número de frutos sadios e os com os diferentes tipos de podridões. Na colheita foi determinada a presença ou não de sintomas de fitotoxicidade nas plantas tratadas e nas maçãs. A descrição dos tratamentos avaliados é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos semanais de pré-colheita para o controle das podridões de maçãs da cv. 'Fuji' em Vacaria, RS (2007)

Tratamento	Dose/ha	Período	Código ¹
Serenade / QST 713	2 L	Tratamentos de verão	QST 713
Serenade / QST 713	4 L	Tratamentos de verão	QST 713
Serenade / QST 713	6 L	Tratamentos de verão	QST 713
Sonata / QST 2808	2 L	Tratamentos de verão	QST 2808
Sonata / QST 2808	4 L	Tratamentos de verão	QST 2808
Flint 500 WG/ Trifloxystrobin	150 mL	Tratamentos de verão	-
Flint 500 WG e Serenade	100 mL + 2 L	Tratamentos de verão	QST 713
Flint 500 WG e Captan	100 mL + 2,4 kg	Tratamentos de verão	-
Testemunha	-	Tratamentos de verão	-

Descrição dos produtos sob avaliação:

1. Nome do Produto Comercial: Serenade; Ingrediente ativo: *Bacillus subtilis* QST 713; Nome do Produto Comercial: Sonata; Ingrediente ativo: *Bacillus pumilus* QST 2808; Nome do Produto Comercial: Flint 500 WG; Ingrediente ativo: trifloxystrobina; Grupo Químico: estrobilurina; Titular do Registro: BAYER S.A.; Formulação: Granulado dispersível WG; Classe toxicológica: III produto medianamente tóxico; Concentração: 500g i.a./kg
2. Nome do Produto Comercial: Captan 500WP; Ingrediente ativo: Captan; Grupo Químico: Ftalimidas; Titular do Registro: ARISTA; Formulação: Granulado dispersível; Classe toxicológica: Concentração: 500g i.a./kg

2.1.3. Avaliação de fungicidas no controle das podridões dos frutos na cv. 'Fuji'

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Vacaria da Embrapa Uva e Vinho. Os tratamentos fungicidas foram aplicados em plantas da cv Fuji com 15 anos, plantadas na distância de 2 m x 4,5 m (900 plantas/ha) e com 3,0 m de altura. As pulverizações foram feitas a partir de 21 de fevereiro e continuaram em 26/02; 09/03; 19/03 e 27/03/2007. A colheita ocorreu no dia 03/04/2007. As caldas fungicidas foram aspergidas com pulverizador costal Jacto de 15 L e com bico J10, utilizando-se 1,5 L/planta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e parcelas de quatro plantas e as duas centrais úteis. Na colheita, 20 maçãs de cada parcela foram colocadas em câmara úmida a 22°C durante 15 dias para detecção da infecção latente e outros 50 frutos foram frigidificadas sob atmosfera do ar a 0-1°C durante quatro meses e posteriormente armazenados sob condições de ambiente durante 25 dias. Nas avaliações foi registrado o número de frutos sadios e os com os diferentes tipos de podridões. Na colheita foi determinada a presença ou não de sintomas de fitotoxicidade nas plantas tratadas e nas maçãs. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Duncan ($P < 0,05$). A descrição dos tratamentos avaliados é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos fungicidas utilizados no controle das podridões de verão das maçãs da cv. Fuji em Vacaria, RS (2006-2007)

Tratamentos	Ingrediente Ativo	Concentração	Formulação	Produto	I.A.
Testemunha		-		-	-
Dithane NT	Mancozeb	800	WP	300 g	0,2400
Mythos	Pyrimetanil			150 ml	
Flint	Trifloxystrobin	500	WG	10 g	0,0050
+ Antracol	Propineb	700	PM	300 g	0,2100
Flint	Trifloxystrobin.	500	WG	10 g	0,0050
+ Captan	Captan	480	SC	240 ml	0,1150
				7,5 g +	
Flint + Mythos	Trifloxystrobin.	500	WG	100 ml	0,0050
Flint	Trifloxystrobin	500	WG	15 g	0,0075
	Trifloxystrobin. &				
Nativo	Tebuconazole	300	SC	75 ml	0,0075
	Trifloxystrobin &				
Nativo	Tebuconazole	300	SC	50 ml	0,0050
+ Antracol	Propineb	700	PM	300 g	0,2100

2.2. Experimento 2: Controle do inóculo de podridões de maçãs em pós-colheita

2.2.1. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com tratamento térmico e radiação UV-C

Os experimentos foram realizados em 2008, na Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (Vacaria, RS). Em todos os experimentos, foi utilizado o isolado Cp5 de *C. perennans*, obtido a partir de maçãs 'Fuji' com sintomas típicos de podridão olho-de-boi, provenientes de um pomar da região de Vacaria, RS, pertencente à coleção da Embrapa Uva e Vinho. O cultivo e a manutenção do isolado foram realizados em BDA. As suspensões de conídios foram preparadas a partir de colônias com 15 dias da repicagem, desenvolvidas em placas contendo BDA e incubadas a 22°C sob exposição à luz fluorescente contínua (tipo luz do dia). As colônias foram cobertas com 10 mL de água destilada esterilizada contendo Tween 80 (0,001%). A concentração de conídios desejada foi ajustada com auxílio do hemacitômetro.

Sensibilidade dos conídios de *C. perennans* ao tratamento térmico e à radiação UV-C *in vitro*

Para avaliação *in vitro* da sensibilidade de conídios de *C. perennans* à água aquecida, 0,1 mL da suspensão de 1×10^4 conídios mL⁻¹ foi transferido a tubos contendo 3 mL de água às temperaturas desejadas, em banho-maria. Os tratamentos utilizados foram: 28°C por 15 segundos (s) (testemunha); 45°C por 15 s; 45°C por 30 s; 50°C por 15 s; 50°C por 30 s; 55°C por 15 s; e 55°C por 30 s. A faixa de temperatura, o tempo de exposição e os métodos usados foram definidos

segundo Oster (2004), que utilizou o tratamento térmico no controle de *B. dothidea*. Após cada tratamento, os tubos foram colocados em água a 1–2°C para deter a exposição dos conídios às temperaturas avaliadas. Alíquotas de 0,1 mL de cada tubo foram transferidas para placas com BDA acidificado (pH 4,5 ajustado com ácido láctico a 85%), as quais foram incubadas a 22°C por sete dias, sob luz fluorescente contínua (luz do dia).

Para avaliação da sensibilidade de conídios de *C. perennans* à radiação UV-C, foram conduzidos dois experimentos. Uma suspensão de 3mL, com 5×10^2 conídios mL⁻¹ do patógeno em placas de Petri esterilizadas (6 cm de diâmetro), foi submetida às doses de radiação UV-C 0,018, 0,037, 0,075 e 0,150 kJ m⁻², no primeiro experimento, e 0,375, 0,750, 1,500 e 3,000 kJ m⁻², no segundo. Em ambos os experimentos, o tratamento testemunha não recebeu radiação UV-C. As doses de radiação UV-C foram definidas de acordo com os trabalhos de Moy (1983) e Marquenie et al. (2002). Após cada tratamento, alíquotas de 0,1 mL de cada placa foram transferidas para placas com BDA acidificado (pH 4,5 ajustado com ácido láctico a 85%) e incubadas a 22°C por sete dias, sob luz fluorescente contínua (tipo luz do dia).

Para avaliação dos tratamentos com água aquecida e com radiação UV-C, foi determinada a sobrevivência de conídios nas placas, estimada pelo número de unidades formadoras de colônias (UFC). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições para o tratamento de água aquecida e três repetições para radiação UV-C. A unidade experimental foi representada pela placa. Os dados de número de UFC foram transformados para $(x + 1)^{0.5}$ e submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Sanest (ZONTA; MACHADO, 1987). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Tratamento térmico e radiação UV-C para desinfestação de maçãs inoculadas com *Cryptosporiopsis perennans*

Para avaliar a eficiência dos tratamentos com água aquecida e com radiação UV-C na desinfestação de frutos, foram utilizadas maçãs 'Fuji Kiku', armazenadas por oito meses em condição de atmosfera controlada (AC). Os frutos foram selecionados e desinfestados com solução aquosa preparada com hipoclorito de sódio a 2%, água destilada e álcool (92,8°GL), na proporção de 4,5:4,5:1, durante 3 min. Os frutos foram enxaguados em água destilada e, em seguida, secos com papel toalha. Uma suspensão com 1×10^6 conídios mL⁻¹ de *C. perennans* foi aspergida nas maçãs e, após quatro horas a 20°C, os frutos foram submetidos aos tratamentos com água aquecida e com radiação UV-C mais eficientes dos experimentos *in vitro* – aspersão de água aquecida a 20°C por 30 s (testemunha), a 50°C por 15 s e a 50°C por 30 s; sem radiação UV-C (testemunha), e doses de radiação UV-C de 0,375, 0,750 e 1,500 kJ m⁻². Os tratamentos foram implementados na linha de seleção de maçãs, equipada com rolos recobertos com escova de náilon com diâmetro total de 38 cm e rotação constante de 108 rpm.

Nos experimentos com radiação UV-C, as irradiâncias espectrais das fontes monocromáticas foram obtidas antes da exposição das amostras, segundo as normas técnicas NBR IEC 60335-2-27 e NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2000, 2005). A radiação foi aferida com radiômetro manual UVX calibrado com o espectrorradiômetro IL2000, conforme sugerido por Souza (2005), e a dose foi calculada pelo período de exposição à radiação utilizada.

Em ambos os experimentos, após os tratamentos, as maçãs de cada unidade experimental foram imersas consecutivamente em 300 mL de água destilada e esterilizada, contendo Tween 80 (0,001%), e submetidas à lavagem por sonicação durante 30 s. Em seguida, amostras de 0,1 mL de água foram retiradas de cada solução e cultivadas em BDA acidificado (pH 4,5 ajustado com ácido láctico a 85%), por sete dias a 22°C, sob luz fluorescente contínua (tipo luz do dia). A contagem de colônias desenvolvidas (UFC) foi utilizada para estimar a sobrevivência dos conídios, e os valores foram expressos em percentagem de controle em relação à testemunha.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, e a unidade experimental foi composta por quatro repetições de dois frutos. Os dados foram transformados para $(x + 1)^{0.5}$ e submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Sanest (ZONTA; MACHADO, 1987), e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

2.2.2. Controle da podridão olho-de-boi em maçãs com tratamento térmico e radiação UV-C

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Pesquisa Proterra (CPPRO) e na empacotadora da empresa Rasip Agro Pastoril S.A., ambos localizados em Vacaria, RS. Para inoculação das maçãs foi utilizado o isolado Cp5 de *Cryptosporiopsis perennans*, o qual foi obtido a partir de maçãs 'Fuji' com sintomas típicos de podridão olho-de-boi, provenientes de pomares da região de Vacaria, RS. O isolado foi cultivado e preservado em BDA a 2%.

A aplicação dos tratamentos físicos nos frutos foi realizada acoplando os equipamentos de aspersão de água aquecida e de radiação UV-C numa linha de seleção comercial (Marca Prodol), a qual possuía rolos de alumínio onde os frutos giravam a 12 rpm. Para o tratamento térmico dos frutos foi utilizado um conjunto de aquecimento de água e outro de aspersão. O primeiro compreendeu um recipiente com resistências elétricas e termostato para controlar a temperatura. O segundo foi composto de nove barras a 30 cm cada, com cinco bicos de aspersão do tipo cone vazio cada, distanciados entre si em 25 cm, uma bomba e um motor. O sistema de aspersão foi ajustado para que a distância entre a saída do bico e o fruto fosse de 10 cm, sendo que a temperatura do tratamento foi aferida neste percurso.

O equipamento de radiação UV-C foi composto de nove lâmpadas UV-C (Marca Ecolume), com potência de 40 watts cada, distanciadas entre si 20 cm, emitindo radiação com comprimento de onda de 253,7 nanômetros, instaladas numa caixa de madeira dimensionada para que a radiação não fosse emitida para fora da

linha de seleção, uma vez que poderia comprometer a saúde dos trabalhadores. A distância entre a fonte de radiação UV-C e o fruto foi de 10 cm. Antes da exposição das amostras, a radiação UV-C foi aferida conforme sugerido por Souza (2005), onde se obteve as irradiâncias espectrais das fontes monocromáticas, segundo normas técnicas NBR IEC 60335-2-27:2000 e NBR ISO/IEC 17025:2005 (ABNT, 2000; 2005). A irradiância foi medida com radiômetro manual UVX e o espectrorradiômetro RPS 900, com validação da calibração com o espectrorradiômetro IL2000, e a dose calculada em função do período de exposição à radiação utilizada.

No experimento 1 foram utilizados os seguintes tratamentos: 1) sem tratamento (testemunha); 2) aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos; 3) radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻²; e 4) aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos e radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻². No experimento 2, os tratamentos avaliados foram: 1) sem tratamento (testemunha); 2) aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos; e 3) radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻². O tempo de aspersão de água aquecida e a dose de radiação UV-C diferiram dos demais experimentos porque foram usados na linha comercial de seleção levando em conta as possibilidades reais de serem implementados nestas condições.

Ação 1 - Maçãs 'Fuji' inoculadas e com infecção natural

Maçãs da cv. Fuji, apresentando calibre 135, com um, quatro e oito meses de armazenamento em condição de atmosfera controlada (temperatura de 0,5± 0,5°C, 1 a 1,5 kPa de O₂, 0,5 a 0,7 kPa de CO₂ e umidade relativa de 95 ± 5%) (AC), apresentando, na saída da câmara, teor de sólidos solúveis totais (SST) de 15,00, 13,46 e 13,45°Brix e firmeza de polpa de 64,30, 76,11 e 71,46 Newtons (N), respectivamente, foram submetidas aos tratamentos físicos com e sem inoculação (infecção natural) de *C. perennans*.

Para a inoculação, as maçãs foram selecionadas e submetidas a uma desinfestação prévia com álcool. Em seguida, elas foram pulverizadas com uma suspensão de 1x10⁷ conídios mL⁻¹ de *C. perennans* e incubadas por sete dias a 22°C, antes da aplicação dos tratamentos físicos. Para garantir a infecção dos frutos, o período de incubação testado aqui (sete dias) foi superior aos dos demais experimentos (24 horas). Os frutos com infecção natural foram submetidos aos tratamentos físicos da maneira como saíram do armazenamento. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram incubados a 22°C e após 15 dias foi avaliada a incidência da podridão olho-de-boi.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em todos os experimentos. Para análise estatística, os dados de incidência foram transformados por arco seno $\sqrt{x/100}$ e submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (PROC GLM) utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 2002), e as médias de tratamentos comparadas pelo testes de Tukey ($P<0,05$).

Ação 2 - Maçãs 'Gala' inoculadas e com infecção natural

Maçãs 'Gala', de calibre 198, com cinco meses de armazenamento em condição de AC (temperatura de $1,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, 2 kPa de O_2 , 1,5 kPa de CO_2 e umidade relativa de $95 \pm 5\%$), apresentando, na saída da câmara, SST de $11,70^{\circ}\text{Brix}$ e firmeza de polpa de 73,47 N, foram submetidas aos tratamentos físicos com e sem inoculação (infecção natural) de *C. perennans*.

Antes da inoculação, as maçãs foram selecionadas e desinfestadas com álcool. A inoculação foi por aspersão com uma suspensão de 1×10^7 conídios mL^{-1} de *C. perennans*. Os frutos foram incubados por 24 horas a 22°C e submetidos aos tratamentos na linha de seleção. O período de incubação foi de 24 horas porque se avaliou a desinfestação dos frutos após os tratamentos, como descrito no capítulo 3.

Assim, logo após os tratamentos, quatro repetições de três frutos foram submetidas à lavagem por sonicação por 30 segundos, sendo usados 300 mL de água destilada e esterilizada para cada repetição. Alíquotas de 0,1 mL foram distribuídas em placas de Petri com meio seletivo para *C. perennans* (SPOLTI et al., 2010) e incubadas por sete dias a 22°C , sob luz fluorescente contínua (tipo luz do dia). Nas placas, avaliou-se a sobrevivência de conídios recuperados da superfície dos frutos, estimada pelo número de unidades formadoras de colônias (UFC). Foram usadas três placas para contagem de colônias de cada repetição da lavagem.

Em amostras de maçãs inoculadas e submetidas aos diferentes tratamentos - oito repetições de 10 frutos - foi avaliada a incidência de POB após 15 dias de incubação a 22°C .

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado. Os dados de UFC foram transformados por $\sqrt{x+1}$ e de incidência foram transformados para arco seno $\sqrt{x/100}$, os quais foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (PROC GLM) utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 2002), e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1: Controle da podridão olho-de-boi em pré e pós-colheita

3.1.1. Avaliação do controle das podridões de pós-colheita de maçãs com pulverizações semanais de Serenade e Sonata em pré-colheita

Na colheita dos frutos e após a frigorificação e manutenção dos frutos no ambiente não foi observado qualquer sintoma de fitotoxicidade que pudesse ser atribuído aos tratamentos sob avaliação. Na avaliação da infecção latente presente nos frutos na colheita, mas sem expressão de sintomas, foi observada maior frequência das podridões: olho-de-boi (*C. perennans*), podridão pelo mofo azul (*P. expansum*) e podridão pelo mofo cinzento (*B. cinerea*). A podridão olho-de-boi foi controlada por todos os tratamentos (Tabela 4). Comparando-se os efeitos com Serenade e Sonata, o controle variou de 89 a 94%. A redução desta podridão

também foi obtida pelo efeito dos tratamentos na fruta frigorificada atingindo-se controle que variou de 69 a 87,7%. Não se constatou incidência do mofo azul em câmara úmida e, após a frigorificação, sendo que esta podridão atingiu 7% dos frutos, mas não se detectou efeito de dos tratamentos na incidência da doença.

Na avaliação do mofo cinzento, se verificou diferença entre a testemunha e o tratamento de Sonata ASO/ QST 2808, 2 kg/ha. Os resultados obtidos mostram que os produtos Serenade e Sonata nas três doses avaliadas reduzem a incidência da podridão olho-de-boi, tanto nos frutos que são comercializados logo após a colheita, como naqueles frigorificados por quatro meses e nas condições deste ensaio o Sonata ASO/ QST 2808 na dose de 2 kg/ha também controla a podridão cinzenta.

Tabela 4. Incidência de podridões nas maçãs cv. Fuji tratadas em pré-colheita com Serenade e Sonata (Vacaria 2007)

Tratamentos	Variáveis ¹		
	OB1	OB2	Bot1
Testemunha	6,69 a ²	3,50 a	1,48 a
Serenade ASO/ QST 713, 6 kg/ha	0,69 b	0,43 b	0,19 ab
Serenade ASO/ QST 713, 4 kg/ha	0,43 b	0,19 b	0,19 ab
Serenade ASO/ QST 713, 2 kg/ha	0,43 b	0,61 b	0,80 ab
Sonata ASO/ QST 2808, 6kg/ha	0,61 b	1,07 b	0,35 ab
Sonata ASO/ QST 2808, 4 kg/ha	0,61 b	0,69 b	0,19 ab
Sonata ASO/ QST 2808, 2 kg/ha	0,35 b	1,12 b	0,00 b

¹ OB1: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem 22°C em câmara úmida;

OB2: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após 4 meses de frigorificação.

Bot1: N° de maçãs com podridão causada por *B. cinerea* em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem a 22°C em câmara úmida

² Média de 20 frutos nas variáveis OB1 e Bot1 e de 50 frutos nas outras. Dados seguidos por letras iguais não diferem entre si (Duncan, p<0,05).

3.1.2. Avaliação da proteção das macieiras para controle das podridões de pós-colheita com fungicidas e com Serenade e Sonata em maçãs 'Fuji'

Na colheita dos frutos e após a frigorificação e manutenção deles no ambiente não foi observado qualquer sintoma de fitotoxicidade que pudesse ser atribuído aos tratamentos sob avaliação. Na avaliação da infecção latente presente nos frutos na colheita, mas sem expressão de sintomas, foi observada maior frequência das podridões: olho-de-boi (*C. perennans*), e podridão pelo mofo cinzento (*B. cinerea*) e a podridão pelo mofo azul (*P. expansum*). A podridão olho-de-boi causou na testemunha, após a refrigeração e manutenção no ambiente, perda, menor que a detectada na infecção latente o que deve ser atribuído à atividade das defesas dos frutos que se manifestam durante a armazenagem. Esta podridão foi controlada na fruta sem frigorificação (detecção de infecção latente) somente pelo tratamento feito com a associação sequencial de Flint 500 WG e Captan, o qual reduziu a doença em 81%. No caso da fruta avaliada após a frigorificação, o único tratamento que se diferenciou da testemunha foi o feito com Flint 500 WG mais Serenade em

sequencia, de modo que reduziu a podridão em 87%. Contudo, este tratamento não se diferenciou dos outros comparados com exceção da testemunha e do tratamento com 4l/ha de Serenade. Nos frutos retirados do frio e armazenados no ambiente, não foi detectada diferença entre a testemunha e os tratamentos.

Na avaliação do mofo cinzento após a armazenagem no ambiente, com exceção dos tratamentos com L/ha de Serenade e de 2 L/ha de Sonata, todos os outros tratamentos controlaram *B. cinerea* nas maçãs. Não se observou controle da podridão 'mofo azul' pelos tratamentos comparados nas três oportunidades de avaliação. Os resultados obtidos mostram que associação sequencial dos produtos Flint 500 WG e Serenade nas doses de 100 mL e 2 L/ha, respectivamente, reduzem a incidência da podridão olho-de-boi nos frutos frigorificados por quatro meses (Tabela 5).

Tabela 5. Incidência de podridões nas maçãs 'Fuji' tratadas semanalmente no verão com fungicidas, Serenade e Sonata (Vacaria 2007).

Tratamentos	Variáveis ¹			
	OB1	OB2	OB3	Bot1
Testemunha	4,53 a ²	5,38 ab	2,04 ab	1,48 a
Serenade 6l/ha	1,59 ab	3,10 abc	2,60ab	0,77 ab
Serenade 4l/ha	1,60 ab	6,83 a	3,91 a	0,00b
Serenade 2l/ha	1,00 ab	2,21 bc	2,83 ab	0,19b
Sonata 4l/ha	1,00 ab	2,14 bc	1,48 ab	0,00b
Sonata 2 l/ha	1,10 ab	2,21 bc	0,43b	0,43 ab
Serenade e Flint 500 WG/2L e 100 mL/ha	0,90 ab	0,69 c	1,46 ab	0,19b
Flint 500 WG e Captan / 100 mL e 2,40 kg/ha	0,85 b	2,68 abc	0,91 ab	0,00b
Flint 500 WG 150 l/ha	1,28ab	1,67 bc	2,73 ab	0,00b

¹ OB1: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem 22°C em câmara úmida;

OB2: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após quatro meses de frigorificação.

OB3: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após quatro meses de frigorificação e 25 dias de manutenção no ambiente.

Bot1: N° de maçãs com podridão causada por *B. cinerea* em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem a 22°C em câmara úmida

² Média de 20 frutos nas variáveis OB1 e Bot1 e de 50 frutos nas outras. Dados seguidos por letras iguais não diferem entre si (Duncan, p<0,05).

3.1.3. Avaliação de fungicidas pulverizados em pré-colheita no controle das podridões de maçãs cv. Fuji

Na colheita dos frutos e após a frigorificação e manutenção deles no ambiente não foi observado qualquer sintoma de fitotoxicidade que pudesse ser atribuído aos tratamentos sob avaliação. Na avaliação da infecção latente presente nos frutos da testemunha, que expressa a infecção das maçãs sem a ocorrência de sintomas visíveis, foi observada maior frequência da podridão olho-de-boi (*C. perennans*) sendo baixa a detecção da podridão pelo mofo cinzento (*B. cinerea*), da podridão amarga e da podridão branca.

A podridão olho-de-boi causou nos frutos incubados por 15 dias a 22°C (frutos oriundos de plantas sem tratamento), uma perda de 4,6%. A perda efetiva causada pela infecção das maçãs por *C. perennans* após a frigorificação e período de vida de prateleira (25 dias) atingiu 15,6%. A importância das podridões de maçãs em pós-colheita foi demonstrada neste trabalho, pois no fim do período de prateleira, após a frigorificação por quatro meses, a perda total de maçãs atingiu 42,5%, causada principalmente pela infecção por *C. perennans* e por *Penicillium expansum*.

Na comparação da eficiência de tratamentos no controle da infecção latente da podridão olho-de-boi, foi verificado que, com exceção dos produtos Nativo e Flint mais Captan, todos os fungicidas reduziram igualmente a incidência desta doença na fruta quando comparados com a testemunha, de modo que o controle variou de 61 a 86% sendo este último valor o atingido pelo tratamento padrão feito com o Dithane NT na concentração de 0,3% (Tabela 6).

Quando somados o número de maçãs com sintomas da podridão olho-de-boi após a refrigeração e as do período de ambiente (vida de prateleira), com exceção dos tratamentos feitos com Flint mais Mythos, do Flint e do Nativo mais Antracol, todos os outros reduziram significativamente a doença quando comparados com a testemunha. O maior controle foi obtido nos frutos tratados com Dithane NT, que atingiu 90,6%. Contudo, o efeito deste tratamento não se diferenciou do apresentado pelo Nativo que atingiu de 70,4% de controle da doença.

Tabela 6. Incidência de podridões em maçãs da cv. Fuji tratadas com fungicidas em pré-colheita

Tratamentos	Dose de produto comercial	Infecção latente de olho-de-boi (N° de frutos)	Podridão olho-de-boi em pós-colheita (%)	Podridão por <i>Penicillium expansum</i> em pós-colheita(%)
Testemunha	-	4,6 a	15,60 a	26,91 ^{ns}
Dithane NT	300 g	0,61 b	1,46 d	29,54
Mythos	150 ml	0,80 b	5,38 bc	32,21
Flint + Antracol	10 g +300 g	1,77 b	7,23 bc	24,72
Flint + Captan	10 g+240 g	1,94 ab	7,89 bc	19,78
Flint + Mythos	7,5 g+ 100 ml	0,69 b	11,03 ab	10,02
Flint	15 g	1,67 b	8,87 abc	26,71
Nativo	75 ml	2,09 ab	4,61 cd	33,27
Nativo + Antracol	50 ml+300 g	0,80 b	9,43 abc	29,54

Médias de quatro repetições, cada uma constituída por 20 frutos na infecção latente e de 50 frutos na avaliação das podridões desenvolvidas durante e após quatro meses de frigorificação das maçãs. Dados seguidos por letras iguais não diferem entre si (Duncan, $p < 0,05$).

3.2. Experimento 2: Controle do inóculo de podridões de maçãs em pós-colheita

3.2.1. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com tratamento térmico e radiação UV-C

Sensibilidade dos conídios de *C. perennans* ao tratamento térmico e à radiação UV-C *in vitro*

No estudo da sensibilidade de *C. perennans* ao tratamento térmico *in vitro*, todos os tratamentos com água aquecida diminuíram a sobrevivência dos conídios do patógeno quando comparados à testemunha (Tabela 7).

Tabela 7. Número de unidades formadoras de colônias (UFC) obtido a partir das suspensões de *Cryptosporiopsis perennans* submetidas a diferentes tratamentos com água aquecida *in vitro*.

Tratamento	NºUFC ⁽¹⁾	Controle (%) ⁽²⁾
Testemunha (28°C por 15 segundos)	74,22a	-
45°C por 15 segundos	31,31b	57,81
45°C por 30 segundos	13,47c	81,85
50°C por 15 segundos	0,46d	99,38
50°C por 30 segundos	0,00d	100,00
55°C por 15 segundos	0,09d	99,88
55°C por 30 segundos	0,00d	100,00
CV (%)	19,59	-

⁽¹⁾ Médias (de seis repetições) seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Valor obtido pela fórmula: Controle (%) = $100[(n^{\circ} \text{ colônias/placa na testemunha} - n^{\circ} \text{ colônias/placa do tratamento})/n^{\circ} \text{ colônias/placa na testemunha}]$.

Para a temperatura de 45°C, a elevação no tempo de exposição de 15 para 30 segundos reduziu a sobrevivência dos conídios. Para as temperaturas de 50 e 55°C, independentemente do tempo de exposição, a sobrevivência foi ainda mais reduzida, atingindo controle dos conídios acima de 99%. Resultados semelhantes foram reportados por Marquenie et al. (2002), os quais observaram maior inativação dos conídios de *B. cinerea* e *Monilinia fructigena* com o aumento na temperatura e/ou a duração do tratamento. Conforme Oster (2004), a sobrevivência de conídios de *B. dothidea* foi inibida na temperatura de 58°C durante 60 segundos. A maior sensibilidade de conídios de *C. perennans* ao calor, quando comparado com *B. dothidea*, pode ser devida às diferenças nas características genéticas entre estes dois patógenos ou ao maior tamanho dos conídios de *B. dothidea* (5-8 x 15-29 µm), quando comparado ao de *C. perennans* (1-2 x 5-8 µm) (BOGO et al., 2008). Fato semelhante foi observado por Marquenie et al. (2002), que concluíram que os conídios de *M. fructigena* foram mais sensíveis ao calor do que os de *B. cinerea*.

A eficácia do tratamento térmico na redução da viabilidade do patógeno pode ainda ser medida pela redução no crescimento micelial (FERGUNSON et al., 2000). Diferenças de sensibilidade do micélio dos patógenos ao tratamento hidrotérmico foi relatado por Karabulut et al. (2002). Esses autores informaram que, enquanto o crescimento micelial de *M. fructicola* foi inibido pela exposição a 50°C durante 10 segundos, o crescimento de *P. expansum* só foi inibido através da exposição a 60°C durante 20 segundos. Barkai-Golan e Phillips (1991) observaram ainda que a resposta do patógeno ao calor pode ser influenciada pelo conteúdo de umidade dos esporos, atividade metabólica do patógeno ou seu inóculo, idade do inóculo e composição química da água do tratamento.

A radiação UV-C, em todas as doses avaliadas, reduziu a sobrevivência dos conídios de *C. perennans* (Tabela 8). No primeiro experimento, as doses de 0,037 a 0,150 kJ m⁻² diminuíram em mais de 70% a sobrevivência dos conídios do patógeno, em relação à testemunha. No segundo experimento, as doses de 0,75 a 3,00 kJ m⁻² reduziram em mais de 99% a sobrevivência dos conídios em relação à testemunha. Neste experimento a exposição à dose de 0,375 kJ m⁻² foi menos eficiente em relação às doses maiores, mas ainda assim apresentou controle de 86,4%.

Tabela 8. Número de unidades formadoras de colônias (UFC) obtido a partir das suspensões de *Cryptosporiopsis perennans* submetidas a diferentes doses de radiação UV-C *in vitro*.

Tratamento	N ^o UFC ⁽¹⁾	Controle (%) ⁽²⁾
Experimento 1		
Testemunha (sem radiação UV-C)	154,13a ⁽³⁾	-
0,018 kJ m ⁻²	82,48b	46,50
0,037 kJ m ⁻²	36,49c	76,30
0,075 kJ m ⁻²	9,60d	93,80
0,150 kJ m ⁻²	3,00e	98,10
CV (%)	3,55	
Experimento 2		
Testemunha (sem radiação UV-C)	44,86a	-
0,375 kJ m ⁻²	6,11b	86,40
0,750 kJ m ⁻²	0,30c	99,30
1,500 kJ m ⁻²	0,00c	100,00
3,000 kJ m ⁻²	0,00c	100,00
CV (%)	12,89	-

⁽¹⁾ Médias (de três repetições) seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Valor obtido pela fórmula: Controle (%) = 100 [(n^o colônias/placa na testemunha - n^o colônias/placa do tratamento)/n^o colônias/placa na testemunha].

O aumento na eficiência da radiação UV-C no controle de conídios de *B. cinerea* e *M. fructigena*, com o incremento na dose utilizada de 0,1 a 15 kJ m⁻², também foi reportada por Marquenie et al. (2002). Moy (1983) verificou que a radiação UV-C na dose de 1,1 kJ m⁻² é suficiente para reduzir a viabilidade de *R. stolonifer in vitro*. Segundo Camili et al. (2004), a dose de 0,84 kJ m⁻² apresentou

efeito germicida sobre conídios de *B. cinerea*, sendo que doses de 0,2 a 0,6 kJ m⁻² retardaram e diminuíram a germinação destas estruturas. Portanto, as doses de radiação UV-C eficientes para controle dos esporos de *R. stolonifer*, *B. cinerea* e *C. perennans* são similares, o que demonstra o potencial de sua implementação a nível comercial para o controle em pós-colheita dos diferentes patógenos que ocorrem em maçãs.

Tratamento térmico e radiação UV-C para desinfestação de maçãs inoculadas com *Cryptosporiopsis perennans*

A sobrevivência de conídios de *C. perennans* na superfície das maçãs inoculadas e submetidas à aspersão de água aquecida a 50°C, por 15 e 30 segundos, foi reduzida em 97,7 e 99,3%, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 9). Esse resultado corrobora os resultados de outros autores, que utilizaram tratamentos com aspersão de água com temperaturas altas e menores períodos de exposição, para o controle de podridões (FALLIK et al., 2001; KARABULUT et al., 2002). Maçãs 'Golden Delicious' com infecção natural ou inoculadas com *P. expansum*, e tratadas com aspersão de água a 55°C por 15 segundos, apresentaram menor incidência da doença, sem que isto tenha comprometido a qualidade físico-química dos frutos (FALLIK et al., 2001). Resultados semelhantes foram obtidos por Oster (2004), que não detectou alteração na qualidade de maçãs 'Fuji' submetidas à aspersão de água a 58°C, durante 60 segundos para controle de *B. dothidea*.

Tabela 9. Número de unidades formadoras de colônias (UFC), em maçãs 'Fuji Kiku' submetidas à inoculação de *Cryptosporiopsis perennans* e a tratamentos de aspersão de água aquecida (Experimento 1) e diferentes doses de radiação UV-C (Experimento 2).

Tratamento	UFC ⁽¹⁾	Controle (%) ⁽²⁾
Experimento 1		
Testemunha	102,20a ⁽³⁾	-
50°C por 15 segundos	2,10b	97,74
50°C por 30 segundos	1,00b	99,25
CV (%)	31,84	
Experimento 2		
Testemunha	60,87a	-
0,375 kJ m ⁻²	3,62b	94,05
0,750 kJ m ⁻²	0,87b	98,57
1,500 kJ m ⁻²	2,25b	96,30
CV (%)	31,73	

⁽¹⁾ Médias (de quatro repetições com dois frutos cada) seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Valor obtido pela fórmula: Controle (%) = 100[(n^o colônias/placa na testemunha - n^o colônias/placa do tratamento)/n^o colônias/placa na testemunha].

A imersão de frutos em água aquecida tem se mostrado eficiente no controle de doenças em maçãs (OSTER, 2004; MAXIN et al., 2005). Todavia, quando o tratamento é feito por imersão, o alto custo para o aquecimento de grandes volumes de água torna-o inviável numa escala comercial (RODOV et al., 1994). Além disto, foi observado nas empacotadoras de maçãs do Sul do Brasil, que a exposição dos frutos a tratamentos por mais de 20 segundos, citados como eficientes na imersão em água aquecida, interferem no seu rendimento de processamento. A aspersão de água aquecida, associada a escovação dos frutos por períodos curtos (até 20 segundos), apresenta maiores vantagens no controle de doenças, em relação ao tratamento térmico por imersão (FALLIK et al., 2001; KARABULUT et al., 2002). Couey (1989) comenta que a aspersão dos frutos com água aquecida, associada à escovação, pode remover conídios e diminuir a sua viabilidade. A aspersão por períodos curtos permite o uso de temperaturas maiores, que são letais a maioria dos patógenos, sem aumentar substancialmente a temperatura interna dos frutos e, portanto, sem acelerar o seu amadurecimento ou causar algum dano na epiderme.

Doses de radiação UV-C, entre 0,375 a 1,5 kJ m⁻², foram igualmente eficientes no controle dos conídios de *C. perennans* presentes na superfície das maçãs (controle de 94 a 98%) (Tabela 9). Em condições de manejo comercial de maçãs 'Fuji', o tratamento com radiação UV-C na dose de 5,9 kJ m⁻², proporcionou 90 a 100% de controle da contaminação superficial de *P. expansum*, sendo relacionado ao efeito germicida (VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001). No presente trabalho foram utilizadas doses inferiores a estas, as quais foram eficientes no controle dos conídios de *C. perennans* em maçãs 'Fuji Kiku' (Tabela 9). O uso de doses de radiação UV-C menores para controle dos patógenos causadores de podridões de maçãs é importante, uma vez que o processo de classificação e embalagem é rápido e, portanto, requer tratamentos eficientes com períodos curtos de exposição. Outra vantagem do uso de radiação UV-C, não explorada neste estudo, é a indução de resistência dos tecidos vegetais aos patógenos conforme demonstrado com batata, cebola, tangerina e maçã (BROWN et al., 2001; STEVENS et al., 2004, 2005; YAUN et al., 2004). Stevens et al. (2005) usaram a dose de radiação UV-C de 7,5 kJ m⁻², para a indução de resistência e redução de podridões em maçãs 'Golden Delicious' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*.

Neste estudo, observou-se que as doses de radiação UV-C eficientes nos experimentos *in vitro* e *in vivo* foram semelhantes. Porém, Mercier et al. (2001), relataram que, apesar da radiação UV-C (0,22 a 2,20 kJ m⁻²) ser altamente germicida a conídios de *B. cinerea*, ela não controlou a infecção em pimentões inoculados 24 horas antes do tratamento. Provavelmente, neste caso os conídios germinaram e infectaram os frutos durante 24 horas, e, portanto não foram atingidos pela radiação UV-C.

O emprego dos tratamentos físicos que visam o controle de propágulos de patógenos presentes na superfície das maçãs, associados às doenças de verão, é de grande importância, já que são os principais responsáveis pelo desenvolvimento de podridões durante a armazenagem, transporte e comercialização, especialmente

para frutos destinados à exportação. O desenvolvimento de equipamentos para instalação nas empacotadoras será necessário para viabilizar o uso comercial destas técnicas.

2.2.2. Controle da podridão olho-de-boi em maçãs com tratamento térmico e radiação UV-C

Ação 1 - Maçãs 'Fuji' inoculadas e com infecção natural

Maçãs 'Fuji', com 30 dias de armazenamento em condição de AC e inoculadas, apresentaram 66,66% de incidência da podridão olho-de-boi (POB) na testemunha, de modo que os tratamentos físicos quando testados de maneira isolada não diferiram entre si, porém todos diferiram da testemunha, e reduziram em mais de 81% a infecção causada por *C. perennans*. O melhor tratamento foi a combinação da aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos + radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻², de modo que os frutos submetidos a esse tratamento não apresentaram lesões típicas da doença causada por *C. perennans*, enquanto que aqueles tratados apenas com um dos métodos citados revelaram uma pequena percentagem de frutos infectados pelo patógeno (12,49%). Assim, nos frutos inoculados após 30 dias de armazenamento, a incidência da POB foi de 12,49% com o tratamento de aspersão de água aquecida à 50°C por 12 segundos ou com radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻², e sem incidência da doença no tratamento com a associação dos dois métodos citados (aspersão de água aquecida à 50°C por 12 segundos + radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻²) (Tabela 10).

Tabela 10. Incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Fuji', com um e oito meses de armazenamento em condição de AC, inoculadas, e submetidas aos tratamentos com aspersão de água aquecida e radiação UV-C na linha comercial de seleção.

Tratamento	Podridão olho-de-boi nos frutos inoculados			
	1 mês		8 meses	
	Incidência	Controle	Incidência	Controle
Testemunha	66,66a ⁽¹⁾	-	51,42a ⁽²⁾	-
50°C-12 s	12,49b	81,26	17,14b	66,66
UV-C*	12,49b	81,26	22,85b	55,56
50°C-12 s + UV-C*	0,00c	100,00	17,14b	66,66
CV%	27,64	-	28,35	-

⁽¹⁾ Médias de quatro repetições de três frutos. ⁽²⁾ Médias de sete repetições de cinco frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Dose de 0,0069 kJ m⁻².

Em maçãs 'Fuji', com oito meses de armazenamento em condição de AC e inoculadas, houve menor incidência da POB com todos os tratamentos testados quando comparados à testemunha. A incidência foi de 17,14, 22,85 e 17,14%, com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos, radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻², e com os dois métodos associados, respectivamente, sendo que não

houve diferença entre estes tratamentos, porém todos diferiram da testemunha, onde a incidência da POB foi de 51,42%.

A incidência de podridão olho-de-boi nas maçãs com infecção natural do tratamento testemunha variou de 10,66 a 15,55%, fato que comprova a importância desta doença. Nas maçãs 'Fuji' com infecção natural e submetidas aos tratamentos com 30 dias de armazenamento em condição de AC, a incidência da POB na testemunha foi de 15,55%. Nesta condição de armazenagem, os frutos submetidos aos tratamentos físicos apresentaram redução na incidência da POB que variou de 53 a 65%, quando comparados à testemunha. Os tratamentos de aspersão de água aquecida a 50°C durante 12 segundos, radiação UV-C e a associação dos dois métodos reduziram a incidência da POB de 15,55% (testemunha) para 7,21, 5,55 e 5,55%, respectivamente (Tabela 11).

Tabela 11. Incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Fuji', com um, quatro e oito meses de armazenamento em condição de AC, com infecção natural e submetidas aos tratamentos com aspersão de água aquecida e radiação UV-C na linha comercial de seleção.

Tratamento	Podridão olho-de-boi nos frutos com infecção natural					
	1 mês		4 meses		8 meses	
	Incidência	Controle	Incidência	Controle	Incidência	Controle
Testemunha	15,55a ⁽¹⁾	-	11,09a ⁽²⁾	-	11,66a ⁽³⁾	-
50°C-12 s	7,21b	53,63	6,08ab	45,17	3,33b	71,44
UV-C*	5,55b	64,30	2,32b	79,08	3,33b	71,44
50°C-12 s + UV-C*	5,55b	64,30	-	-	2,49b	78,64
CV%	24,97	-	20,85	-	27,84	-

⁽¹⁾ Média de seis repetições de 30 frutos. ⁽²⁾ Média de quatro repetições de 100 frutos. ⁽³⁾ Média de quatro repetições de 30 frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. *Dose de 0,0069 kJ m⁻².

Nas maçãs 'Fuji', com quatro meses de armazenamento em condição de AC, a incidência de infecção natural da POB foi de 11,09%. Os frutos tratados com métodos físicos nesta condição de armazenagem apresentaram menor incidência da doença, porém houve diferença significativa apenas quando foi usada radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻², de modo que com este tratamento a incidência foi de 2,32%. O tratamento com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos não diferiu da testemunha e apresentou 6,08% de incidência da POB.

A incidência da POB nos frutos 'Fuji' testemunha com oito meses de armazenamento em condição de AC foi de 11,66%. Os tratamentos físicos reduziram significativamente esta variável avaliada. Assim, a incidência da POB foi de 3,33% com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos, de 2,49% com radiação UV-C, e de 3,33% com os dois métodos associados.

Os tratamentos com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos reduziram a incidência da podridão olho-de-boi nos frutos 'Fuji' inoculados e com

infecção natural com um, quatro e oito meses de armazenamento em condição de AC. Perdas causadas por *B. cinerea*, *P. expansum* ou por *Gloeosporium* spp. foram eliminadas no armazenamento em maçãs inoculadas e tratadas com temperaturas mais baixas que as usadas neste trabalho, porém com maior período de exposição. A exposição de maçãs a temperatura de 38°C, durante quatro dias foi eficiente no controle de *P. expansum* (FALLIK et al., 1995; KLEIN et al., 1997). Os tratamentos por imersão em água aquecida, nas temperaturas de 42 a 48°C por cinco a 20 minutos (EDNEY; BURCHILL, 1967), ou a imersão a 53°C por 3 minutos, em maçãs com infecção natural, controlaram a POB (MAXIN et al., 2005). O período de aspersão de 12 segundos a 50°C testado neste experimento com maçãs 'Fuji' é mais viável que os citados na literatura do ponto de vista prático, uma vez que as maçãs devem ser classificadas e embaladas no menor período possível para aumentar o rendimento da empacotadora e diminuir a demanda de energia necessária para o aquecimento e manutenção da temperatura desejada da água.

A radiação UV-C reduziu a incidência da POB em frutos inoculados e com infecção natural (Tabelas 10 e 11). Conforme Lu et al. (1993), a radiação UV-C não penetra no tecido dos frutos, e, portanto não atinge infecções já estabelecidas. Alguns pesquisadores atribuem a redução de doenças à indução de resistência ao patógeno que a radiação UV-C causa no hospedeiro (BROWN et al., 2001; STEVENS et al., 2004, 2005). Segundo Stevens et al. (1996), em maçãs 'Golden Delicious', a melhor dose de radiação UV-C para redução de podridões pós-colheita causadas por *Monilinia* spp., *Alternaria* spp. E *C. gloeosporioides* foi de 7,5 kJ m⁻², sendo que as doses testadas variaram de 0 a 40 kJ m⁻². Os mesmos autores observaram nos experimentos conduzidos em dois anos que o patógeno de mais difícil controle foi *Alternaria* spp.. Enquanto isso, para redução das infecções naturais causadas por *P. digitatum*, *A. citri* e *Geotrichum candidum* em tangerinas 'Dancy', as doses mais efetivas variaram de 0,84 a 3,6 kJ m⁻², sendo que a dose de 1,3 kJ m⁻² foi eficiente contra *P. digitatum* (STEVENS et al., 1996).

Ação 2 - Maçãs 'Gala' inoculadas e com infecção natural

O número de unidades formadoras de colônias (UFC) de *C. perennans* recuperadas de maçãs 'Gala' inoculadas foi significativamente menor nos tratamentos de aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos e de radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻², em relação à testemunha. Nos frutos inoculados, houve redução na incidência da POB com ambos os métodos físicos testados, sendo que eles não diferiram entre si (Tabela 12).

Tabela 12. Unidades formadoras de colônias (UFC) de *Cryptosporiopsis perennans* e seu controle (% em relação à testemunha); incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Gala' com cinco meses de armazenamento em AC, inoculadas e submetidas aos tratamentos físicos na linha comercial de seleção.

Tratamento	Frutos inoculados			
	UFC	Controle (%)	Incidência da POB (%)	Controle da POB (%)
Testemunha	19,16a ⁽¹⁾	-	59,51a ⁽²⁾	-
50°C - 12 s	2,49b	86,98	17,50b	70,59
UV-C*	0,00b	100,00	18,37b	69,13
CV (%)	29,10	-	14,67	-

⁽¹⁾ Médias de quatro repetições de três placas cada. ⁽²⁾ Médias de oito repetições de 10 frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$). *Dose de 0,0069 kJ m⁻².

A incidência de infecção natural da POB na cv. Gala, com cinco meses de armazenamento em condição de AC, foi de 2,09% na testemunha, e de 0,31 e 0,16% após os tratamentos de aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos e de radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻², respectivamente. Todos os tratamentos testados diferiram da testemunha (sem tratamento) (Tabela 13).

Tabela 13. Incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Gala' com 5 meses de armazenamento em AC, com infecção natural, e submetidas aos tratamentos físicos na linha comercial de seleção.

Tratamento	Infecção natural	
	Incidência (%) da POB	Controle (%) da POB
Testemunha	2,09a ⁽¹⁾	-
50°C - 12 s	0,31b	85,16
UV-C*	0,16b	92,34
CV (%)	12,58	-

⁽¹⁾ Médias de quatro repetições de 100 frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$). *Dose de 0,0069 kJ m⁻².

Os conídios de *C. perennans* podem estar presentes nas lenticelas após a colheita, mesmo em frutos provenientes de pomares protegidos quimicamente durante o ciclo vegetativo, já que estas estruturas restringem o acesso de fungicidas (EDNEY, 1970). Dugan et al. (1993) relatou que os conídios deste patógeno tendem a aderir nas lenticelas e nas rachaduras da cutícula. O controle *in vitro* de *C. perennans* foi possível com a temperatura de 50°C por 15 segundos (BARTNICKI et al., 2010). Neste trabalho o tratamento com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos reduziu em 86,98% o número de UFC nos frutos tratados após 24 horas da inoculação com o patógeno (Tabela 12). Este resultado confirma a

eficiência deste método na redução dos propágulos deste patógeno em maçãs na linha de seleção comercial em pós-colheita, o qual já havia sido demonstrado em linha de seleção experimental (BARTNICKI et al., 2010).

Em maçãs 'Gala' inoculadas com *C. perennans* e tratadas com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos, a redução da incidência (%) da POB pode ser atribuída ao efeito letal da temperatura (LURIE, 1998) e da remoção dos esporos através da aspersão (COUEY, 1989), uma vez que as amostras da lavagem dos frutos mostraram uma redução superior a 86% nas UFC. Além disso, um fator importante e que deve a ser considerado é que a viabilidade e o potencial patogênico dos patógenos podem ser mantidos nas estruturas submetidas ao tratamento térmico, de modo que eles podem recuperar-se quando são transferidos para meio com nutriente, como é o caso da superfície dos frutos ou o meio de cultura (BDA) (BEN-YEHOSHUA et al., 2000).

A redução de UFC de *C. perennans* da superfície dos frutos 'Gala' inoculados e tratados com radiação UV-C pode ser atribuída ao efeito germicida da radiação. Conforme Wolfe (1990), este efeito ocorre pela destruição de estruturas do patógeno, inibição da germinação ou retardo no desenvolvimento do fungo, pela desnaturação protéica e desorganização da membrana plasmática. Em condições de manejo comercial, Valdebenito Sanhueza e Maia (2001) atribuíram o controle de *P. expansum*, em maçãs 'Fuji' com alta contaminação, ao efeito germicida da radiação UV-C, uma vez que ocorreu redução de 90 a 100% dos propágulos presentes na superfície dos frutos. O controle *in vitro* de *C. perennans* foi obtido com a dose de 0,750 kJ m⁻² e, *in vivo*, em maçãs 'Fuji', numa linha experimental de seleção, com a dose de 0,375 kJ m⁻² (BARTNICKI et al., 2010). Neste trabalho, a dose de 0,0069 kJ m⁻² foi eficiente na redução de conídios de *C. perennans* presentes na superfície de maçãs 'Gala'.

O tratamento térmico reduz as podridões pós-colheita de frutos através do efeito letal da temperatura sobre o patógeno (LURIE, 1998) ou pela formação de substâncias antifúngicas na epiderme aquecida, caracterizada como indução de resistência (SCHIRRA et al., 2000). Conforme Fallik et al. (1995), a redução de podridões em maçãs 'Golden Delicious' inoculadas com *P. expansum* e tratadas com ar aquecido a 38°C por quatro dias foi devida principalmente ao efeito direto da alta temperatura sobre o patógeno. Outros resultados suportam a evidência de que o tratamento térmico pode induzir mecanismos de defesa em frutos nas camadas mais externas do epicarpo, o que inibe a infecção quiescente de patógenos (PORAT et al., 2000). A aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos reduziu o número de podridões em maçãs 'Gala' com infecção natural (Tabela 13), possivelmente evitando infecções iniciais através da remoção de esporos dormentes e atuando diretamente sobre a sua viabilidade (COUEY, 1989), e, provavelmente inibindo infecções através da indução de resistência nos tecidos dos frutos (SCHIRRA et al., 2000). A indução de resistência poderia ser confirmada se os frutos tivessem sido inoculados após os tratamentos. Porém, avaliou-se apenas a infecção natural de *C. perennans*, que corresponde ao patógeno presente no fruto antes da colheita, mas devido aos mecanismos de defesa do mesmo não há manifestação de sintomas da

doença (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2006). Assim, em pós-colheita, quando diminuem os mecanismos de defesa dos frutos, associado às temperaturas próximas de 20°C, o patógeno desenvolve a podridão (EDNEY, 1956). No Brasil, as práticas para redução de inóculo de *C. perennans* e de outros patógenos em pós-colheita baseiam-se principalmente no uso de desinfetantes nos tanques de lavagem dos frutos. Os desinfetantes, assim como os fungicidas usados em pré-colheita, têm sua eficiência limitada no controle deste patógeno, já que os conídios dele tendem a aderir nas lenticelas (DUGAN et al., 1993), estruturas estas que restringem o acesso de fungicidas (EDNEY, 1970).

A radiação UV-C na dose de 2,4 kJ m⁻² induziu a síntese da fitoalexina trans-resveratrol em maçãs 'Fuji', porém não foi eficiente no controle da podridão causada por *P. expansum* após sete meses de armazenamento em AC (SAUTTER et al., 2008). Entretanto, em maçãs 'Golden Delicious', a dose de 7,5 kJ m⁻² reduziu a incidência e severidade de podridões causadas por *C. gloeosporioides* e *Alternaria* spp. (STEVENS et al., 1996). Stevens et al. (2005) usaram a dose de radiação UV-C de 7,5 kJ m⁻², para a indução de resistência e redução de podridões em maçãs 'Golden Delicious' inoculadas com *C. gloeosporioides*. Em mirtilos 'Collins' e 'Bluecrop' a incidência de podridões, principalmente por *Colletotrichum acutatum*, foi reduzida em 10% quando expostos as doses de radiação UV-C de 1 a 4 kJ m⁻² (PERKINS VEAZIE et al., 2008). Neste trabalho, a radiação UV-C, em dose bem menor do que as citadas por outros autores, reduziu a incidência da podridão olho-de-boi em maçãs 'Gala' com infecção natural (Tabela 13). Conforme Luckey (1980), baixas doses de radiação podem induzir um efeito hormético nos tecidos vegetais, ocorrendo um estímulo para respostas benéficas.

Os tratamentos com água aquecida e radiação UV-C apresentam como benefícios o curto período de exposição necessário para o controle do patógeno, a existência de equipamentos de segurança acessíveis e o fato de não deixarem resíduos na superfície dos frutos. Contudo, para assegurar menores perdas de frutos, a radiação UV-C pode ser vantajosa às embaladoras de maçãs, principalmente pelo menor investimento.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Os produtos Serenade ASO/ QST 713 e Sonata ASO/ QST 2808 utilizados em uma aplicação 2 dias antes da colheita nas doses de 2 a 6 kg/ha reduzem as perdas causadas pela podridão olho-de-boi causada por *Cryptosporiopsis perennans*, em pós-colheita;
- ✓ A pulverização de Serenade ASO/ QST 713 e Sonata ASO/ QST 2808 2 dias antes da colheita nas doses de 2 a 6 kg/ha não causa efeitos fitotóxicos às macieiras e nos frutos da cv. Fuji;
- ✓ Os produtos Flint 500 WG e Serenade / QST 713 nas doses de 100 mL e 2 L/ha utilizados em pulverizações conjuntas semanais durante 40 dias antes da colheita reduzem as perdas causadas pela podridão olho-de-boi

causada por *Cryptosporiopsis perennans* durante a frigorificação das maçãs;

- ✓ A pulverização de Flint 500 WG e Serenade / QST 713 nas doses de 100 mL e 2 L/ha não causa efeitos fitotóxicos nas macieiras e nas maçãs da cv. Fuji;
- ✓ Os tratamentos com 2 e 4 L/ha de Sonata e de Serenade controlam *Botrytis cinerea* em maçãs;
- ✓ Na comparação da eficiência de tratamentos químicos para o controle da infecção latente da podridão olho-de-boi, a maior eficiência foi obtida nos frutos tratados com Dithane NT, que atingiu 90,6%;
- ✓ Os tratamentos com água aquecida a 50°C, durante 15 segundos, e com radiação UV-C, na dose de 0,75 kJ m⁻², reduzem em mais de 99% a sobrevivência de conídios de *Cryptosporiopsis perennans* *in vitro*;
- ✓ A desinfestação de maçãs 'Fuji Kiku' para o controle de *Cryptosporiopsis perennans* é obtida com aspersão de água aquecida a 50°C, por 15 segundos, e radiação UV-C, na dose de 0,375 kJ m⁻²;
- ✓ Em maçãs 'Fuji' armazenadas em condição de AC por um e oito meses, inoculadas ou com infecção natural, o uso da aspersão de água aquecida a 50°C durante 12 segundos e/ou radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻² reduz a incidência da podridão olho-de-boi;
- ✓ A aspersão de água aquecida a 50°C durante 12 segundos ou a radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m⁻² em maçãs 'Gala', com cinco meses de armazenamento em AC, reduz o número de unidades formadoras de colônias e de podridões em frutos inoculados com *C. perennans*; e da podridão olho-de-boi nas maçãs com infecção natural.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a valiosa contribuição, para as atividades de pesquisa, dos professores da UDESC Cassandro Vidal Talamini do Amarante, Cristiano André Steffens e João Antônio Vargas de Souza e da pesquisadora da Embrapa Clima Temperado Ângela Diniz Campos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60335-2-27**: requisitos particulares para aparelhos de exposição da pele a radiação ultravioleta e infravermelho. Rio de Janeiro, 2000. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005. 31 p.

BAKER, K. S.; SMITH, R. C. Penetration of UV-B and biologically effective close-rates in natural waters. **Photochemistry and Photobiology**, Elmsford, v. 29, p. 311-323, 1979.

BARKAI-GOLAN, R.; PHILLIPS, D. J. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 1085-1089, 1991.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; CASTRO, L. A. S.; RIZZATTI, M. R.; SOUZA, J. A. V. Água aquecida e radiação UV-C no controle pós-colheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 124-131, 2010.

BEN-YEHOSHUA, S.; PERETZ, J.; RODOV, V.; NAFUSSI, B.; YEKUTIELI, O.; WISEBLUM, A.; REGEV, R. Postharvest application of hot water treatment in citrus fruits: The road from the laboratory to the packing-house. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 518, p. 19-28, 2000.

BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; GUIMARÃES, L. S.; DEZANET, A.; NETO, P. H. *Cryptococcus laurentii* em pós-colheita reduz podridões em maçãs. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 433-436, 2004.

BOGO, A.; MAFFIOLETTI, M. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; CASA, R. T. Caracterização morfológica de isolados de *Cryptosporiopsis perennans* em diferentes meios de cultura. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. 248-251, 2008.

BROWN, J. E.; LU, T. Y.; STEVENS, C.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; COLLINS, D. J.; WILSON, M. A.; IGWEGBE, E. C. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The effect of low dose ultraviolet light-C seed treatment on induced resistance in cabbage to black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). **Crop Protection**, Surrey, v. 20, p. 873-883, 2001.

CAMILI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; CIA, P. Avaliação de irradiação UV-C aplicada em pós-colheita na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 30, p. 306-313, 2004.

COUEY, H. M. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. **Hortscience**, Alexandria, v. 24, p. 198-202, 1989.

DROBY, S.; CHALUTZ, E.; COHEN, L.; WEISS, B.; WILSON, A. Biological control of postharvest diseases of citrus fruit. In: WILSON, L.; CHALUTZ, E. (Ed.). **Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables**. (S.I.): USDA, Agricultural Research Service, 1991. 394 p. (ARS 92). Workshop Proceedings.

DUGAN, F. M.; GROVE, G. G.; ROGERS, J. D. Comparative studies of *Cryptosporiopsis curvispora* and *C. perennans*. I. Morphology and Pathogenic Behavior. **Mycologia**, Nova Iorque, v. 85, p. 551-564, 1993.

EDNEY, K. L. Some experiments with thiabendazole and benomyl as post harvest treatments for the control of storage rots of apples. **Plant Pathology**, London, v. 19, p. 189-193, 1970.

EDNEY, K. L. The rotting of apples by *Gloeosporium perennans* Zeller & Childs. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 44, p. 113-128, 1956.

EDNEY, K. L.; BURCHILL, R. T. The use of heat to control the rotting of Cox's Orange Pippin apples by *Gloeosporium* spp. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 59, p. 389-400, 1967.

FALLIK, E.; GRINBERG, S.; GAMBOURG, M.; LURIE, S. Prestorage heat treatment reduces pathogenicity of *Penicillium expansum* in apple fruit. **Plant Pathology**, London, v. 45, p. 92-97, 1995.

FALLIK, E.; TUVIA-ALKALAI, S.; FENG, X.; LURIE, S. Ripening characterisation and decay development of stored apples after a short pre-storage hot water rinsing and brushing. **Innovative Food Sciences & Emerging Technologies**, v. 2, p. 127-132, 2001.

FERGUSON, I. B.; BEN-YEHOSHUA, S.; MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, p. 1-6, 2000.

GORDON, G.; PACEY, G. E.; BUBNIS B. P. Analytical methods for disinfectants and disinfection by-products. In: CRAUN, G. F. (Ed.). **Safety of water desinfection: balancing chemical and microbial risks**. Washington, DC: ILSI, 1993. p. 221-237.

JANISIEWICZ, W. J. Control of postharvest fruit diseases. In: ARORA, D. K.; RAI, B.; MUJERK, K. G.; KNUDSEN, G. R. (Ed.). **Handbook of Applied Mycology**, v. 1, p. 301-326, 1991.

JANISIEWICZ, W. J.; PETERSON, D. L.; BORS, R. Control of storage decay of apples with *Sporobolomyces cesroseus*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 78, p. 466-470, 1994.

KARABULUT, O. A.; COHEN, L.; WIESS, B. Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonists. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 103-111, 2002.

KLEIN, J. D.; CONWAY, W. S.; WHITAKER, B. D.; SAMS, C. E. *Botrytis cinerea* decay in apple is inhibited by postharvest heat and calcium treatments. **Journal American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 122, p. 91-94, 1997.

LU, J. Y.; LUKOMBO, S. M.; STEVENS, C.; KHAN, V. A.; WILSON, C. L.; PUSEY, P. L.; CHAULTZ, E. Low dose UV and gamma radiation on storage rot and physicochemical changes in peaches. **Journal Food Quality**, Weinheim, v. 16, p. 301-309, 1993.

LUCKEY, T. D. **Hormesis with ionizing radiation**. Boca Raton: CRC, 1980. 222 p.

LURIE, S. Postharvest heat treatments of horticultural crops. **Horticultural Reviews**, Nova York, v. 22, p. 91-121, 1998.

LURIE, S.; FALLIK, E.; KLEIN, J. D. Postharvest heat treatment of apples to control San Jose Scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock) and blue mold (*Penicillium expansum* Link) and maintain fruit firmness. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 123, p. 110-114, 1998.

MARQUENIE, D.; LAMMERTYN, J.; GEERAERD, A. H.; SOONTJENS, C.; VAN IMPE, J. F.; NICOLAI, B. M.; MICHIELS, C. W. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 74, p. 27-35, 2002.

MAXIN, P.; KLOPP, K.; HUYSKENS-KEIL, S.; EBERT, G. Control of postharvest decay in organic grown apples by hot water treatment. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 682, p. 2153-2158, 2005.

MERCIER, J.; BAKA, M.; REDDY, B.; CORCUFF, R.; ARUL, J. Short-wave ultraviolet irradiation for control of decay caused by *Botrytis cinerea* in Bell pepper: induced resistance and germicidal effects. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 126, p. 128-133, 2001.

MOY, J. H. Radurization and radication: fruits and vegetables. In: JOSEPHSON, E. S.; PETERSON, M. S. (Ed.). **Preservation of food by ionizing radiation**. Boca Raton: CRC Press, 1983. v. 3, p. 83-108.

OSTER, A. H. **Tratamento com calor no controle de *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not.) em maçãs cv. Fuji**. 2004. 85 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K.; HOWARD, L. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 47, p. 280-285, 2008.

PORAT, R.; PAVONCELLO, D.; PERETZ, J.; WEISS, B.; DAUS, A.; COHEN, L.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E.; DROBY, S.; LURIE, S. Induction of resistance to *Penicillium digitatum* and chilling injury in 'Star Ruby' grapefruit by a short hot water rinse and brushing treatment. **Journal Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 75, p. 428-432, 2000.

ROBERTS, R. G. Postharvest biological control of gray mold of apple by *Cryptococcus laurentii*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 80, p. 526-530, 1990.

RODOV, V.; BEN-YEHOSHUA, S.; ALBAGLI, R.; FANG, D. Q. Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, p. 119-127, 1994.

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS**: learning edition. : SAS, 2002. 200 p.

SAUTTER, C. K.; STORCK, L.; RIZZATTI, M. R.; MALLMANN, C. A.; BRACKMANN, A. Síntese de trans-resveratrol e controle de podridão em maçãs com uso de elicitores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1097-1103, 2008.

SCHIRRA, M.; D'HALLEWIN, G.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, p. 71-85, 2000.

SOUZA, J. A. V. **Modelo experimental para um novo padrão de espectro de ação**. 2005. 77 p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DEL PONTE, E. M. Meio semiseletivo para recuperação e quantificação de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 661-665, 2010.

STEVENS, C.; KHAN, V. A.; WILSON, C. L. The effect of fruit orientation of postharvest commodities following low dose ultraviolet light-C treatment on host induced resistance to decay. **Crop Protection**, Surrey, v. 24, p. 756-759, 2005.

STEVENS, C.; LIU, J.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; KABWE, M. K.; WILSON, C. L.; IGWEGBE, E. C. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The effects of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and *Rhizopus* soft rot development of tomatoes. **Crop Protection**, Surrey, v. 23, p. 551-554, 2004.

STEVENS, C.; LU, J. Y.; KHAN, V. A.; WILSON, C. L.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. Ultraviolet light induced resistance against postharvest diseases in vegetables and fruits. In: WILSON, C.; CHALUTZ, E. (Ed.). **Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables**. Washington, DC: USDA, 1991. p. 268-290.

STEVENS, C.; WILSON, C. L.; LU, J. Y.; KHAN, V. A.; CHALUTZ, E.; DROBY, S.; KABWE, M. K.; HAUNG, Z.; ADEYEYE, O.; PUSEY, L. P.; WISNIEWSKY, M. E.; WEST, M. Plant hormones induced by ultraviolet light C for controlling postharvest diseases of tree fruits. **Crop Protection**, Surrey, v. 15, p. 129-134, 1996.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; MAFFIOLETTI, M.; COMPARIM, C. C.; KRASNIAK, J.; BOGO, A.; ARCARI, R. **Características e controle da podridão “olho de boi” nas maçãs do Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 66).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. **Desinfecção de água e das câmaras frigoríficas para diminuição do inóculo de *Penicillium expansum***. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1991. 20 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. **Podridão de frutos e cancro dos ramos causados por *Cryptosporiopsis perennans* nas macieiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 29).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BECKER, W.; BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Manejo das doenças de verão na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 36).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; CATTANIO, M. E. Controle biológico de *Penicillium expansum* em pós-colheita de maçãs 'Fuji'. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 29, p. 182-187, 2003.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; KRETSCHMAR, A. A.; BORSOI, M. Avaliação de organismos antagonistas a *Penicillium* em maçãs cv. Fuji em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. , p. 423-429, 1992.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; MAIA, L. **Utilização da luz ultravioleta (UV-C) na proteção de maçãs 'Fuji' da podridão por *Penicillium expansum***. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 20 p. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

WOLFE, R. L. Ultraviolet disinfection of potable water. **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 24, p. 768-773, 1990.

YAUN, B. R.; SUMNER, S. S.; EIFERT, J. D.; MARCY, J. E. Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 90, p. 1-8, 2004.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST**: sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: DMEC: IFM: UFPel, 1987. 138 p.

7. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

ARAÚJO, L.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; CASTRO, L. A. S.; AMARANTE, C. V. T. Observação da colonização da epiderme de maçãs por *Cryptosporiopsis perennans* através de microscopia eletrônica de varredura. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO - SUL BRASIL, 1., 2010, Florianópolis. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Controle de conídios de *Cryptosporiopsis perennans* com água aquecida e luz UV-C. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 32, p. S310, 2007. Suplemento. Resumo apresentado no XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Maringá, PR, 2007.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com água aquecida e luz UV-C em maçãs. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. S114, 2008. Suplemento. Resumo apresentado no XLI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Belo Horizonte, MG, 2008.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com água aquecida e radiação UV-C em maçãs 'Maxi Gala' na linha de seleção. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, 2009. Suplemento. Resumo apresentado no XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; CASTRO, L. A. S.; RIZZATTI, M. R.; SOUZA, J. A. V. Água aquecida e radiação UV-C no controle pós-colheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 124-131, 2010.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; GARRIDO, L. da R. Uso de tratamento térmico em maçãs 'Fuji' para controle da podridão "olho-de-boi" (*Cryptosporiopsis perennans*) na pós-colheita. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; GARRIDO, L. da R. Uso de métodos alternativos na desinfestação de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs 'Maxi Gala' e 'Fuji Kiku' na pós-colheita. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.

MEYER, G. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SANTOS, M. C.; BARTNICKI, V. A.; NASCIMENTO, F. V.; ANDRADE, P. R. A. Oxícloro de cálcio para desinfecção de maçãs no pomar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal, RN. **Anais...** [S.l.: s.n., 2010].

NASCIMENTO, F. V.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; SPOLTI, P.; BARTNICKI, V. A. Variabilidade de isolados de *Cryptosporiopsis perennans* quanto à sensibilidade ao tratamento hidrotérmico e à luz ultravioleta. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UCS, 8., Vacaria. **Anais...** Vacaria: UCS, 2008.

PADILHA, M.; BARTNICKI, V. A.; AMARANTE, C. V. T.; STUPP, J. J. Incidência e severidade pós-colheita de mofo azul (*Penicillium expansum*) em maçãs 'Catarina' provenientes de pomares conduzidos nos sistemas de produção orgânica e convencional. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 12., 2011, Fraiburgo. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DEL PONTE, E. M. Impacto do tratamento de inverno na incidência da podridão 'olho de boi' de maçãs. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. S151, 2008. Suplemento. Resumo apresentado no XLI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Belo Horizonte, MG, 2008.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DEL PONTE, E. M. Meio semiseletivo para recuperação e quantificação de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 661-665, 2010.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Controle de contaminação por fungos. **Revista da Maçã**, Fraiburgo, v. 2, n. 8, p. 16-18, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Higiene, frigorificação e uso de desinfestantes na pós-colheita ajudam a controlar aparecimento e disseminação de fungos e melhora a segurança das frutas e seus derivados. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 16, n. 197, p. 22, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Justificativas do manejo de inverno nos pomares de macieiras visando a redução das doenças. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 16, n. 200, p. 5, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Recomendações para o manejo de Pezicula (Olho de boi). **AGAPOMI**, Vacaria, n. 165, p. 5, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BARTNICKI, V. A.; AMARANTE, C. V. T. Radiação UV-Cc como tratamento pós-colheita para o controle da podridão olho-de-boi em maçãs 'Fuji' em uma linha comercial de seleção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010.

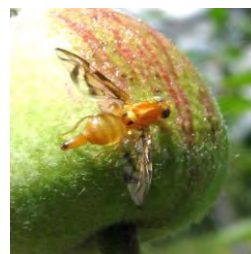
VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BARTNICKI, V. A.; AMARANTE, C. V. T.; CASTRO, L. A. S.; RIZZATTI, M. R.; SOUZA, J. A. V. Physical methods for postharvest control of *Cryptosporiopsis perennans*. In: AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY ANNUAL MEETING, 2009, Portland. **Proceedings...** [S.l.]: APS, 2009.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; COMPARIN, B. P.; SPOLTI, P. Controle de podridões de maçãs e de morangos com *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis* no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., Vitória, ES, 2008. **Anais...** [S.l.: SBF], 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SANTOS, M. C.; MEYER, G. A.; BARTNICKI, V. A.; NASCIMENTO, F. V.; ANDRADE, P. R. A. Controle químico em pré-colheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. In: **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, p. S82, 2009. Suplemento. Resumo apresentado no XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Rio de Janeiro, 2009.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SPOLTI, P.; DEL PONTE, E. M. Controle do inóculo inicial para redução dos danos da podridão olho de boi em macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1044-1054, 2010.

Caracterização e controle das pragas



Régis Sivori Silva dos Santos¹

Luiz Gonzaga Ribeiro²

Janaína Pereira dos Santos³

Adalecio Kovaleski⁴

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de macieira é uma atividade relativamente recente no Brasil que vem aumentando sua expressão econômica nos últimos anos. Segundo o IBGE (2011) na safra 2008/09 foram colhidas 1.222.885 t da fruta em uma área de 39.081 ha, com destaque para os estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, que contribuíram com mais de 95% do montante produzido. No Brasil, a exploração econômica desta fruteira tem sofrido prejuízos devido ao ataque de pragas, que tem demandado inúmeras intervenções químicas para manutenção da produção e que podem deixar resíduos na fruta colhida. Entre os insetos-praga, destacam-se a mariposa oriental *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae), a mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) e o grupo denominado de “grandes lagartas” (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002; KOVALESKI; SANTOS, 2008).

A mariposa oriental *G. molesta* é uma praga que aumentou a sua incidência na cultura da macieira nos últimos anos. As lagartas danificam os frutos, construindo galerias próximas ao cálice, prejudicando a qualidade e depreciando o valor comercial.

O adulto é uma pequena mariposa que mede cerca de 12 mm de envergadura, de coloração cinza-escuro com algumas estrias brancas. As lagartas variam da cor branca a rósea e quando completamente desenvolvidas medem em torno de 11 a 14 mm de comprimento. Os ovos medem em torno de 0,7 mm de diâmetro, possuem coloração branco-amarelada e apresentam-se forma de pequenos discos. O ciclo de vida abrange as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto,

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: regis@cnpuv.embrapa.br.

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: lega@epagri.sc.gov.br.

³ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: janapereira@epagri.sc.gov.br.

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: adalecio@cnpuv.embrapa.br.

sendo que a duração de cada fase pode variar com as condições climáticas. Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina a praga passa o inverno em diapausa na forma de lagarta sob as cascas das árvores, frutos mumificados ou sobre o solo entre as folhas. Os adultos têm o hábito crepuscular quando ocorre a cópula e a oviposição.

As lagartas podem atacar os ramos novos construindo galerias e provocando o murchamento do broto terminal. No entanto, o ataque em ponteiros de macieira é mais frequente em viveiros e em plantas de primeiro ano de plantio. O ataque em frutos ocorre, preferencialmente, próximo ao cálice, onde a lagarta penetra e destrói a polpa junto à região carpelar. No ponto de penetração das lagartas, verificam-se excrementos com aspecto de serragem ou exudação gomosa.

O monitoramento da grafolita em pomares comerciais é feito com o uso de armadilhas com feromônio sexual. A duração do septo contendo o feromônio é de 30 dias e o piso com cola deve ser substituído quando necessário.

O número de armadilhas a ser instalado está relacionado com a área do pomar, na proporção de uma armadilha para cada 3 a 5 ha. Em pomares menores que 3 ha instalar no mínimo duas armadilhas. As armadilhas devem ser instaladas antes da brotação e verificadas uma vez por semana para a contagem e remoção dos insetos capturados.

O método de controle atualmente recomendado é com o uso de inseticidas, principalmente, do grupo dos fosforados quando a praga ultrapassa o nível de controle. Como alternativa de controle, há a técnica de disruptura ou confusão sexual. Esta técnica já vem sendo utilizada em escala comercial em outros países, como USA, Nova Zelândia, África do Sul, entre outros.

A incidência da mosca-das-frutas é preocupante, acarretando aumentos nos custos, pelas frequentes aplicações de inseticidas para seu controle, além de perdas na produção (BLEICHER et al., 1982). Nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul ocorrem somente espécies do gênero *Anastrepha* (ORTH et al., 1986; CALKINS; MALAVASI, 1995), com destaque para a mosca-sul-americana, *A. fraterculus*, espécie de maior distribuição e abundância nas regiões produtoras (BLEICHER et al., 1982). Em macieira, é considerada a principal praga (RIBEIRO, 1999; KOVALESKI et al., 2000), representando mais de 90% dos indivíduos capturados em frascos caça-moscas (BLEICHER et al., 1982).

Quando o ataque da mosca-das-frutas é intenso, a perda pode ser total, podendo ocorrer o desenvolvimento completo das larvas, principalmente se o ataque for próximo da maturação (KOVALESKI et al., 2000). A mosca-das-frutas apresenta importância econômica pelos danos diretos causados à produção e pelas exigências quarentenárias impostas pelos países exportadores de frutas "in natura".

O monitoramento populacional permite o acompanhamento da flutuação da praga, contribuindo para o planejamento de estratégias de controle. Sabe-se que a espécie *A. fraterculus* é a mais abundante em pomares de macieira da Região Sul do Brasil, e que as diferentes espécies de mosca-das-frutas apresentam atratividade

preferencial por determinados atrativos. Vários estudos demonstraram a eficiência de diversas substâncias no monitoramento de mosca-das-frutas, porém, as informações em muitos casos são desiguais.

O custo e a eficiência na atratividade das diferentes substâncias são fatores que influenciam na escolha do atrativo para o monitoramento da praga. Além da padronização do atrativo, tornam-se necessários estudos de reavaliação do nível de controle para mosca-das-frutas, visando à diminuição dos danos causados pelo inseto e perdas na produção.

As “grandes lagartas” vêm se tornando um grupo importante de insetos-praga em pomares comerciais de macieira desde que sistemas seletivos de manejo de pragas primárias passaram a ser empregados (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002). Este grupo de insetos pertencentes, principalmente, às famílias Noctuidae e Geometridae pode se alimentar de folhas e frutos de macieira (Figura 1) e serem encontrados durante todo o ciclo da cultura (FONSECA, 2006).



Figura 1. Lagartas consumindo o limbo foliar de macieira (A) e frutos danificados por “grandes lagartas” (B).

Levantamentos populacionais em pomares comerciais de macieira mostraram a existência de mais de 30 morfo-espécies de mariposas em atividade de voo com destaque para *Physocleora dimidiaria* (Geometridae) (SANTOS et al., 2008). Este geometrídeo apresenta maior índice de captura nos meses de fevereiro e março, período em que se observa redução de aplicação de inseticidas nos pomares (FONSECA et al., 2009). Quanto aos métodos de controle de “grandes lagartas”, o emprego de inseticidas químicos é o mais utilizado, porém direcionado para pragas principais como a mosca-das-frutas e a mariposa oriental. Para “grandes lagartas” ainda não há uma recomendação efetivamente testada para controle de formas jovens, assim como uma estratégia para monitoramento dos adultos nos pomares. O uso de compostos florais como atrativos de mariposas e de inseticidas biológicos ou reguladores de crescimento para lagartas pode ser uma alternativa para o manejo das populações de “grandes lagartas” em pomares de macieira. O presente relatório tem como objetivos apresentar os resultados alcançados nos estudos de eficiência de feromônios em tecnologia de confusão sexual para controle de *G. molesta*; adequar níveis de controle para mosca-das-frutas e avaliar alternativas de monitoramento e controle para “grandes lagartas”.

2. METODOLOGIA

2.1. Experimento 1: Avaliar a eficiência de feromônios de confusão sexual para as principais pragas da macieira.

Durante os ciclos 2007/2008 e 2008/2009, foram conduzidos dois experimentos no município de São Joaquim, SC, visando o controle de *G. molesta* com o uso de feromônio sexual na cultura da macieira. Um experimento foi conduzido em um pomar comercial conduzido no sistema convencional e outro experimento foi conduzido em um pomar comercial conduzido no sistema orgânico.

Ciclo 2007/2008

Ação nº 1: Pomar Convencional com 12 anos de idade composto com as cvs. Gala e Fuji enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido. Área tratada: 4 ha, utilizando-se 1kg/ha do feromônio Splat Grafo, sendo aplicados 1.000 pontos de 1 grama/ha. Área testemunha: 4 ha, onde o produtor fez o controle de *G. molesta* com uso de inseticidas durante o período de condução do experimento. A primeira aplicação do Splat Grafo foi realizada em 03 e 04/12/2007 e a segunda em 10/03/2008.

A flutuação populacional de *G. molesta* na área tratada com feromônio e na testemunha, foi realizada com cinco armadilhas por área, usando o modelo Delta iscada com septo de feromônio específico para a captura da grafolita. A troca dos septos foi realizada a cada 30 dias e do piso adesivo quando foi necessário. A distribuição das armadilhas por área foi a seguinte: 4 armadilhas nas extremidades e uma no centro do pomar. As armadilhas foram instaladas em 17/09/2007 e vistoriadas uma vez por semana, onde foram contados e removidos os insetos capturados. O monitoramento foi realizado até 05/05/2008.

A avaliação de frutos infestados com dano de *G. molesta* foi realizada na época de colheita de cada cultivar (Gala: 18/02/2008 e Fuji: 12/03/2008). Em cada data de avaliação foram amostrados 500 frutos na bordadura e mais 500 frutos na parte interna por área do pomar.

Ação nº 2: Pomar Orgânico com 11 anos de idade composto com as cvs. Gala e Fuji enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido com filtro de EM-9. Área tratada: 1 ha, utilizando-se 1kg/ha do feromônio Splat Grafo, sendo aplicados 1.000 pontos de 1 grama/ha. Área testemunha: 0,2 ha, onde o produtor fez o controle de *G. molesta* com uso de produtos orgânicos durante o período de condução do experimento. A primeira aplicação do Splat Grafo foi realizada em 06/12/2007 e a segunda em 11/03/2008.

Para a flutuação populacional da praga foram instaladas três armadilhas delta na área tratada e uma na testemunha. A distribuição das armadilhas por área foi a seguinte: 2 armadilhas nas extremidades e uma no centro do pomar na área tratada e uma na testemunha e uma na periferia. As armadilhas foram instaladas em 11/09/2007 e vistoriadas uma vez por semana, onde foram contados e removidos os insetos capturados. O monitoramento foi realizado até 05/05/2008.

A avaliação de frutos infestados com dano de *G. molesta* foi realizada na época de colheita de cada cultivar (Gala: 19/02/2008 e Fuji: 13/03/2008). Em cada data de avaliação foram amostrados 500 frutos na bordadura e mais 500 frutos na parte interna por área tratada com Splat Grafo e 500 frutos na área testemunha do pomar.

Ciclo 2008/2009

Ação nº 1: Pomar Convencional - Utilizou-se o mesmo pomar e a mesma área experimental do ciclo anterior. Área tratada: 4 ha, utilizando-se 1 kg/ha do feromônio Splat Grafo, sendo aplicados 333 pontos de 3 grama/ha. Área testemunha: 4 ha, onde o produtor fez o controle de *G. molesta* com uso de inseticidas durante o período de condução do experimento. A aplicação do Splat Grafo foi realizada em 28/10/08 em uma única data com 333 pontos de 3 gramas por ponto, devido a baixa população da praga na área tratada no ciclo anterior.

Para acompanhar o monitoramento de *G. molesta* na área tratada com feromônio e na testemunha, foram instaladas cinco armadilhas modelo Delta por área. A distribuição das armadilhas por área foi a seguinte: 4 armadilhas nas extremidades e uma no centro do pomar. As armadilhas foram instaladas em 11/08/2008 e vistoriadas uma vez por semana, onde foram contados e removidos os insetos capturados. O monitoramento foi realizado até 06/04/2009.

A avaliação de frutos infestados com dano de *G. molesta* foi realizada na época de colheita de cada cultivar (Gala: 09/02/2009 e Fuji: 30/03/2009). Em cada data de avaliação foram amostrados 500 frutos na bordadura e mais 500 frutos na parte interna por área do pomar.

Ação nº 2: Pomar Orgânico - Utilizou-se o mesmo pomar e a mesma área experimental do ciclo anterior. Área tratada: 1 ha, utilizando-se 1 kg/ha do feromônio Splat Grafo, sendo aplicados 333 pontos de 3 grama/ha. Área testemunha: 0,2 ha, onde o produtor fez o controle de *G. molesta* com uso de produtos orgânicos durante o período de condução do experimento. A aplicação do Splat Grafo foi realizada em 04/11/2008, em uma única data, com 333 pontos de 3 gramas/ponto devido a baixa população da praga na área tratada no ciclo anterior.

Para acompanhar o monitoramento de *G. molesta* na área tratada com feromônio foram instaladas três armadilhas e uma na testemunha, modelo delta iscada com septo de feromônio específico para a captura de grafolita. A troca dos septos foi realizada a cada 30 dias e do piso adesivo quando foi necessário. A distribuição das armadilhas por área foi a seguinte: 2 armadilhas nas extremidades e uma no centro do pomar na área tratada e uma na testemunha e uma na periferia. As armadilhas foram instaladas no centro do pomar centro do pomar e na área tratada, uma na testemunha e uma na periferia. As armadilhas foram instaladas em 12/08/2008 e vistoriadas uma vez por semana, onde foram contados e removidos os insetos capturados. O monitoramento foi realizado até 07/04/2009.

A avaliação de frutos infestados com dano de *G. molesta* foi realizada na época de colheita de cada cultivar (Gala: 10/02/2009 e Fuji: 25/03/2009). Em cada

data de avaliação foram amostrados 500 frutos na bordadura e mais 500 frutos na parte interna por área tratada com Splat Grafo e 500 frutos na área testemunhado pomar. A análise estatística dos resultados será realizada após completar mais uma safra.

2.2. Experimento 2: Adequar níveis de controle para o controle de mosca-das-frutas em macieira.

Ação 1: Avaliação de atrativos alimentares utilizados no monitoramento de *Anastrepha fraterculus* em pomar de macieira.

O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia de cinco atrativos utilizados para o monitoramento de adultos de mosca-das-frutas. O estudo foi desenvolvido no pomar de produção orgânica de maçãs da Epagri/Estação Experimental de Caçador, na safra 2008/2009, com início no dia 19 de novembro de 2008 e término no dia 22 de abril de 2009, totalizando 23 ocasiões de coleta.

O delineamento utilizado foi o completamente casualizado composto pelos seguintes tratamentos: **T1:** Suco de uva diluído a 25%; **T2:** Proteína hidrolisada (BioAnastrepha) diluída a 3%; **T3:** Proteína hidrolisada (Isca Mosca) diluída a 3%; **T4:** Glicose invertida diluída a 3%; **T5:** Atrativo alimentar fermentado em tabletes (Torula- Biocontrole). As avaliações e as trocas de atrativos foram realizadas semanalmente.

Os insetos capturados foram contados, verificando-se o sexo dos indivíduos. Fez-se um gráfico de flutuação populacional das moscas durante o período de estudo e determinou-se a relação macho/fêmea dos indivíduos coletados. Para verificação da eficácia dos atrativos, os dados foram transformados para log 10 (mosca-das-frutas) e foram submetidos ao teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Ação 2: Adequação do nível de controle de *Anastrepha fraterculus* em macieira.

Neste estudo foram avaliados diferentes níveis de controle para mosca-das-frutas em macieira, visando à melhor época de controle com aplicação inseticida em cobertura total. O objetivo deste estudo foi estabelecer um nível de controle adequado, visando à redução nos danos em pelo menos 5%.

O estudo foi desenvolvido em um pomar de produção convencional de maçãs 'Fuji Suprema', localizado na EPAGRI/Estação Experimental de Caçador, de dezembro de 2008 a abril de 2009. O delineamento utilizado foi o de blocos completos ao acaso, composto por cinco repetições. Os tratamentos corresponderam aos seguintes níveis de controle: **T1:** nível de controle zero; **T2:** nível de controle 0,2; **T3:** nível de controle 0,5 e **T4:** testemunha. No tratamento 1, quando caísse na armadilha pelo menos uma mosca, já se realizava o tratamento inseticida. No tratamento 2, o nível de controle foi de 0,2mosca/frasco/dia cumulativo para a primeira pulverização. Após a primeira pulverização o nível de controle foi de 0,2mosca/frasco/dia. Da mesma forma, ocorreu para o nível de controle de 0,5.

No tratamento testemunha não foi estabelecido nível de controle e não foram feitas aplicações inseticidas. O inseticida utilizado foi o Metidation (Supracid 400CE) na dose de 100mL/100L. Utilizaram-se armadilhas do tipo McPhail, instaladas no terço médio da copa das árvores, na posição sudeste, a uma altura de 1,8m do solo. Para cada tratamento, instalaram-se duas armadilhas, uma na borda da mata e outra dentro do pomar. Colocou-se em cada armadilha 300 mL de atrativo alimentar a base de proteína hidrolisada (Torula).

O atrativo foi trocado semanalmente e as avaliações foram feitas duas vezes por semana para a contagem dos insetos capturados. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas e levados até o laboratório para avaliação. Cada tratamento foi composto por cinco repetições, que corresponderam a cinco plantas. Coletou-se 20 frutos de cada planta, o que correspondeu a 100 frutos/repetição e 500 frutos/tratamento. Verificaram-se os danos de mosca-das-frutas nas formas de deformação externa, galerias internas e presença de larvas. Foi avaliado o número de frutos com a presença ou a ausência destes danos na epiderme.

Os dados de captura foram transformados para log 10 (mosca-das-frutas) e submetidos ao teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Já os dados de peso médio dos frutos foram comparados entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Para verificar a diferença de captura entre as armadilhas situadas próximas a mata e as de dentro do pomar, foram coletados 50 frutos de cada planta em que se encontravam estas armadilhas para avaliação de danos de mosca e peso médio dos frutos. Os dados foram submetidos ao teste T.

2.3. Experimento 3: Alternativas de controle das outras lagartas (grandes lagartas).

Ação 1: Eficiência de inseticidas para controle de lagartas de *P. dimidiaria*

O experimento foi conduzido em janeiro de 2008 em plantas de um pomar experimental de macieira cultivar Gala (4,0 x 1,5m) com dez anos de idade, localizado na Estação Experimental de Fruticultura Temperada da Embrapa Uva e Vinho em Vacaria, RS, e no laboratório de entomologia da Instituição. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados com sete tratamentos e cinco repetições (Tabela 1). Cada bloco foi composto de uma fileira de 21 plantas dividido em sete parcelas de três plantas onde foram alocados, aleatoriamente, os tratamentos. O ensaio constituiu da aplicação dos tratamentos com um pulverizador costal regulado para um volume de calda de 1000 L/ha, e pressão de 1,5 atm. Evitou-se a deriva do produto pela colocação de um anteparo plástico em posição contrária ao aplicador. Para a análise foram retiradas três folhas, aleatoriamente, das plantas centrais das parcelas tratadas no dia da aplicação e sete dias após, ofertando-as para 10 lagartas de primeiro ínstar de *P. dimidiaria* por tratamento. As avaliações da mortalidade foram efetuadas 24, 48, 72 e 92 horas após o contato das lagartas com os tratamentos. Os dados foram

transformados para $\sqrt{x + 0,5}$ e submetidos a ANOVA e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para separação das médias.

Tabela 1. Descrição dos produtos utilizados no ensaio para controle de *Physocleora dimidiaria* (Lepidoptera: Geometridae) em macieira. Vacaria, RS, 2008.

Características	Inseticidas					
	Agree	Cascade	Dipel	Intrepid	Mimic	Nomolt
Grupo Químico	Biológico	Benzoilureia	Biológico	Diacilhidrazina	Diacilhidrazina	Benzoilureia
Princípio ativo	<i>B.thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> + <i>kurstak</i>	Flufenoxuron	<i>B.thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	Metoxifenoizida	Tebufenozida	Teflubenzuron
Formulação	PM	CE	WG	SC	SC	SC
Concentração (g/kg ou L)	500	100	540	240	240	150
Classe toxicológica	III	I	II	IV	IV	IV
Dose g ou mL/100L	100	80	60	50	90	40

Ação 2: Avaliação de compostos florais para monitoramento de mariposas

O estudo foi iniciado na safra 2007/08 em pomar comercial de macieira cultivar Fuji localizado em Vacaria, RS. Um total de 24 atrativos florais líquidos (quatro essências e vinte variações nas concentrações) foram depositados em micro tubos de 1 mL e fixados, individualmente, na parte superior interna da tampa de uma armadilha Mcphail (Figura 2A). As armadilhas, contendo água e detergente no bojo, foram instaladas nas plantas, aleatoriamente, a 1,8 m de altura do solo e espaçadas de 25 m uma das outras. Diariamente, entre 26/02 a 04/03/2008 as armadilhas foram vistoriadas e as mariposas coletadas e encaminhadas ao laboratório para identificação. O segundo ensaio, para determinação do melhor atrativo e armadilha para monitoramento de adultos, foi conduzido na safra 2008/09 em um pomar comercial de macieira da cultivar Fuji também localizado em Vacaria, RS. Para o estudo foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com sete tratamentos (Tabela 2) e quatro repetições por tipo de armadilha (Delta e Mcphail). Todas as armadilhas foram dispostas no pomar como anteriormente descrito. Nas armadilhas Delta e piso colante, o atrativo floral (essência floral – 1 mL) foi fixado na lateral interna da armadilha (Figura 2B). As armadilhas foram instaladas em 18/03/2009 e retiradas em 21/05/2009, sendo vistoriadas a intervalos semanais, quando era realizado rodízio de posição das armadilhas no bloco, cômputo e identificação das espécies de mariposas. Os atrativos foram substituídos sempre que houve necessidade (perdas por evaporação), o que levou em torno de 30 dias. Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$ e submetidos a ANOVA e ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade para separação das médias.



Figura 2. Micro tubo contendo essência floral fixado no interior de uma armadilha Mcphail (A) e Delta (B). Vacaria, RS, 2008/09.

Tabela 2. Atrativos utilizados para monitoramento de mariposas em pomar de macieira da cultivar Fuji. Vacaria, RS, 2009.

Tratamento	Atrativo
T1	Floral V
T2	Floral F
T3	Floral P
T4	Floral M
T5	Suco de uva (25%)
T6	Testemunha s/atrativo
T7	Proteína AnaMed (Isca Tecnologias)

Ação 3: Eficiência da técnica de atrain-mata com compostos florais e cipermetrina

Os experimentos visando conhecer a eficiência do produto Splat Cida GL foram conduzidos em dois pomares comerciais de macieira (cultivar Fuji, espaçamento de 4m x 1,2m) com infestação natural de “grandes lagartas, localizados no município de Vacaria-RS: Pomar 1 (S 28° 28’37” e W 50° 47’ 49”) e pomar 2 (S 28° 29’16” e W 50° 49’03”), no período de novembro/08 a abril/09. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três tratamentos e duas repetições por pomar (Tabela 3). O produto Splat Cida GL (formulado a base de atrativos florais e cipermetrina) foi aplicado com auxílio de uma pistola dosadora manual na dose de 1 kg por hectare, com distribuição de 1 grama do produto por planta (2.100 plantas/ha) (Figura 3), em novembro/08 (aplicação 1) e janeiro/09 (aplicação 2). Em cada bloco (3 hectares) foram instaladas, aleatoriamente, 4 armadilhas de monitoramento de mariposas (2 deltas com atrativo floral correspondente e 2 Mcphail com suco de uva a 25% no bloco). As armadilhas de monitoramento foram vistoriadas, semanalmente, de outubro/08 a abril/09 e computado o número e espécies de mariposas capturadas. A avaliação dos danos em frutos foi realizada no período de colheita da cultivar em, aproximadamente, 2 mil frutos por tratamento.

Tabela 3. Tratamentos utilizados no experimento Splat Cida GL em pomar comercial de macieira cultivar Fuji, Vacaria, 2008/09.

Tratamento	Produto
1	Splat Cida GL (C10/D90/V)
2	Splat Cida GL (A50/C50/F)
3	Testemunha (tratamento convencional do produtor)



Figura 3. Pasta contendo cera, atrativo floral e inseticida aplicado em planta de macieira. Vacaria, RS, 2008.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1: Avaliar a eficiência de feromônios de confusão sexual para as principais pragas da macieira.

Ciclo 2007/2008

Ação nº 1: Pomar Convencional com 12 anos de idade composto com as variedades Gala e Fuji enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido.

Número total de insetos capturados até a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 24 insetos e Área testemunha = 361 insetos. Número total de insetos capturados após a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 4 insetos e na Área testemunha = 1.749 insetos (Figura 4).

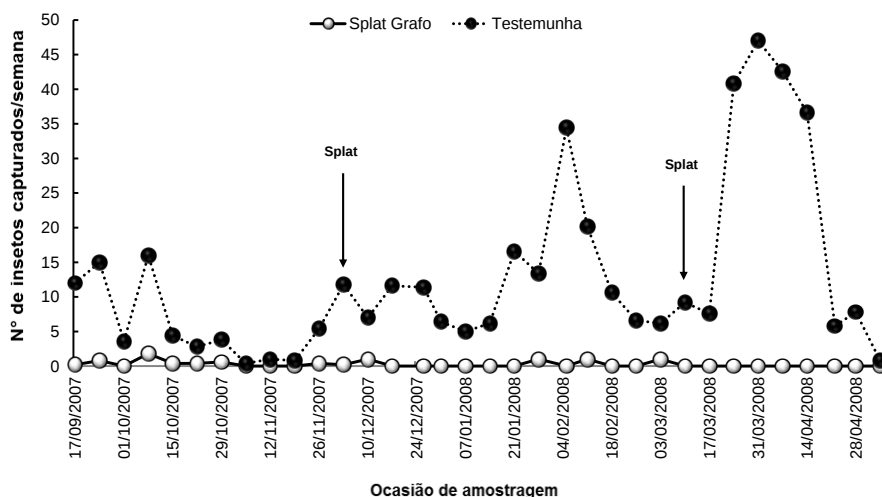


Figura 4. Número de adultos de *Grapholita molesta* capturados/semana nas áreas tratadas com o feromônio Splat e Testemunha. Ciclo 2007/2008

Com base nos resultados obtidos verifica-se que ocorreu uma redução muito acentuada na captura de insetos na área tratada com Splat Grafo comparado com a área testemunha. Esse resultado obtido nessa safra evidencia que o produto aplicado é eficiente no confundimento dos machos de *G. molesta* e que os mesmos não conseguem localizar as fêmeas para o acasalamento e consequentemente evita-se a postura.

Com relação à percentagem de frutos infestados na época de colheita de cada variedade, obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 4):

Tabela 4. Percentagem de dano de *Grapholita molesta* na área tratada com “Splat Grafo” e Testemunha tratada com inseticida no ciclo 2007/2008. São Joaquim, SC.

Cultivar	Área tratada	Área testemunha
Gala	0,2%	0,8%
Fuji	0,4%	0,8%

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que houve uma redução na percentagem de dano na área tratada com Splat Grafo em relação à Testemunha. No entanto pelo baixo índice de captura de insetos na área tratada, esperava-se que a percentagem de dano nos frutos na área tratada fosse menor.

Ação nº 2: Pomar Orgânico com 11 anos de idade composto com as variedades Gala e Fuji enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido com filtro de EM-9.

Número total de insetos capturados até a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 7 insetos e Área testemunha = 44 insetos. Número total de insetos capturados após a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 9 insetos e Área testemunha = 261 insetos. Com base nos resultados obtidos verifica-se que também ocorreu uma redução acentuada na captura de insetos na área tratada com Splat Grafo comparado com a área testemunha (Figura 5). Esse resultado obtido nessa safra evidencia que o produto aplicado é eficiente no confundimento dos machos de *G. molesta* e que os mesmos não conseguem localizar as fêmeas para o acasalamento e consequentemente evita-se a postura.

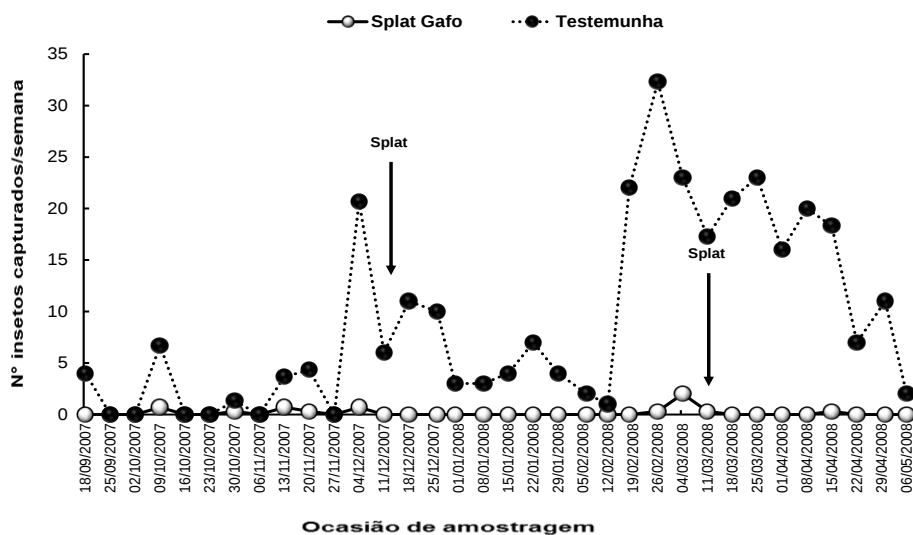


Figura 5. Número de adultos de *Grapholita molesta* capturados/semana nas áreas tratadas com o feromônio Splat e Testemunha. Ciclo 2007/2008

Com relação à percentagem de frutos infestados na época de colheita de cada variedade, obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 5):

Tabela 5. Percentagem de dano de *Grapholita molesta* na área tratada com “Splat Grafo” e Testemunha no ciclo 2007/2008. São Joaquim, SC.

Cultivar	Área tratada	Área testemunha
Gala	2,4%	10,6%
Fuji	1,3%	4,8%

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que houve uma redução na percentagem de dano na área tratada com Splat Grafo em relação à testemunha. No entanto, pelo baixo índice de captura de insetos na área tratada, esperava-se que a percentagem de dano nos frutos na área tratada fosse menor.

Ciclo 2008/2009

Ação nº 1: Pomar Convencional com 12 anos de idade composto com as variedades Gala e Fuji enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido.

Número total de insetos capturados até a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 22 insetos e Área testemunha = 420 insetos. Número total de insetos capturados após a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 9 insetos e Área testemunha = 800 insetos. Com base nos resultados obtidos verifica-se que também ocorreu uma redução muito acentuada na captura de insetos na área tratada com Splat Grafo comparado com a área testemunha (Figura 6). Esse resultado evidencia que o produto aplicado é eficiente no confundimento dos machos de *G. molesta* e que os mesmos não conseguem localizar as fêmeas.

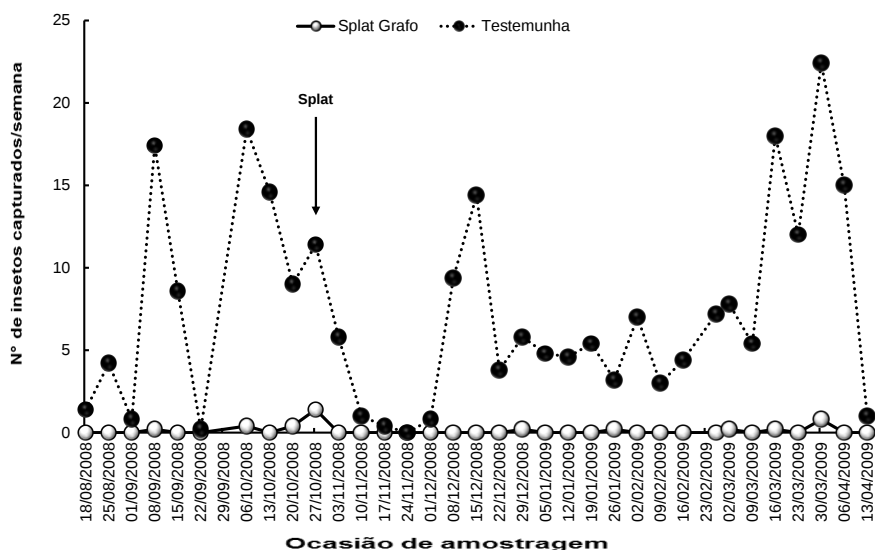


Figura 6. Número de adultos de *Grapholita molesta* capturados/semana nas áreas tratadas com o feromônio Splat e Testemunha. Ciclo 2008/2009

Com relação à percentagem de frutos infestados na época de colheita de cada variedade, obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 6):

Tabela 6. Percentagem de dano de *Grapholita molesta* na área tratada com "Splat Grafo" e Testemunha tratada com inseticida no ciclo 2008/2009. São Joaquim, SC.

Cultivar	Área tratada	Área testemunha
Gala	0,1%	0,2%
Fuji	0,0%	0,1%

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que houve uma baixa percentagem de dano nos frutos tanto na área tratada com Splat Grafo como na Testemunha. No entanto, na área tratada com Splat a percentagem de dano foi menor.

Ação nº 2: Pomar Orgânico com 11 anos de idade composto com as variedades Gala e Fuji enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido com filtro de EM-9.

Número total de insetos capturados até a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 1 insetos e Área testemunha = 12 insetos. Número total de insetos capturados após a primeira aplicação do Splat Grafo: Área tratada = 1 insetos e Área testemunha = 106 insetos. Com base nos resultados obtidos verifica-se que também nesse ciclo que ocorreu uma redução acentuada na captura de insetos na área tratada com Splat Grafo comparado com a área testemunha (Figura7). Esse resultado obtido nessa safra evidencia que o produto aplicado é eficiente no confundimento dos machos de *G. molesta* e que os mesmos não conseguem localizar as fêmeas para o acasalamento e consequentemente evita-se a postura.

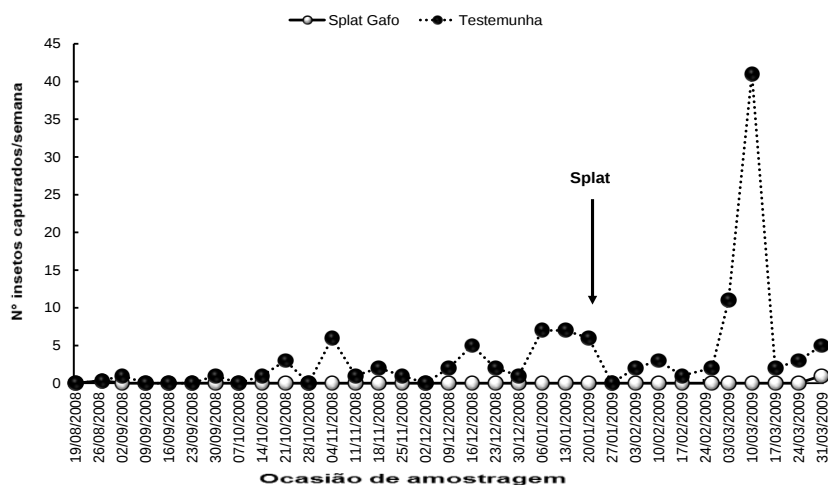


Figura 7. Número de adultos de *Grapholita molesta* capturados/semana nas áreas tratadas com o feromônio Splat e Testemunha. Ciclo 2008/2009

Com relação à percentagem de frutos infestados na época de colheita de cada variedade, obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 7):

Tabela 7. Percentagem de dano de *Grapholita molesta* na área tratada com "Splat Grafo" e Testemunha no ciclo 2008/2009. São Joaquim, SC.

Cultivar	Área tratada	Área testemunha
Gala	1,0%	3,6%
Fuji	1,1%	1,2%

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que na cultivar Gala houve uma redução na percentagem de dano na área tratada com Splat Grafo em relação à Testemunha. Já na cultivar Fuji a percentagem de dano foi similar entre a testemunha e a área tratada com Splat. No entanto pelo baixo índice de captura de insetos na área tratada, esperava-se que a percentagem de dano nos frutos na área tratada fosse menor.

3.2. Experimento 2: Adequar níveis de controle para o controle de mosca-das-frutas em macieira.

Ação 1: Avaliação de atrativos alimentares utilizados no monitoramento de *Anastrepha fraterculus* em pomar de macieira.

Durante a safra 2008/2009, verificou-se elevada população de mosca-das-frutas, com número bem superior a safra anterior. Na safra 2007/2008 foram coletadas durante 25 ocasiões, 312 indivíduos de *A. fraterculus*. Já na safra 2008/2009, em 23 ocasiões foram coletados 5163 indivíduos, sendo que o maior pico populacional ocorreu em meados de dezembro, onde foram coletados 1257 indivíduos de *A. fraterculus* (Figura 8). Verificou-se que todos os atrativos atraíram adultos de *A. fraterculus*, entretanto, o atrativo Torula demonstrou melhor eficácia e maior estabilidade de captura nos picos populacionais da praga. Porém, não diferiu estatisticamente dos tratamentos: (1) Suco de uva a 25%; (2) BioAnastrepha e (4) Glicose invertida (Tabela 8 e Figura 8). O tratamento (3) IscaMosca foi o que proporcionou menor captura de moscas, não diferindo estatisticamente do tratamento (1) (Tabela 8). Dos 5163 adultos de *A. fraterculus* capturados, 57,5% eram fêmeas e 42,5% eram machos (Figura 9). A relação foi de 1,4 fêmeas para cada macho capturado, e a razão sexual foi de 0,57.

Tabela 8. Número médio de adultos *Anastrepha fraterculus* capturados em diferentes atrativos alimentares em pomar de macieira. Caçador, SC (safra, 2008/2009).

Tratamentos	Média
Suco de uva (25%)	184,25 AB
BioAnastrepha (3%)	301,00 A
Isca Mosca (3%)	35,75 B
Glicose invertida (3%)	320,50 A
Torula tabletes	449,25 A
Média	258,15
CV (%)	13,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

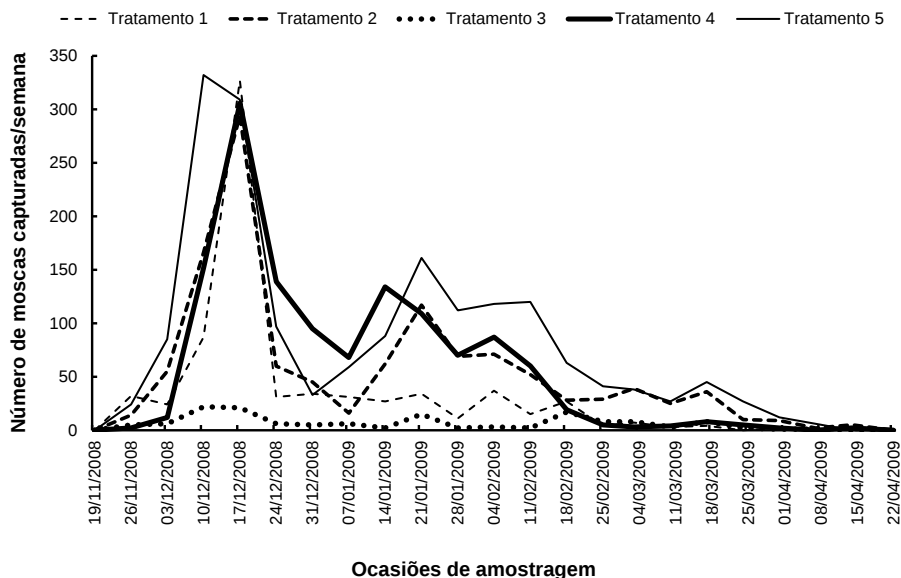


Figura 8. Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* com diferentes atrativos alimentares. Caçador, SC (19/11/2008 a 22/04/2009).

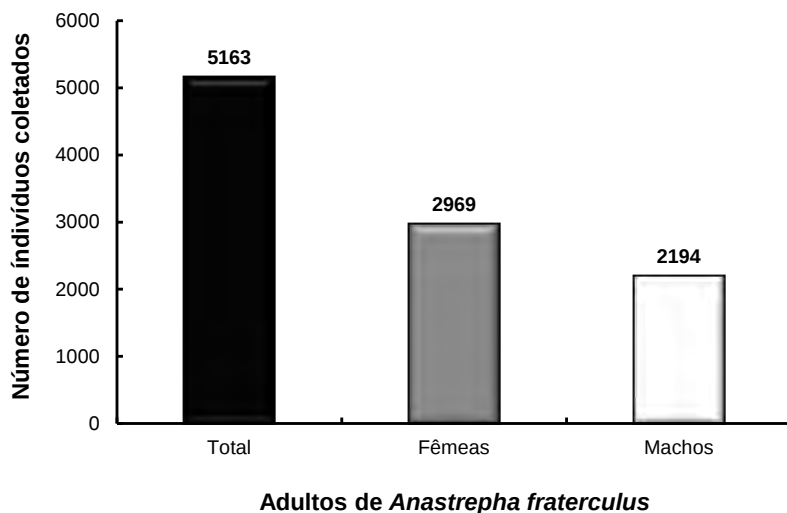


Figura 9. Número total, número de fêmeas e de machos de *Anastrepha fraterculus* capturados com armadilhas contendo diferentes atrativos alimentares. Caçador, SC (19/11/2008 a 22/04/2009).

Ação 2: Adequação do nível de controle de mosca-das-frutas em macieira.

Durante o estudo, foram realizadas 31 avaliações, onde se coletou 146 indivíduos de *A. fraterculus*. Devido a detecção do nível de dano proposto para cada tratamento, foram feitas nos tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, 15, 10 e 3 aplicações de inseticida para o controle da mosca (Figura 10). Apesar de se ter observado menos frutos com danos de moscas no tratamento 1 (nível de controle zero) verificou-se que não houve significância entre os tratamentos, o mesmo caso ocorreu para o peso dos frutos (Tabela 9).

Devido a detecção do nível de dano proposto para cada tratamento, foram feitas nos tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, 15, 10 e 3 aplicações de inseticida para o controle da mosca (Figura 3). Apesar de se ter observado menos frutos com danos de moscas no tratamento 1 (nível de controle zero) verificou-se que não houve significância entre os tratamentos, o mesmo caso ocorreu para o peso dos frutos (Tabela 2).

Tabela 9. Número médio de frutos atacados por mosca-das-frutas e peso médio dos frutos em diferentes níveis de controle.

Tratamentos	Média de frutos com danos	Peso médio dos frutos (g)
1- Nível de controle 0	3,2 ^{ns}	172,8 ^{ns}
2- Nível de controle 0,2	4,2	169,1
3- Nível de controle 0,5	3,7	171,6
4- Testemunha (sem controle)	4,8	167,7
CV (%)	48,8	4,8

^{ns} Não significativo pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

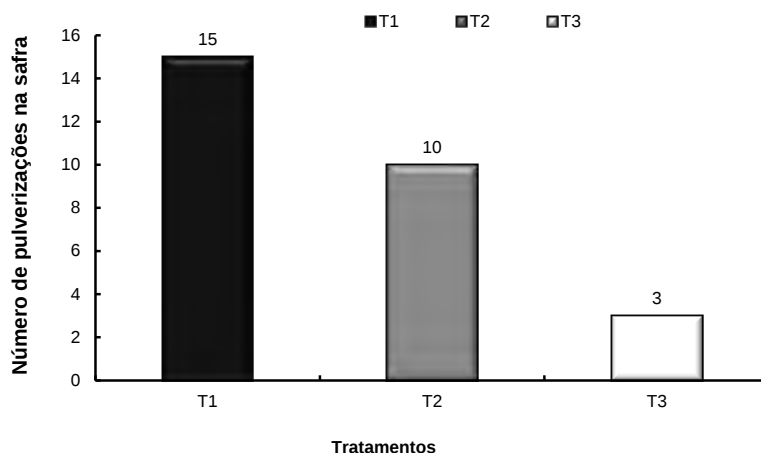


Figura 10. Número de pulverizações realizadas em cada tratamento, durante 31 avaliações. Caçador, SC (04/12/2008 a 19/03/2009).

Verificou-se maior coleta de moscas, nas armadilhas instaladas próximas a área de mata. Durante as 31 ocasiões coletou-se nas armadilhas instaladas próximas a mata 100 indivíduos de *A. fraterculus* e nas armadilhas instaladas no pomar, 46 indivíduos (Figura 11). As armadilhas da mata e do pomar representaram respectivamente 68,5% e 31,5% de moscas coletadas (Figura 12). Houve diferença significativa no número de frutos atacados por moscas e no peso dos frutos coletados nas armadilhas situadas próximas a mata e dentro do pomar (Tabela 10).

Tabela 10. Média de frutos atacados por mosca-das-frutas e peso médio dos frutos coletados de plantas com armadilhas situadas próximas a mata e dentro do pomar.

Tratamentos	Média de moscas capturadas	Peso médio dos frutos (g)
1- Armadilhas próximas da mata	5,8 A	169,9 ^{ns}
2- Armadilhas dentro do pomar	4,2 B	168,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T.

^{ns} Não significativo pelo teste T.

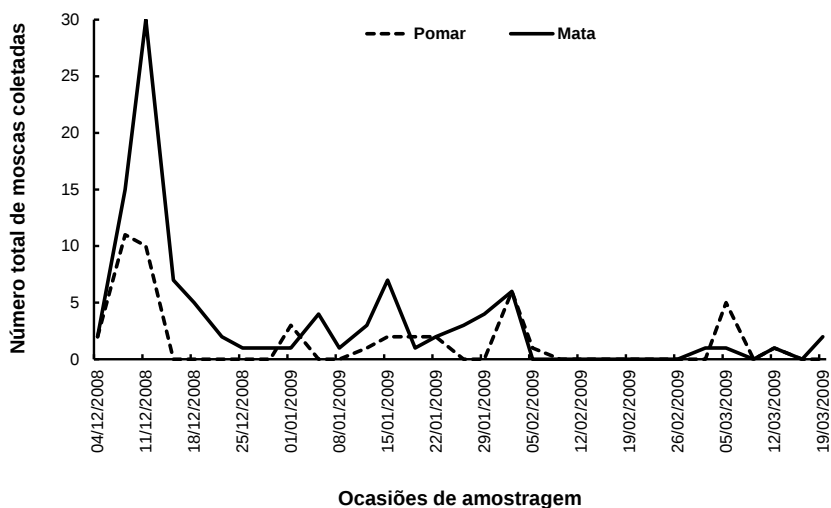


Figura 11. Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* coletados em armadilhas instaladas próximas a área de mata e dentro do pomar. Caçador, SC (04/12/2008 a 19/03/2009).

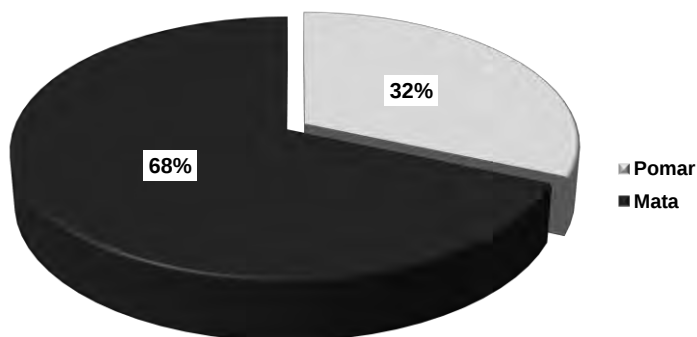


Figura 12. Percentagem de adultos de *Anastrepha fraterculus* coletados em armadilhas instaladas próximas a área de mata e dentro do pomar. Caçador, SC (04/12/2008 a 19/03/2009).

3.3. Experimento 3: Alternativas de controle das outras lagartas (grandes lagartas).

Ação 1: Eficiência de inseticidas para controle de lagartas de *Physocleora dimidiaria*

Os resultados do estudo indicaram que os tratamentos com *Bacillus thuringiensis*, tebufenozide (Mimic 240) e metoxifenoza (Intrepid 240) foram eficientes no controle de lagartas de primeiro ínstar de *P. dimidiaria* um dia após o contato, com destaque para *B. thuringiensis* que ocasionou 98% de mortalidade (Tabela 11). Observou-se uma acentuada redução de eficiência de todos os produtos testados sete dias após a aplicação, quando a mortalidade obtida com *B. thuringiensis* equivaleu-se à mortalidade controle, e os inseticidas tebufenozide e metoxifenoza, embora ocasionando mortalidade superior à testemunha, seus índices foram baixos, em torno de 60% (Tabela 11). É importante salientar que em condições de campo, tanto tebufenozide quanto metoxifenoza mostraram-se eficientes para controle de *G. molesta* em pereira (GRÜTZMACHER et al., 1999) e pessegueiro (ARIOLI et al., 2004), praga de importância econômica e de ocorrência concomitante a *P. dimidiaria* em pomares de macieira. No presente estudo, os inseticidas inibidores de síntese de quitina (flufenoxuron e teflubenzuron) não mostraram eficiência de controle para *P. dimidiaria* (Tabela 11).

Com relação à mortalidade acumulativa constatou-se que a partir de 48h os tratamentos com *B. thuringiensis*, mostraram índices de mortalidade superiores, numericamente, aos demais tratamentos mantendo-se até o fim do experimento (Figura 13). Os inseticidas fisiológicos metoxifenoza e tebufenozide evidenciaram mortalidade crescente ao longo do estudo, com destaque para o período entre 48 a 72 horas após o contato com os produtos (Figura 13).

Tabela 11. Percentagem corrigida de lagartas de *Physocleora dimidiaria* mortas, por tratamento, quatro dias após o contato com o produto.

Tratamentos	I.A.	Dose (PC)/100L	Mortalidade * (%) Folhas 1º dia	Mortalidade * (%) Folhas 7º dia
Testemunha	-	-	10 b	14 b
Agree PM	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> + <i>kurstaki</i>	100	86 a	20 b
Cascade 100 CE	Flufenoxuron	80	26 b	34 b
Mimic 240 SC	Tebufenozide	90	76 a	60 a
Dipel WG	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	60	98 a	26 b
Nomolt 150 SC	Teflubenzuron	40	26 b	30 b
Intrepid 240 SC	Metoxifenoazida	50	70 a	58 a

*Médias seguidas pela mesma letra (na coluna) não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

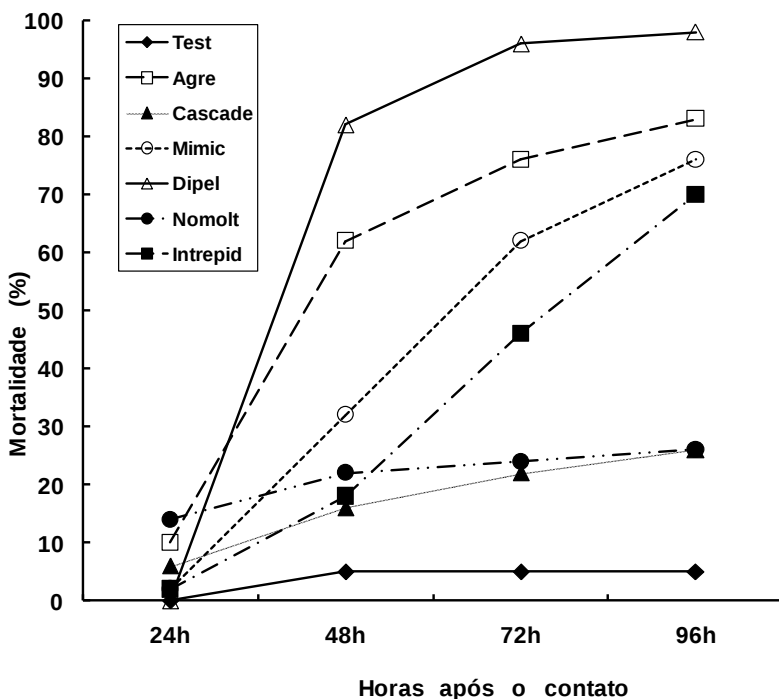


Figura 13. Mortalidade cumulativa de lagartas de primeiro instar de *Physocleora dimidiaria* após consumo de folhas de macieira, cultivar Gala, tratadas com diferentes inseticidas no dia da oferta. Vacaria, RS, 2008.

Ação 2: Compostos florais para monitoramento de mariposas

Os resultados do teste de seleção de atrativos na safra 2007/08 mostraram à ocorrência de 32 morfo-espécies de mariposas, com destaque para *Physocleora dimidiaria* (Lepidoptera: Geometridae), *Pseudoplusia includense* *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). Em relação aos atrativos constatou-se que a melhor resposta de captura foi obtida nas diluições das essências originais (Tabela 12), e serviu para selecionar os atrativos com maior frequência de captura (F, M, P e V) para trabalhos futuros. Este estudo, embora preliminar, indicou que a proximidade das lavouras anuais do pomar pode ser um foco de “grandes lagartas” e que atrativos florais poderão tornar-se uma importante ferramenta para o monitoramento desses insetos nos pomares de macieira.

No estudo realizado na safra 2008/09, foram identificadas 69 e 76 morfo-espécies de mariposas coletadas em armadilhas Delta e Mcphail, respectivamente. Entre os insetos, não menos que 50% apresentavam até dois exemplares por morfo-espécie, independente do tipo de armadilha utilizado. Santos et al. (2008) já relataram grande número de espécies de Lepidoptera em atividade de vôo em pomares de macieira. Embora exista grande diversidade de mariposas, observa-se abundância limitada a um grupo restrito de espécie. Fonseca (2006) relatou maior abundância para *P. dimidiaria*, *Chabuata major*, *Peridromasauca* e *S. eridania* em pomares de macieira. Este aspecto foi observado no presente estudo, com destaque para quatro espécies (Figura 14), grupo que norteará ações de pesquisa para “grandes lagartas”, tendo em vista sua abundância e terem flutuações populacionais concomitantes.

Tabela 12. Distribuição de frequência de morfo-espécies de mariposas coletadas em armadilha Mcphail com atrativos florais. Vacaria, RS, Fevereiro de 2008.

Morfo-espécie	Atrativo																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1		0,33		0,33		0,16	0,16	0,16				0,16							0,16	0,33
2		1,17	0,16	2,52	1,01	3,7	3,53	0,67	3,53	0,33	1,51	4,37			0,33	1,85	0,67	0,67	0,84	1,01
4													0,16							
5														0,16						
6							0,33												0,16	
7			0,16					2,52						0,33					0,16	1,01
8									0,16										0,84	
9																			0,16	
10									0,67										0,16	
11				0,33			0,16						0,16				0,16		0,16	
12	0,16	0,84	0,33	2,18	1,01	4,37	1,51	4,2	2,02	0,16	1,01		0,84	0,33	0,16	5,89	1,51	2,52	0,67	1,17
13															0,16					
14															0,16					
15								0,16											0,16	
16								0,16											0,16	
17																		0,16	0,16	
18																			0,16	
19																	0,33			
20																				0,16
21																			0,16	
22				0,16		0,16	0,16		0,16				0,5							
23									0,16											
24									0,16											0,16
25															0,16					
26										0,16										
27																		0,16		
28					0,16															
29		0,16													0,16					
30							0,16												0,16	
31								0,16												0,33
32													0,16							

Os resultados evidenciaram que a armadilha Delta foi a mais eficiente para captura de três das espécies de mariposas com maior abundância diagnosticada no presente estudo (Tabela 13). Embora *P. dimidiaria* tenha tido maior captura em armadilha Mcphail (Tabela 13), sugere-se que se utilize apenas uma ferramenta para o monitoramento de mariposas, sendo mais adequada a armadilha Delta. Cabe salientar que mariposas coletadas em armadilha Delta são facilmente contadas e identificadas por manterem as características de escamas das asas, fato que não ocorre em armadilha Mcphail. Além disso, observou-se que os plusíneos são pouco atraídos para armadilhas Mcphail, o que pode indicar estimativas populacionais errôneas de mariposas em pomares de macieira. De fato, Fonseca (2006) computou captura zero de *R. nu* em armadilhas Mcphail por dois anos seguidos em pomares de macieira, corroborando com os resultados do presente estudo.

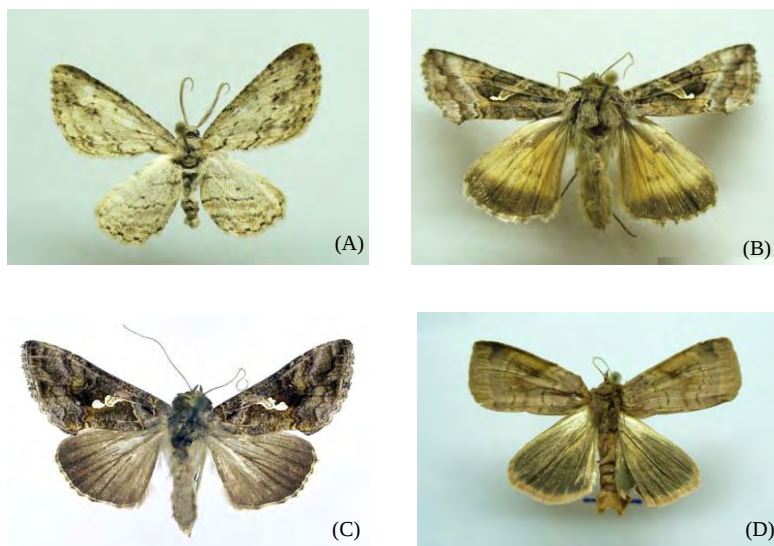


Figura 14. Espécies de mariposas mais frequentes em pomares de macieira em Vacaria, RS. (A) *Physocleora dimidiaria*; (B) *Rachiplusia nu*; (C) *Pseudoplusia includens* e (D) *Chabuata major*.

Tabela 13. Número médio de captura semanal de mariposas em pomar de macieira em função do tipo de armadilha. Vacaria, RS. 2008/09.

Espécie	Número médio de mariposas capturadas por semana	
	Armadilha Delta	Armadilha Mcphail
<i>Physocleora dimidiaria</i>	9,3b	13,0 a
<i>Rachiplusia nu</i>	7,2a	0,3b
<i>Pseudoplusia includens</i>	4,1a	70,5b
<i>Chabuata major</i>	4,6a	1,3b

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste F a 5% de significância.

Entre os atrativos florais testados, pode-se observar que o atrativo F foi o mais adequado para os plusíneos (*R. nu* e *P. includens*) e também para *C. major*, já o atrativo V, se mostrou promissor para o geometrídeo *P. dimidiaria* (Tabela 14). Estes resultados mostram que a complexidade de espécies de mariposas com atividades de vôo em pomares de macieira, remete a necessidade de se trabalhar com diferentes atrativos para monitoramento.

Tabela 14. Número médio semanal de mariposas capturadas em armadilha delta em pomar de macieira com diferentes atrativos. Vacaria, RS. 2009.

Atrativo	Número médio de captura semanal			
	<i>Physocleora dimidiaria</i>	<i>Rachiplusia nu</i>	<i>Pseudoplusia includens</i>	<i>Chabuata major</i>
V	3,1 ^a	0,7bc	0,8a	0,6ab
P	1,8ab	0,5c	0,3a	0,4ab
M	1,3bc	2,5ab	1,2a	1,3a
Ana	1,4bc	0,0c	0,1a	0,4ab
F	0,8bc	3,5a	1,5a	1,3a
Suco de uva	0,6bc	0,0c	0,1a	0,5ab
Testemunha	0,2c	0,0c	0,1a	0,1b

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Ação 3: Eficiência da técnica de atrai-mata com compostos florais e cipermetrina

Com relação ao comportamento das mariposas nas áreas experimentais do estudo, confirmou-se o fato de plusíneos serem pouco atraídos para armadilhas Mcphail e o contrário ser observado para o geometrídeo *P. dimidiaria* (Tabela 15). Embora não se tenha obtido diferenças significativas ($P>0,05$) na captura de mariposas nas diferentes áreas com atrai-mata, observou-se que, numericamente, houve preferência de *P. dimidiaria* pelas áreas com o atrativo floral V (Tabela 15).

Tabela 15. Número médio de captura semanal de espécies de mariposas em armadilha Mcphail com suco de uva (25%) depositada em área de atrai-mata com diferentes composições florais.

Composição do atrai-mata	Média semanal de captura de mariposa			
	<i>Physocleora dimidiaria</i>	<i>Pseudoplusia includens</i>	<i>Rachiplusia nu</i>	<i>Chabuata major</i>
Floral V	3,59	0	0	0
Floral F	3,04	0,04	0	0
Testemunha	2,18	0,04	0	0

Com relação a flutuação populacional das espécies mais frequente nas áreas experimentais constatou-se que *P. dimidiaria* teve maior abundância em relação as demais espécies, surgindo a partir de janeiro (1º pico) e março (2º pico) nos pomares. Este resultado é semelhante ao apontado por Fonseca et al. (2009) que relata maior captura da espécie nos meses de fevereiro e março em pomares de macieira com armadilha luminosa. Cabe salientar que é justamente neste período que há redução de aplicação de defensivos nos pomares em função da colheita de frutas da cultivar gala. Os resultados da flutuação populacional desta espécie indicam que ela pode nortear as estratégias de combate a “grandes lagartas” em pomares de macieira neste período, uma vez que picos populacionais de outras mariposas importantes ocorrem concomitantemente (Figura 15).

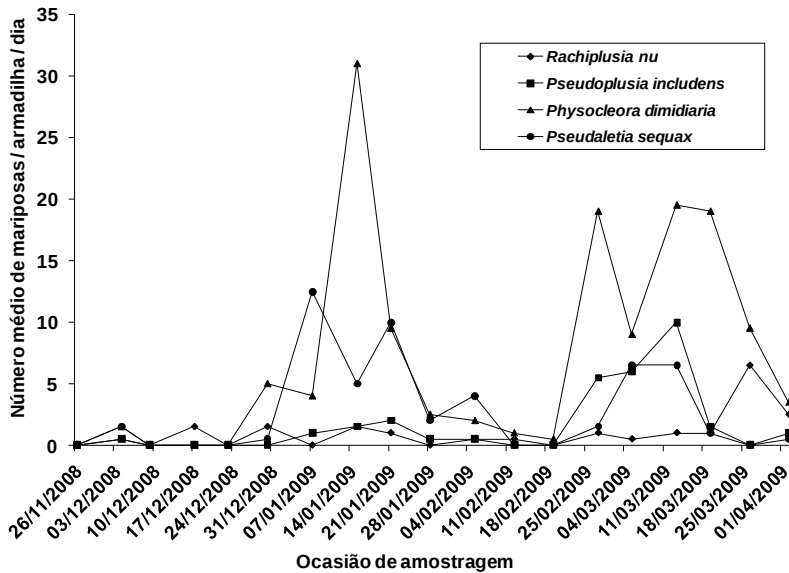


Figura 15. Flutuação populacional de mariposas em pomares de macieira com utilização da técnica de atrai-mata com atrativos florais. Vacaria, RS, 2008/09.

A técnica de atrai-mata com atrativos florais em pomar de macieira, embora preliminar, mostrou-se promissora, reduzindo, significativamente, o dano causado por “grandes lagartas” em frutas quando comparado à testemunha (Tabela 16).

Tabela 16. Percentual de frutos de macieira danificados por “grandes lagartas” em função dos tratamentos utilizados. Vacaria, RS, 2008/09.

Tratamentos	% de frutos danificados	
	Pomar 1	Pomar 2
Testemunha	4,04a	2,21a
Splat GL cida F	2,66b	1,87a
Splat GL cida V	2,39b	0,85b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pela estatística Qui-quadrado a 5% de probabilidade.

De acordo com Monteiro (2006) a utilização da isca atrai e mata com feromônio sexual vem sendo uma alternativa ao método de confusão sexual de machos, embora menos eficaz, tem-se obtido resultados promissores. Para *Grapholita molesta* em pomares de macieira a técnica com feromônio sexual reduziu a população da praga mantendo-a abaixo do nível de dano econômico (SANTOS; BORGES, 2008). Para o estudo os resultados indicam que esta técnica pode se tornar uma importante ferramenta para o manejo de populações de mariposas em pomares de macieira, pela eficiência e por reduzir resíduos de pesticidas nos frutos.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Com base nos resultados obtidos nos dois ciclos (2007/2008 e 2008/2009) em que os experimentos foram conduzidos, pode-se concluir que o feromônio de confusão sexual Splat Grafo na dose de 1 kg/ha é eficiente no controle de *G. molesta* na cultura da macieira tanto em pomares conduzidos no sistema convencional como no sistema orgânico. No entanto, por se tratar de uma tecnologia nova, alguns cuidados devem ser tomados com relação à distribuição uniforme na área, reforço de 20% na bordadura, localização de ventos predominantes e em pomares convencionais fazer uma aplicação de inseticida logo após a aplicação do feromônio. Na área tratada deve-se fazer o monitoramento com uso de armadilhas com septo de feromônio e também fazer amostragem de frutos para verificar se não está ocorrendo dano.
- ✓ Para se obter um bom resultado com o uso de feromônio de confusão sexual, essa tecnologia deve ser de uso contínuo, pois a praga vai diminuindo a população ao longo do tempo; sempre que possível aplicar em áreas grandes ou fazer uso comum entre pomares vizinhos, para evitar a migração da praga para a área tratada.
- ✓ O atrativo Torula é o mais recomendado para o monitoramento de mosca-das-frutas em pomares de macieira. Apesar de não ter ocorrido diferenças estatísticas no segundo ano, entre o tratamento Torula e os tratamentos Suco de uva; BioAnastrepha e Glicose invertida, o atrativo Torula demonstrou ótima eficácia na captura de *A. fraterculus* e maior estabilidade de captura nos picos populacionais da praga nos dois ciclos de estudo;
- ✓ O pico populacional de mosca-das-frutas em Caçador, SC ocorre em meados de dezembro, portanto, os produtores devem ter o cuidado de realização de controle nesta época, aliando o monitoramento da praga com o controle químico e aplicações quinzenais de isca tóxica;
- ✓ Não houve diferenças significativas entre os níveis adotados para o dano de mosca-das-frutas e peso médio dos frutos. Além disso, no tratamento mais refinado (nível de controle zero), o número de aplicações foi três vezes maior que o adotado atualmente pelos produtores (nível de controle 0,5).
- ✓ Os inseticidas fisiológicos (tebufenozide e metoxifenozida) e biológico (*B. thuringiensis*) são eficientes (na dose comercial) para controle de lagartas de primeiro ínstar de *P. dimidiaria*, uma das espécies ocorrentes em pomares de macieira no sul do Brasil.
- ✓ Taxas de mortalidade significativas foram obtidas com *B. thuringiensis* 48h após o contato com o produto, enquanto que com tebufenozide e

metoxifenoazida há incremento na mortalidade progressivo, com destaque para o período entre 48 e 72h após o contato.

- ✓ Há uma grande diversidade de espécies de mariposas com atividade de vôo em pomares de macieira, com destaque para o geometrídeo *P. dimidiaria*; e o plusíneos *R. nu* e *P. includens*.
- ✓ Armadilha delta é mais eficiente para o monitoramento de mariposas comparado com armadilhas Mcphail por dois motivos: captura de maior número de espécies e facilidade de cômputo e identificação dos exemplares no campo.
- ✓ Dentre os atrativos florais testados, o atrativo V mostrou-se mais eficiente para *P. dimidiaria*, enquanto que o F para *R. nu* e *P. includens*.
- ✓ Estudos futuros devem determinar o número de armadilhas por área para monitoramento e estimar o nível de dano para intervenções de controle de mariposas.
- ✓ A principal espécie de “grandes lagartas” (*P. dimidiaria*) apresenta dois picos populacionais: janeiro e março.
- ✓ A técnica de atrain-mata com atrativos florais específicos e inseticida é eficiente para reduzir dano de “grandes lagartas” em pomares de macieira. É necessário o ajuste de doses, épocas e intervalos de aplicações em ações futuras de pesquisa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIOLI, C. J.; BOTTON, M.; CARVALHO, G. A. Controle químico da *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do pessegueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1695-1700, 2004.
- BLEICHER, J.; GASSEN, D. N.; RIBEIRO, L. G.; TANAKA, H.; ORTH, A. I. **A mosca-das-frutas em macieira e pessegueiro**. Florianópolis: Empasc, 1982. 28 p. (Empasc. Boletim Técnico, 19).
- CALKINS, C. O.; MALAVASI, A. Biology and control of fruit flies (Anastrepha) in tropical and temperate fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, p. 36-45, 1995.
- CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M. Captura de *Anastrepha fraterculus* (Wiedmann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824) (Diptera: Tephritidae) com atrativos alimentares associados com inseticida e corante. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Brasília, v. 6, p. 235-246, 2000.
- FONSECA, F. L. **Ocorrência, monitoramento, caracterização de danos e parasitismo de Noctuidae e Geometridae em pomares comerciais de macieira em Vacaria, RS, Brasil**. 2006. 97 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FONSECA, F. L.; CAVICHIOLI, R. R.; KOVALESKI, A. Incidência de *Physocleora dimidiaria* em pomares de macieira em Vacaria, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, p. 324-326, 2009.
- GRÜTZMACHER, A. D.; LOECK, A. E.; FACHINELLO, J. C.; GRÜTZMACHER, D. D.; GARCIA, M. S. Eficiência de inseticidas fisiológicos Mimic 240 Sc (Tebufenozide) e Intrepid 240 (Methoxifenoazide) no controle da mariposa oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916)

(Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da pereira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 5, p. 211-215, 1999.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>>. Acesso em: 18 out. 2011.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. **Manejo de pragas na produção integrada da maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 34).

KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. dos. Manual de identificação e controle de pragas da macieira. In: VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; NACHTIGALL, G. R.; KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. dos; SPOLTI, P. **Manual de identificação e controle de doenças, pragas e desequilíbrio nutricional da macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 32-42.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Controle químico em macieiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 135-141.

MONTEIRO, L. B. Confusão sexual de *Grapholita* em fruteiras de clima temperado: primeiro caso de registro no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 9., 2006, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2006. v. 1, p. 191-198.

ORTH, A. I.; RIBEIRO, L. G.; REIS FILHO, W. Manejo de pragas. In: MANUAL da cultura da macieira. Florianópolis: Empasc, 1986. p. 341-379.

RIBEIRO, L. G. Principais pragas da macieira: mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*). In: BONETI, J. I. da S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira**. Florianópolis: Epagri, 1999. p. 97-102.

SANTOS, J. P.; BORGES, R. Utilização de isca atrai e mata para o controle da mariposa oriental em pomar convencional de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. v. 20.

SANTOS, R. S. S.; MEGIER, G. A.; ABREU, J. T.; SPECHT, A. Avaliação de atrativos florais na captura de “grandes lagartas” em pomar de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: SEB, 2008.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

KOVALESKI, A. Controle de pragas em grandes áreas: uma nova visão no MIP. **AGAPOMI**, Vacaria, n. 175, p. 9, 2008.

KOVALESKI, A.; CORACINI, M. D. A.; SANTOS, R. S. S. Os desafios no controle da grafolita e da lagarta-enroladeira da maçã com confundimento sexual. **AGAPOMI**, Vacaria, n. 170, p. 6-7, 2008.

KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. Manual de identificação e controle de pragas da macieira. In: VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; NACHTIGALL, G. R.; KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. dos; SPOLTI, P. **Manual de identificação e controle de doenças, pragas e desequilíbrio nutricional da macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 32-42.

NUNES, J. C.; SANTOS, R. S. S.; TEIXEIRA, R. Parâmetros biológicos de *Physoctleora dimidiaria* (Lepidoptera: geometridae) em condições controladas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 11., 2009, Fraiburgo. **Levando conhecimento e tecnologia para a fruticultura: resumos...** Florianópolis: EPAGRI, 2009. p. 76.

NUNES, M. Z.; SANTOS, R. S. S.; ROSA, J. M.; BOFF, M. I. C.; CREM, R. C. Avaliação de compostos alternativos para controle de lagartas de *Chabuata major* (Lepidoptera: Noctuidae).

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23., 2010, Natal, RN. **Anais...** Natal: SEB: EMPARN: UFRN: UFRSA: IFRN, 2010. 1 CD-ROM. Resumo.

OLIVEIRA, A. P. S.; SANTOS, R. S. S.; ABREU, J. T. de. Flutuação populacional e avaliação de atrativos para monitoramento de *Physocleora dimidiaria* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Geometridae) e *Pseudaletia sequax* (Franclemont, 1951) (Lepidoptera: Noctuidae) em pomares de macieiras na região de Vacaria, RS. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 11., 2009, Fraiburgo. **Levando conhecimento e tecnologia para a fruticultura**: resumos... Florianópolis: EPAGRI, 2009. p. 75.

SANTOS, J. P.; BORGES, R. Utilização de isca atrai e mata para o controle da mariposa oriental em pomar convencional de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008.

SANTOS, J. P.; GONCALVES, P. A. S. Efeito de produtos orgânicos sobre a incidência de mosca-das-frutas em pomar orgânico de macieira. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Resumos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p. 244-244.

SANTOS, J. P.; RIBEIRO, L. G.; KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. Avaliação de atrativos alimentares utilizados no monitoramento de *Anastrepha fraterculus* em pomar de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação**: anais. Viçosa: UFV, 2008. 1 CD-ROM.

SANTOS, R. S. S. Avaliação de inseticidas biológicos e fisiológicos para controle da 'grande lagarta' *Physocleora dimidiaria* (Lepidoptera: geometridade). **Jornal da Fruta**, Lages, v. 12, n. 215, p. 21, 2009.

SANTOS, R. S. S. Ocorrência temporal de mariposas em pomar de macieira. **AGAPOMI**, Vacaria, n. 191, p. 5, abr. 2010.

SANTOS, R. S. S.; MEGIER, G. A.; ABREU, J. T.; SPECHT, A. Avaliação de atrativos florais na captura de "grandes lagartas" em pomar de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação**: anais. Viçosa: UFV, 2008. 1 CD-ROM. Resumo.

SANTOS, R. S. S.; MEGIER, G. A.; KOVALESKI, A.; SANTOS, J. P.; RIBEIRO, L. G. Avaliação de atrativos alimentares no monitoramento de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) na cultura da maçã (*Malus domestica*) (Borkhausen). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação**: anais. Viçosa: UFV, 2008. 1 CD-ROM. Resumo.

SANTOS, R. S. S.; NUNES, J. C.; BOFF, M. I. C.; ABREU, J. T. de. Avaliação de atrativos para monitoramento de mariposas em pomar de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23., 2010, Natal, RN. **Anais...** Natal: SEB: EMPARN: UFRN: UFRSA: IFRN, 2010. 1 CD-ROM. Resumo.

SANTOS, R. S. S.; NUNES, J. C.; OLIVEIRA, A. P. S.; ABREU, J. T. de. Determinação da armadilha para monitoramento de mariposas em pomar de macieira com atrativos florais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23., 2010, Natal, RN. **Anais...** Natal: SEB: EMPARN: UFRN: UFRSA: IFRN, 2010. 1 CD-ROM. Resumos.

TEIXEIRA, G. J.; SANTOS, R. S. S.; BARROS, F. L. F. Avaliação da mortalidade de lagartas de primeiro instar de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) com inseticida a base de *Bacillus* sp. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 35.

TEIXEIRA, R.; BOFF, M. I. C.; RIBEIRO, L. G.; BOFF, P. Avaliação de atrativos alimentares para o monitoramento da mosca das frutas em pomares de maçã na região de São Joaquim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: SEB, 2008. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, R.; BOFF, M. I. C.; RIBEIRO, L. G.; BOFF, P. Utilização de diferentes tipos de sacos para a proteção de frutas de maçã em pomar conduzido sob manejo orgânico na região de São Joaquim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: SEB, 2008. 1 CD-ROM.

Adequação da tecnologia de aplicação de pesticidas para diferentes sistemas de cultivo



***Reginaldo Teodoro de Souza¹
Luiz Antonio Palladini²
Yoshinori Katsurayama³
Janaina Pereira dos Santos⁴
José Itamar da Silva Boneti⁵
Régis Sivori Silva dos Santos⁶
Rosa Maria Valdebenito Sanhueza⁷***

1. INTRODUÇÃO

A otimização do uso de pesticidas na cultura da macieira, com maior eficácia e eficiência, está diretamente relacionada à tecnologia de aplicação dos mesmos. Os insumos utilizados nos tratamentos fitossanitários representam no custo de produção da macieira, 31,69% para a cultivar Gala e 34,61% para a cultivar Fuji, sem computar os custos relacionado a aplicação dos mesmos (PROTAS et al., 2001).

Estudos efetuados na cultura da macieira (PALLADINI, 2002; PALLADINI; MONDIN, 2002) mostram, através do 'Sistema de Inspeção de Pulverizadores', o impacto da melhoria das condições de trabalho dos pulverizadores. Em termos médios, os autores identificaram um acréscimo de 12,6% no volume de calda aplicado pelos pulverizadores, somente pelo uso de pontas de pulverização desgastadas.

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP 15700-000, Jales, SP. E-mail: recco@cnpuv.embrapa.br.

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: palladini@epagri.sc.gov.br.

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: katsuray@epagri.sc.gov.br.

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: janapereira@epagri.sc.gov.br.

⁵ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: boneti@epagri.sc.gov.br.

⁶ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: regis@cnpuv.embrapa.br.

⁷ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da PROTERRA, BR 116, nº 7320 – Sala 02, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: rosamaria@proterra.agr.br.

Palladini e Souza (2004), ao avaliar a eficiência de depósitos de pulverização na cultivar Gala sobre porta-enxerto Maruba com filtro, observaram que o volume de aplicação de 560 L ha⁻¹ proporcionou melhor cobertura do alvo quando comparado a 380 e 780 L ha⁻¹. Palladini e Kreuz (1995) mostram ganho através da redução do volume de calda usada nos tratamentos fitossanitários para 550 L ha⁻¹, representando redução de 1,73% no custo anual de produção.

O ajuste dos volumes de aplicação para cada sistema e pomar é de fundamental importância para uma eficiente cobertura do alvo. Outro aspecto relevante e diretamente relacionado ao volume de aplicação e sua proporcionalidade ao volume de copa, está na determinação de doses dos produtos utilizados, que na sua maioria estão registrados em concentração de ativo por 100 litros de calda e com recomendações para altos volumes de aplicação (acima de 1000 L ha⁻¹). Além disso, o uso de equipamentos de pulverização adaptados aos diferentes sistemas de cultivo, cuja escolha do porta-enxerto interfere sobre o tamanho da planta e formas de ajuste da densidade, é fator importante para execução dos tratos fitossanitários de forma eficiente e econômica.

Para aperfeiçoar a tecnologia de aplicação de pesticidas na cultura da macieira, o objetivo do presente trabalho foi de determinar volumes de calda adequados para os sistemas de plantio em alta e baixa densidade de plantas por hectare, bem como determinar a dosagem de ingrediente ativo em função do volume de copa em pomares de média e alta densidade.

2. METODOLOGIA

2.1. Experimento 1: Estudos de deposição em pomares adensados

Ação 1: Em um pomar comercial de macieira cv. Gala, em Fraiburgo, SC plantado no espaçamento de quatro metros entre filas e um metro entre plantas, foram avaliados, em dois ensaios (safra 2008 e 2009), diferentes volumes de calda e diferentes concentrações dos fungicidas utilizados para controle da sarna (*Venturia inaequalis*) e da mancha-foliar-da-Gala (*Glomerella cingulata*). Comparou-se a eficiência do volume de aplicação de 250 e 400 L ha⁻¹, com as doses dos produtos recomendadas para 1000 L ha⁻¹ e com 70% desta dose. Como testemunha, utilizou-se de 600 L ha⁻¹, volume padrão utilizado pelo produtor. Foi avaliada a incidência das doenças em folhas e frutos de cada uma das cinco plantas previamente marcadas para cada tratamento, no mês de dezembro e em fevereiro, no momento da colheita.

Ação 2: Para mensurar as quantidades depositadas nas folhas e eficiência das diferentes tecnologia utilizada experimento anterior foi realizado estudo de deposição com utilização de traçantes constituídos pelo corantes alimentícios FD 1 (azul brilhante) e FDE 5 (amarelo tartrasina) conforme metodologia descrita por Palladini (2001) e Souza et al. (2007). Foram selecionadas cinco plantas por tratamento e a médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Adotou-se o modelo matemático de Gompertz para comparação dos tratamentos por análise da

população de folhas amostradas e duas partes das plantas, metade superior e metade inferior.

2.2. Experimento 2: Estudos de deposição em pomares tradicionais

Pomares de macieira de baixa densidade de plantio são caracterizados por plantas de porte alto que dificultam a aplicação de agrotóxicos, exigindo a utilização de alto volume de calda. Com o objetivo de avaliar a eficiência de aplicação de fungicidas no controle de sarna (*Venturia inaequalis*) nas cultivares Gala e Fuji em pomares de São Joaquim-SC, safra 2007/2008, foram testados diferentes volumes de calda (1000 e 1500 L ha⁻¹), mantendo-se a concentração de ingrediente ativo proporcional ao volume aplicado. Com base nos resultados do ano anterior, na safra 2008/2009 foi instalado outro experimento para avaliar a eficiência de controle com volume de calda de 1500 L ha⁻¹ em aplicações durante o ciclo da cultura com 80, 100, 120 e 140% dos ingredientes ativos utilizados com dosagem estabelecida em unidade de ingrediente ativo por 100 litros de água.

2.3. Experimento 3: Estudo de deposição para pomares com adensamento mediano e plantas de porte médio

Na região de Vacaria, safra 2007/2008, em pomar de média densidade, foram testados diferentes concentrações em um único volume de calda, para o controle de doenças e pragas. O volume utilizado foi de 700 L ha⁻¹. Para o cálculo da concentração da calda a ser utilizado foi baseada em 1000 L ha⁻¹, a partir desta concentração pré-estabelecida aplicou-se 70, 85, 100 e 115% da dose.

2.4. Experimento 4: Avaliação de equipamentos de pulverização em aplicações no sistema de cultivo adensado

Na primeira quinzena de março foi instalado experimento para avaliar os depósitos de pulverização em pomares de alta densidade com diferentes equipamentos (Figura 1). Utilizou-se um turbo atomizador Jacto 500 e um turbo atomizador modelo AGRO TOP de fluxo transversal de fabricação italiana para as aplicações. Os pulverizadores foram equipados com duas pontas de pulverização; JA 1,5 (marrom) e JA 3, calibrados a 80 lif pol⁻², deslocando-se na velocidade de 5 km h⁻¹ proporcionaram volume de aplicação de 270 e 540 L ha⁻¹, respectivamente.

A combinação de máquinas e pontas proporcionaram 4 tratamentos com 5 repetições representadas por uma planta cada, onde foram coletadas 20 folhas em dois níveis da planta (superior e inferior). Para determinação dos depósitos foram utilizados os corantes alimentícios amarelo tartrazina e azul brilhante, conforme metodologia descrita por Souza et al. (2007), que permite análises combinadas de diferentes tratamentos aplicados na mesma planta. As folhas amostradas foram lavadas com 20 ml de água destilada e solução resultante foi analisada por espectrofotometria. Os valores encontrados foram convertidos em microlitros por centímetro quadrado.



Figura 1: Equipamentos utilizados e características do pomar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1:- Estudos de deposição em pomares adensados

Na safra 2007/2008, o controle da sarna foi eficiente em ambos os volumes de calda e concentrações dos produtos. Não houve diferença significativa na incidência da mancha foliar da Gala quando foram aplicados, nas duas concentrações: 400 L h a^{-1} e 250 L h a^{-1} , em relação à testemunha. No entanto, o volume de 250 L h a^{-1} , com 70% da dose de fungicida, induziu a uma incidência da doença maior (Tabela 1).

Nesta safra avaliou-se também a eficiência no controle de insetos e pelos resultados apresentado na Tabela 2, verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos, obtendo-se controle satisfatório de mosca-das-frutas e gorgulhos.

O resultado apresentados na Tabela 3, referente a incidência da Mancha Foliar da Gala, na safra 2008/2009, sugerem que esta foi maior que no ano anterior, mas o controle, em ambos os volumes e nas duas concentrações, apresentaram resultados semelhantes. Neste ciclo, também, foi avaliado a porcentagem de *russetting* nos frutos, porém os resultados mostraram que quanto maior a quantidade de produto aplicado maior foi a porcentagem deste distúrbio fisiológico, contudo os valores não são tão discrepantes em relação aos demais tratamentos. Da mesma forma que no ano anterior, as pulverizações com o volume de calda a 250 L h a^{-1} apresentaram tendência de menor eficiência de controle das doenças.

Tabela 1. Porcentagem de ataque de sarna e Mancha Foliar da Gala (MFG) em folhas e frutos, com diferentes volumes e concentrações. Fraiburgo, SC. Safra 2007/20008.

Volume	Dosagem	Folha - Dezembro		Folha e Frutos - Fevereiro			
		% infecção		% infecção – Folha		% infecção - Frutos	
		Sarna	MFG	Sarna	MFG	Sarna	MFG
250 l/ha	70%	0,0	0,9	0,0	10,1	0,1	1,6
250 l/ha	100%	0,1	0,4	0,0	1,1	0,4	1,0
400 l/ha	70%	0,0	0,5	0,0	0,9	0,0	0,3
400 l/ha	100%	0,0	0,2	0,0	0,8	0,0	0,3
Test.600 l/ha	100%	0,0	0,2	0,0	0,9	0,0	0,3

Tabela 2. Porcentagem de moscas das frutas e gorgulho com diferentes volumes de aplicação e concentração de ingrediente ativo. Fraiburgo, SC. Safra 2007/20008

Volume (L ha ⁻¹)	Dosagem (%)	Mosca das frutas (%)		Frutos (%)
		*Escala 2	**Escala 3	Gorgulho
250	70	3,7	0,0	1,8
250	100	6,9	0,0	3,9
400	70	6,0	0,1	0,0
400	100	4,9	0,0	0,0
600 (padrão)	100	2,7	0,0	0,0

*Escala 2 – somente puncturas sem desenvolvimento de de galerias e sem larvas

**Escala 3 – Punctura com formação de galerias, mas sem desenvolvimento de larvas

Tabela 3. Porcentagem de ataque de sarna e Mancha Foliar da Gala (MFG) em folhas e frutos, com diferentes volumes e concentrações. Fraiburgo, SC. Safra 2008/2009.

Volume (L ha ⁻¹)	Dosagem	Folha Dezembro/2008		Folha Fevereiro/2009		Folha e Frutos – Fevereiro/2009		
		(% infecção)		(% infecção)		(% infecção) - Frutos		
		Sarna	MFG	Sarna	MFG	Sarna	MFG	Russeting
250	70%	0,0	2,9	0,0	4,9	0,7	2,8	23,7
250	100%	0,0	2,1	0,0	6,4	0,0	1,8	18,6
400	70%	0,0	3,1	0,0	1,6	0,0	0,7	23,4
400	100%	0,0	3,0	0,0	0,7	0,0	1,2	27,4
600 (padrão)	100%	0,0	0,5	0,0	1,2	0,0	0,9	27,6

Quanto ao efeito biológico, não foram verificadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, entretanto, ao observar os resultados de estudo de deposição (Tabela 3), analisados em função da média dos tratamentos, verifica-se que o depósito de traçantes foi inferior para a aplicação com volume de calda de 250 L ha⁻¹, quando comparado ao demais volumes, os quais não foram estaticamente diferentes (Tabela, 4). Verifica-se ainda que não houve interferência nas quantidades depositadas nas folhas ao estratificarmos as plantas em duas partes,

metade inferior e metade superior. Desta forma, explicam-se as tendências apresentadas com os experimentos para determinação de eficiência de controle de pragas e doenças onde os maiores índices de infecção foram observados com utilização menor volume de aplicação.

Tabela 4. Depósitos médios de traçantes com diferentes volumes de aplicação em diferentes posições da planta. (Fraiburgo, 2009)

Volume (L ha ⁻¹)	Deposito de pulverização (mg cm ⁻²)	
	Metade inferior	Metade superior
250	1,2 aA	1,2 aA
600	2,0 b A	2,0 b A
400	2,0 b A	2,2 b A
CV (%) = 17.29	Desvio Padrão = 0,1366	

Médias seguida por letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem ou não a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Utilizando-se o modelo matemático de Gompertz, os dados de depósitos em função do número de folhas avaliadas foram ajustados e as equações geradas apresentaram coeficientes de correlação (R^2) variando entre 0,96 e 0,99 para os diferentes tratamentos. Sendo assim, verifica-se na, que houve diferenças entre os tratamentos na metade inferior planta onde a concentração de traçantes foi proporcionalmente maior quando se utilizou o volume de calda de 400 L ha⁻¹ em relação a 600 e 250 L ha⁻¹, respectivamente, ou seja, esta tecnologia proporcionou maior eficiência para colocação de produto no alvo (Figura 2).

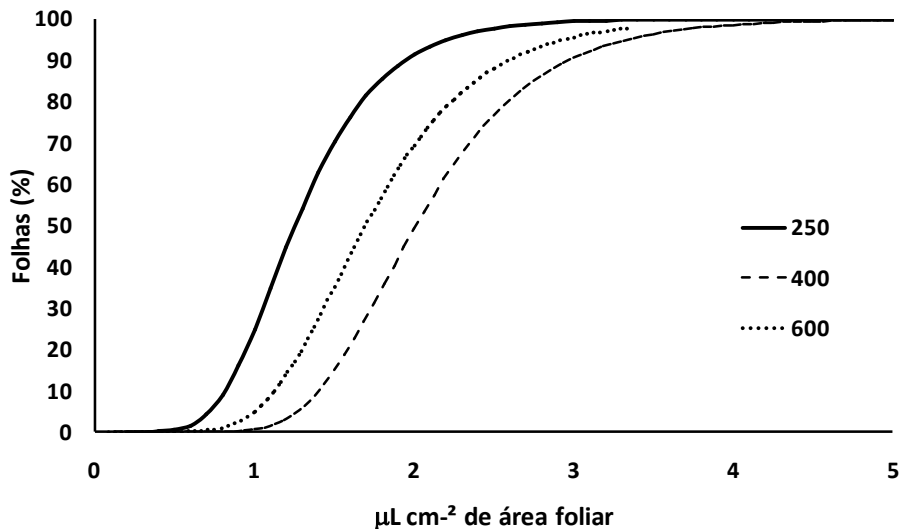


Figura 2. Depósito de traçante nas folhas com diferentes volumes de aplicação (L ha⁻¹) na metade inferior da planta.

Na metade superior da planta verifica-se que praticamente não houve diferenças entre a aplicação de 400 ou 600 L ha⁻¹ com curvas praticamente sobrepostas, com aproximadamente 50% de depósitos acima da aplicação feita a 250 L ha⁻¹. Isto também demonstra a eficiência da aplicação volume de calda a aplicações a 400 L ha⁻¹ colocação do produto no alvo no mínimos com ganhos operacionais durante pulverização (Figura 3).

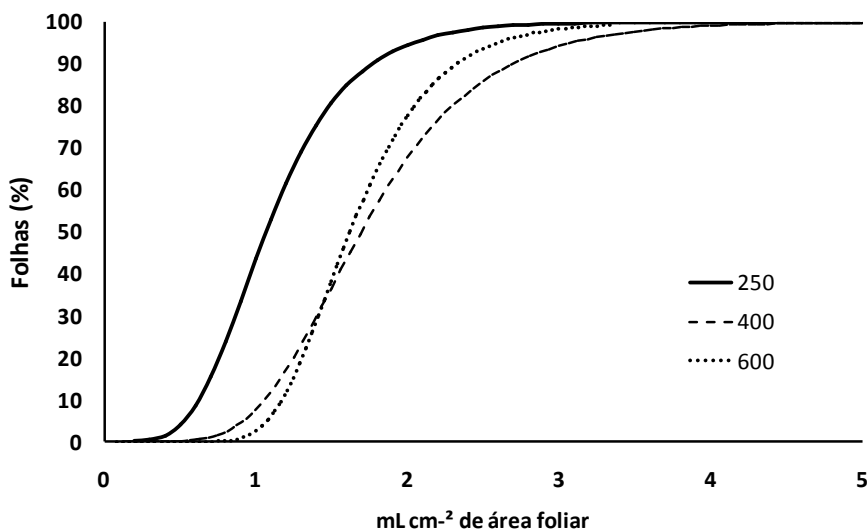


Figura 3. Depósito de traçante nas folhas com diferentes volumes de aplicação (L ha⁻¹) na metade superior da planta.

Do ponto de vista prático se considerou para exemplificar e facilitar o entendimento das Figuras 2 e 3, que depósitos acima de uma micrograma de ingrediente ativo por centímetro quadrado de área foliar proporcionaria controle eficiente de pragas e doenças os resultado indicariam que 24,6%, 4,9% e 1,1% das folhas na metade inferior da planta pulverizada estariam expostas ou com baixo nível de ingrediente ativo para proteção adequada das mesmas nos volumes de aplicação de 250, 600 e 400, respectivamente. Na metade superior das plantas estes níveis seriam de 43,5%, 7,6% e 2,5%, respectivamente para volumes de aplicação de 250, 400 e 600 L ha⁻¹. Observa-se ainda em todos os volumes aplicados, seguindo o mesmo raciocínio anterior, que a porcentagem potencial de escape ao controle aumenta na parte superior da planta.

3.2. Experimento 2: Estudos de deposição em pomares tradicionais

Na safra 2007/2008 não se observou diferença significativa de incidência de sarna nas folhas. No entanto, nos frutos pulverizados com o volume de 1500 L ha⁻¹ houve menor incidência de sarna em relação ao volume de 1000 L ha⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito de diferentes volumes de aplicação sobre incidência de sarna em folhas e frutos das cultivares Gala e Fuji. São Joaquim, SC – Safra 2007/2008

Volume de aplicação (L ha ⁻¹)	Gala		Fuji	
	folhas	frutos	Folhas	frutos
1013	1,17	6,1a	1,41	3,58a
1500	0,83	1,1 b	0,83	0,28 b

No segundo ano, verificou-se pelos resultados apresentados na Tabela 6, controle eficiente da doença nas concentrações utilizadas, indicando que o volume aplicado e a dosagem de fungicidas por 100 litros de calda continuam sendo uma boa referência para pomares de baixa densidade que exige alto volume de aplicação para controle eficiente da principal doença, a Mancha da Gala, para os pomares característicos da Região de São Joaquim - SC.

Tabela 6. Efeito de diferentes concentrações de fungicidas aplicados com volume de calda de 1500 litros de calda por hectare no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim, SC. 2008/09.

Concentração da Calda (%)	Volume aplicação (L ha ⁻¹)	Incidência de Sarna (%)		Russetting (%)
		Folhas	Frutos	
100	1.500	0,6 a	0,0	40,8 a
80	1.500	0,0 a	0,0	22,6 c
120	1.500	0,6 a	0,0	31,3 bc
140	1.500	0,0 a	0,0	42,6 a
Médias de 20 plantas/tratamento		Duncan (P=0,05)		Avaliações: 28/10/2009

3.3. Experimento 3: Estudo de deposição para pomares com adensamento mediano e plantas de porte médio

Os resultados de folhas e frutos sadios apresentados na Tabela 7 mostram que não houve diferenças significativas entre as diferentes concentrações tanto em frutos quanto em folhas. Porém o tratamento com 70% da dose apresentou aproximadamente o dobro de frutos com sarna. Observações a campo mostram

acentuado nível de frutos infectados, embora com menor incidência, nas maiores concentrações de ativo aplicado, na extremidade superior das plantas, indicando que problemas relacionados à falha de cobertura ou relativos à tecnologia de aplicação se acentuam neste local da planta.

Tabela 7. Efeito de diferentes concentrações de fungicidas sobre a porcentagem de folhas e frutos com ausência de sarna, em Gala, Vacaria, RS – Safra 2007/2008

Volume = 700 L ha ⁻¹ Concentração da calda (%)	Gala - Sarna	
	Folhas sadias	Frutos sadios
70	95,67	72,67 a
85	98,33	85,00 a
100	98,00	87,67 a
115	98,00	86,33 a

Nas Tabelas 8 e 9 verifica-se baixo nível de incidência de pragas nas diferentes concentrações aplicadas apresentando resultados semelhantes na parte superior e inferior da planta. Exceção para grandes lagartas que tem por característica ataque em reboleira, apresentando índices maiores e discrepantes em relação às concentrações utilizadas.

Tabela 8. Porcentagem de danos nos frutos causados por insetos na parte superior da planta, em Gala, Vacaria, 2007/2008

Concentração da calda (%)	Incidência de pragas (%)					
	Nº frutos	Mosca	Grafo	Bona	G. lag	Outros
115	1000	0,10	0,10	3,60	4,40	0,10
100	1000	0,00	0,10	1,40	12,00	0,00
85	1000	0,00	0,30	4,10	6,20	0,00
75	1000	0,00	0,00	3,00	7,80	0,00

Tabela 9. Porcentagem de danos nos frutos causados por insetos na parte inferior da planta, em Gala, Vacaria, 2007/2008

Concentração da calda (%)	Incidência de pragas (%)					
	Nº frutos	Mosca	Grafo	Bona	G. lag	Outros
115	1000	0,00	0,10	0,60	4,80	0,50
100	1000	0,20	0,00	3,30	13,20	0,90
85	1000	0,30	0,40	1,90	8,40	0,70
75	1000	0,10	0,00	1,70	11,60	0,10

Em estudo de deposição para verificar a eficiência de diferentes volumes de aplicação (280, 380, 560 e 720 L.ha⁻¹) em pomares de média densidade apresentados nas Figuras 4 e 5, verificou-se que o volume de 560 L.ha⁻¹ utilizando a ponta JA-2, foi o que apresentou maior quantidade depositada, tanto na região superior quanto inferior da planta. Raisigl et al. (1991) testando diferentes tipos de pulverizadores observaram que volumes entre 300 e 500 L.ha⁻¹ foram os mais eficientes para o controle de pragas e doenças e que constatou que volumes acima de 600 L.ha⁻¹ proporcionaram maiores perdas por escorrimento.

Na prática, a campo o que se está sempre buscando são condições e equipamentos que proporcionem maior deposição, pois mesmo quantidades pequenas que na determinação dos depósitos não são tão expressivas, podem ser biologicamente indispensável para se obter o controle ou proteção do alvo escolhido.

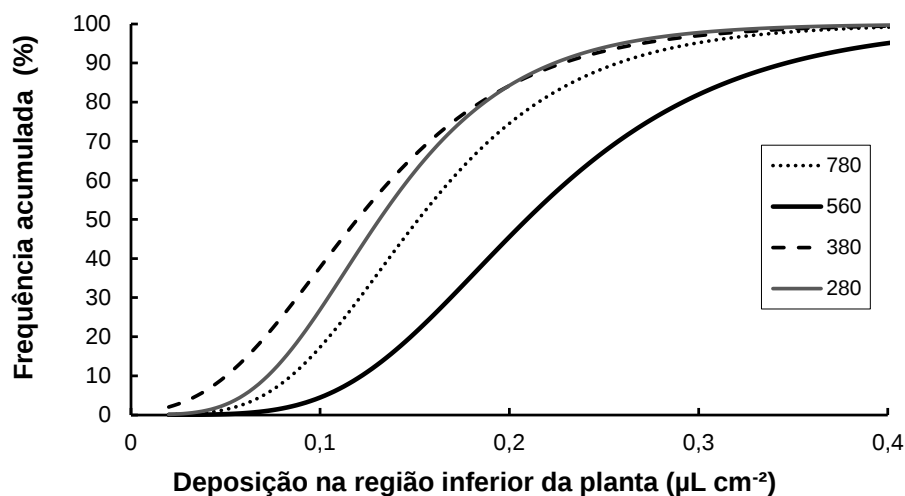


Figura 4. Deposição nas folhas na metade inferior da planta para os diferentes volumes aplicados.

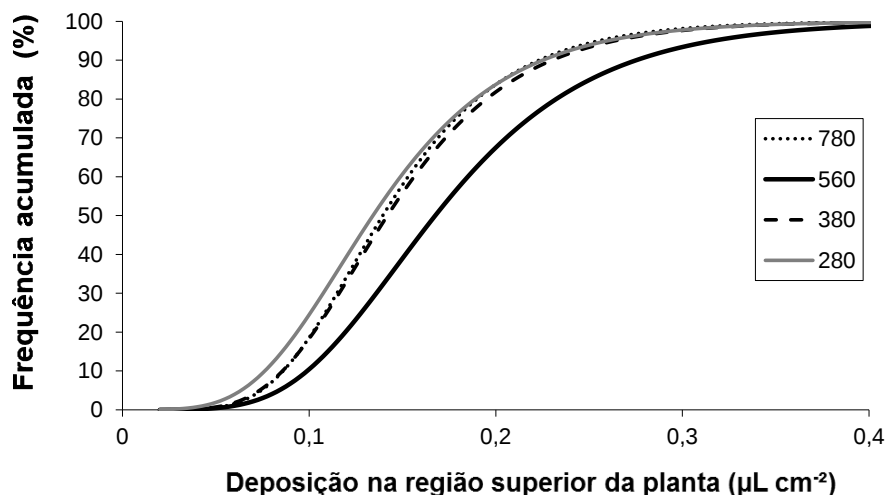


Figura5. Deposição nas folhas na metade na parte metade superior da planta para os diferentes volumes aplicados.

3.4. Experimento 4: Avaliação de equipamentos de pulverização em aplicações no sistema de cultivo adensado

Os resultados apresentados na Tabela 10 indicam que o pulverizador modelo Jacto comumente utilizado para pulverizações em macieiras foi mais eficiente na deposição da calda de pulverização nas folhas do que o pulverizador TOP AGRO com sistema de ventilação de fluxo transversal (Figura 5) com exceção a aplicação com volume de 200 L.ha⁻¹ na metade superior da planta. Verifica-se também que o aumento no volume de aplicação não proporcionou aumento equivalente dos depósitos nas folhas, fato este observado nos experimentos anteriormente descritos.

Outros trabalhos devem ser realizados com equipamento com estas características, pois dentro da metodologia utilizada para avaliação optou-se por padronizar o volume de aplicação para as diferentes máquinas e pontas de pulverização e assim o pulverizador Top Agro equipado com bomba centrífuga trabalhou na sua capacidade máxima de pressão, o que não ocorreu com o pulverizador da marca jacto. Ainda para padronização do volume foi necessário fechar de maneira intercalada as pontas do pulverizador Top Agro, o que pode ter prejudicado a uniformidade da deposição de calda nas folhas.

Sendo assim, para confirmar ou não a eficiência deste equipamento para pomares de alta densidade e porte baixo deve se equipar os equipamentos com pontas que proporcionem o mesmo volume de aplicação com diferentes feixes de bicos e diferentes pressões.

Tabela 10. Depósito de pulverização com diferentes pulverizadores e volumes de aplicação em duas partes da planta, Fraiburgo, safra 2008/2009.

Pulverizador	Metade inferior		Metade superior	
	Volume de aplicação (L.ha ⁻¹)			
	200	600	200	600
	Depósito (µL cm ⁻²)			
TOP AGRO	1,0 aA	3,0 a B	2,0 aA	3,4 a B
JACTO	2,0 b A	4,6 b B	2,0 aA	4,4 b B
	CV (%) = 10.33 Média		CV (%) =12.76	Média geral:
	geral: 2.65		2.95	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem ou não a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ A utilização de baixo volume aumenta os riscos de escape ao controle em pomares de alta densidade de plantas;
- ✓ O volume de aplicação de 400 L ha⁻¹ proporcionou maior eficiência de depósitos no alvo;
- ✓ A utilização volume de aplicação de 1500 L ha⁻¹ proporciona melhores níveis de controle em pomares de baixa densidade
- ✓ A dosagem do produto aplicado, estabelecido por 100 litros de água, é uma boa referência para controle de doenças em pomares de baixa densidade;
- ✓ O aumento no volume de aplicação proporciona aumento volume de calda depositado nas folhas até certo limite;
- ✓ A diminuição na concentração da calda em 30% aumenta os riscos de escape ao controle;
- ✓ O pulverizador com sistema de ventilação de fluxo transversal não foi eficiente para pomares de alta densidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PALLADINI, L. A.; MONDIN, L. R. Sistema de inspeção e avaliação da qualidade de turboatomizadores utilizados em fruticultura. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2002. p. 153-156.
- PALLADINI, L. A. Situação da aplicação de pesticidas em macieira. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 4., Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 2002. p. 63-66.
- PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Deposição em folhas de macieira com diferentes volumes de calda. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2004. p. 100-103.

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 111 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PALLADINI, L. A.; KREUZ, C. L. Redução dos custos da produção da macieira com médio volume de calda nos tratamentos fitossanitários. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 8, p. 48-49, 1995.

PROTAS, J. F. S.; KREUZ, C. L.; FREIRE, J. M. Sistemas de produção integrada e convencional de maçã: uma análise comparativa de custos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 3., 2001, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. p. 38-41. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 32)

RAISIGL, U.; FELDER, H.; SIEGFRIED, W.; KREBS, C. Comparison of different mistblowers and volume rates for orchard spraying. In: LAVER, A.; HERRINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E. S. E. (Ed.). **Air-assisted spraying in crop protection**. [S.l.]: British Crop Protection Council, 1991. p. 185-196. (Monograph, 46)

SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PALLADINI, L. A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, Campinas, v. 25, p. 195-202, 2007.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

SOUZA, R. T.; PALLADINI, L. A.; NAVES, R. L. Diferentes volumes de calda e concentrações de fungicidas no controle da sarna da macieira e da mancha-foliar-da-Gala. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, p. S105, 2009. Suplemento. Resumo (383) apresentado no XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2009, Rio de Janeiro, 2009.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; SOUZA, R. T. PALLADINI, L. A. Diferentes volumes de calda de pulverização e concentrações no controle da sarna da macieira em pomares de baixa densidade. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, p. S105, 2009. Suplemento. Resumo (384) apresentado no XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2009, Rio de Janeiro, 2009.

Produção de material básico livre de vírus para viveiros de macieiras



Osmar Nickel¹
Thor Vinícius Martins Fajardo²

1. INTRODUÇÃO

O trabalho de limpeza clonal ou remoção de infecções virais de clones comerciais de copas e porta-enxertos de macieiras reveste-se de grande importância para a pomicultura brasileira em vários sentidos. Observa-se uma mudança profunda de consciência por parte de consumidores e produtores sobre doenças de plantas em geral e seu controle. Vírus são agentes causadores de danos às plantas e, portanto, geradores de perdas financeiras.

Os principais países produtores de maçãs na Europa e nos Estados Unidos determinam que a implantação de pomares deve ser feita com mudas certificadas livres de vírus. No Brasil, a legislação recente de produção de mudas acompanha esta tomada de consciência e mudança de paradigma. Afinal, quando se fala em agricultura de precisão faz-se necessário excluir do processo de produção os fatores que afetam negativamente a planta. As alterações fisiológicas causadas por vírus em plantas são por demais conhecidas. Daí a necessidade de se obter clones livres de vírus de cultivares relevantes e mantê-los separadamente como fontes identificáveis de material de propagação livres de vírus. Clones livres de vírus são necessários para: 1. melhorar o desempenho e a qualidade do material propagativo comercial 2. evitar resultados científicos errôneos; 3. criar padrões para todo tipo de experimentação científica com macieiras e programas de avaliação.

Os variados efeitos nocivos dos vírus à produção e à qualidade das maçãs e o desenvolvimento de considerável consciência ambiental da parte de produtores e consumidores sublinham a necessidade de produção e uso de material propagativo livre de vírus para produtores e viveiristas. Se junta a isto a conformidade com diretrizes legais para a produção de mudas de fruteiras em geral, assim como para a elevação do patamar tecnológico da produção de mudas e frutas no país. Macieiras são infectadas por um grande número de vírus entre os quais se destacam os vírus latentes em cultivares comerciais como “vírus da mancha clorótica da macieira” (*Apple chlorotic leaf spot virus*, ACLSV), “vírus das caneluras do tronco da macieira”

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: nickel@cnpuv.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: thor@cnpuv.embrapa.br

(*Apple stem pitting virus*, ASPV) e o “vírus do acanalamento do tronco da macieira” (*Apple stem grooving virus*, ASGV) (LESSA et al., 1998; NICKEL et al., 2001; RADAELLI et al., 2004, 2006). Outros agentes, ainda pouco caracterizados, são o “descascamento de platycarpa” (inglês: platycarpa scaly bark) e o “nanismo de platycarpa” (inglês: platycarpa dwarf), o primeiro detectado por indexagem biológica em clones de macieiras oriundos de RS e SC (CRESTANI, 2000). Várias disfunções de relevância econômica e a “epinastia e declínio” da cv. Spy 227 são causados por ASPV (PAUNOVIC et al., 1999; PAUNOVIC; RANKOVIC, 1998). Por não produzirem sintomas visualmente perceptíveis na maioria das cultivares comerciais de macieiras, os vírus “latentes” podem passar despercebidos e serem propagados indefinidamente. Infecções complexas de vírus latentes são comuns no sul do Brasil (NICKEL et al., 2001). ACLSV foi detectado só ou em complexo com ASGV em 92% das 24 cultivares testadas (KNAPP et al., 1995). Um segundo grupo, cuja infecção pode ser visível, inclui o “vírus do mosaico da macieira” (*Apple mosaic virus*, ApMV). O ApMV é um patógeno cosmopolita transmissível por pólen, ao contrário dos vírus latentes, transmissíveis exclusivamente pela enxertia. Outros agentes neste grupo são a “depressão do lenho” (inglês: flat limb), “casca áspera do fruto” (inglês: apple rough skin), “ruga verde” (inglês: green crinkle), e “rachadura-estrela” (inglês: star crack) de natureza desconhecida ou causados por viróides e, geralmente, removíveis por termoterapia (HOWELL et al., 1998), todos já observados na região sul do Brasil (NICKEL et al., 2001; NICKEL, 2004).

Os vírus afetam a produção e a qualidade dos frutos, o desenvolvimento de mudas e a longevidade do pomar (LEMOINE, 1990), podendo ainda induzir deformações, acelerar a maturação, e provocar alterações fisiológicas em frutos, aumentando a suscetibilidade a outros patógenos. Segundo a virulência do isolado viral e a suscetibilidade do tecido afetado, eles podem manifestar-se em folhas, flores, frutos, na casca e na madeira de troncos e galhos estruturais, ramos e em raízes da macieira. A invasão dos tecidos da macieira por estes agentes é sistêmica, porém, geralmente, desuniforme. Infecções complexas, i.é, simultâneas por mais de um vírus, são comuns.

No Brasil a publicação da Lei 10.711 (2003) e do Decreto 5.153 (2004) que a regulamenta, definiram parâmetros de qualidade para mudas. Embora o conceito “livre de vírus” não tenha sido absorvido por estes marcos regulatórios, normas subsequentes prevêem que deve ser garantida por produtores e comerciantes de mudas, não somente a identidade genética ou varietal, mas também a sanidade.

O objetivo do presente projeto foi obter material pré-básico de cultivares comerciais de macieiras livres de vírus latentes e do vírus do mosaico da macieira por eliminação de vírus via termoterapia *in vivo*, quimioterapia e cultura de tecidos *in vitro*. A avaliação da sanidade do material propagativo obtido foi efetuada por testes moleculares, sorológicos, imunoelétricos e por indexagem biológica em plantas indicadoras lenhosas. A terminologia “livre de vírus” aplicou-se no sentido de que os materiais produzidos são livres dos vírus de macieiras ASGV, ACLSV, ASPV e ApMV com as restrições e as condições experimentais mencionadas no texto. Estes procedimentos levam a materiais que são qualitativamente superiores em termos de

sanidade, produtividade e longevidade e representam um avanço tecnológico. A observação de que certas infecções virais em Maxi Gala provocam maior suscetibilidade a patógenos fúngicos (manchas foliares e podridões de frutos) levou à condução de experimentos de caráter preliminar, cujos resultados serão abordados, sem detalhamento metodológico, na discussão de resultados.

2. METODOLOGIA

2.1. Termoterapia

Cultivares: Ao longo do projeto foram tratadas para remoção de vírus as cvs. Fuji Suprema M095 (número de acesso clonal, Embrapa), Fuji Standard M078, Fuji Select M184, Fuji More M182, Mishima M191, Imperial Gala M059/183, Royal Gala M073 e M053, MaxiGala M163/180, Galaxy M181 e Cripps Pink M075 e M080 e os porta-enxertos M9 M072, M7 M097, M26, M106 e Maruba-kaido (vários acessos). Do tratamento térmico foram obtidos explantes para quimioterapia *in vitro* e cultivo *in vivo* de brotações apicais e laterais e cultivo *in vitro* de meristemas.

Foram escolhidas as cultivares, segundo critérios agrônômicos, pomológicos, fitossanitários e mercadológicos e as plantas foram preparadas para o tratamento térmico por garfagem da cultivar-candidata, geralmente, em porta-enxertos de semente. Um bom enraizamento de não menos de seis meses foi observado para a sobrevivência das plantas em termoterapia. Foram feitos poda severa, boa fertilização e suprimento de água, para forçar nova brotação sob temperaturas que variaram de 36 a 38° C por cerca de quatro a seis semanas. Foi utilizada câmara de crescimento semi-automatizada para manutenção de temperatura. A umidade relativa do ar de cerca de 40%, adequada para este tratamento, foi atingida pela molhamento manual das plantas.

2.2. Cultivo *in vivo* de brotações emitidas sob calor

As brotações obtidas sob tratamento térmico chamadas “termonúmeros” (TN) foram enxertadas em porta-enxertos de semente (4 – 5 mm de espessura), cobertas com sacos plásticos para manutenção de atmosfera de alta umidade e aclimatadas em estufa (Figura 1) e desenvolveram-se por 8-10 meses até a primeira análise de sanidade por indexagem biológica. O número TN acompanha as plantas até a conclusão da avaliação de sanidade, que constatada, confere à planta a denominação “material pré-básico”.



Figura 1: Enxertia de brotações emitidas sob calor, em câmara úmida para desenvolvimento cerca de 30 dias após a termoterapia.

A clássica termoterapia convencional ou *in vivo* fez contribuição substancial para a pomicultura mundial, mas além de ser um processo longo, trabalhoso e, portanto, caro, tem várias restrições como espaço limitado nas câmaras, condições não-estéreis favoráveis à incidência de pragas e doenças, e a preparação das plantas consome muito tempo. Mais promissor é o seu uso *in vitro*, associado ou não à cultura de meristemas ou à quimioterapia (KNAPP et al., 1995; JAMES et al., 1997).

2.3. Quimioterapia e Cultivo *in vitro* de tecidos e meristemas

Na sequência da termoterapia e obtenção de quantidade suficiente de tecido para avaliação de sanidade optou-se por estabelecer um lote de cultivares *in vitro* com o objetivo de propagar, executar a remoção de vírus por quimioterapia e fazer o diagnóstico em tecidos de cultivo *in vitro*.

Foram estabelecidos *in vitro* diversos acessos das cvs. Maxi Gala, Galaxy, Imperial Gala, Royal Gala, Castel Gala, Baigent, Fuji Suprema, Fuji Standard, Fuji More, Fuji Select, Mishima, Cripps Pink e Hatsuaki, com e sem vírus, num total de cerca de 180 plantas *in vitro*, que podem ser rapidamente incorporados em experimentos de limpeza clonal e propagação. Este procedimento visou um encurtamento do tempo necessário para a obtenção de tecidos livres de vírus. O cultivo para multiplicação *in vitro* foi feito em meio (MS) Murashige e Skoog (1962), com alterações para as diversas fases do desenvolvimento.

Quimioterapia. Para avaliar a eficácia de ribavirina como agente antiviral na remoção de vírus latentes de macieiras, foram conduzidos experimentos-piloto. Duas cultivares foram utilizadas, Royal Gala M073 infectada com ACLSV e Cripps Pink

M080 infectada com ACLSV e ASPV, estabelecidas *in vitro*, em meio de cultura MS, suplementado com 1 mg.L⁻¹ de benzilamino-purina (BAP), 30 g.L⁻¹ de sacarose e 6 g.L⁻¹ de ágar, sob fotoperíodo de 16:8 h e temperatura de 22 °C ± 3 °C. A presença dos vírus foi determinada previamente por RT-PCR. As plantas provenientes de seis explantes de 1 a 2 cm de comprimento de cada cultivar foram submetidas ao tratamento de quimioterapia com ribavirina adicionada ao meio de cultura à concentração de 10 µg.mL⁻¹ e avaliadas em três repetições independentes. O material foi repicado uma vez após 30 dias. Após 30 e 60 dias de cultivo *in vitro* com ribavirina o material foi analisado por RT-PCR e as plantas foram transferidas para meio de cultura MS sem o agente anti-viral para destoxificação. Das plantas tratadas e das testemunhas foram isolados e cultivados meristemas (extremidades apicais não diferenciadas, i.e., sem continuidade do sistema vascular com o restante do explante). As plantas regeneradas foram enraizadas *in vitro* e aclimatadas em casa de vegetação. Os controles consistiram de plantas cultivadas *in vitro*, não-tratadas com ribavirina.

Num segundo experimento foi avaliada a remoção de vírus das cvs. Royal Gala M053 (ASGV), Castel Gala M193 (ACLSV+ASGV+ASPV), Cripps Pink M075 (ASGV) e Fuji Select M184 (ASGV+ASPV), comparando-se o efeito de 10 µg.mL⁻¹ de ribavirina com 7,5 e 5,0 µg.mL⁻¹. O material foi repicado para meio fresco aos 30 dias. Após 30 e 60 dias o material foi analisado por RT-PCR e as plantas foram transferidas para meio MS sem ribavirina por 30 dias para destoxificação antes da transferência para meio de enraizamento, após o qual as plantas foram aclimatadas. Finalmente foi tentada a eliminação de vírus latentes na comparação com 1 µg/ml de ribavirina, utilizando-se o mesmo desenho experimental e as mesmas cultivares usados no experimento anterior.

Multiplicação *in vitro* de porta-enxertos. Técnicas de propagação são empregadas rotineiramente para a multiplicação de macieira. No entanto, a eficiência do processo é altamente dependente da espécie e do genótipo (clone) empregado. A fim de aumentar a eficiência da propagação do porta-enxerto M9, a partir de explantes de casa de vegetação, foram testadas combinações de meios de cultura, reguladores de crescimento e condições de ambiente.

Foram removidos ápices caulinares de aproximadamente 1 cm de comprimento de plantas M9, acesso M072, propagadas por multiplicação clonal. O material foi estabelecido *in vitro*, em meio MS, pH 5,8, suplementado com 4 µM de 6-benzil-aminopurina (BAP), 30 g.L⁻¹ de sacarose e 6 g.L⁻¹ de ágar. A partir do material estabelecido *in vitro*, foram testados os sistemas de regeneração descritos na tabela 1. Os testes descritos abaixo foram realizados na tentativa de estabelecer M9 *in vitro*. Os explantes para a realização dos testes abaixo foram retirados de plantas em casa de vegetação. Os explantes para as tentativas de regeneração por organogênese vieram de plantas *in vitro* que não estavam estabelecidas, ou seja, não produziram novas brotações apenas desenvolveram os primórdios foliares do meristema lateral.

Tabela 1. Explantes, sistemas de regeneração, meios de cultura e reguladores de crescimento testados para a propagação do porta-enxerto de macieira M9

Explante	Sistema de Regeneração	Meio de Cultura	Regulador de Crescimento
Gemas axilares	Brotação de meristema lateral	MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962)	4µM BAP
Gemas axilares	Brotação de meristema lateral	MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962)	4µM BAP, 0,5 µM ácido indolbutírico (IBA)
Gemas axilares	Brotação de meristema lateral	MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962)	4µM BAP, 0,5 µM IBA, 2 µM ácido giberélico (GA)
Gemas axilares	Brotação de meristema lateral	DKV (DRIVER; KUNIYUKI, 1984)	8,86 µM BAP, 0,53 µM GA, 0,3 µM IBA – luz monocromática vermelha (650 nm)
Gemas axilares	Brotação de meristema lateral	DKV (DRIVER; KUNIYUKI, 1984)	17,72 µM BAP, 0,53 µM GA, 0,3 µM IBA
Segmentos foliares e caulinares	Organogênese	N6 (CHU, 1978)	15 µM tidiazuron (TDZ)
Segmentos foliares e caulinares	Organogênese	N6 (CHU, 1978)	15 µM TDZ – explantes na posição horizontal, com face abaxial em contato com o meio
Segmentos foliares e caulinares	Organogênese	N6 (CHU, 1978) líquido	15 µM tidiazuron (TDZ)

Com o propósito de acelerar a propagação de M9 foi realizado um experimento preliminar da eficiência de pasta com ácido indol-butírico (IBA) no enraizamento do porta-enxerto M9. Foram testadas três concentrações de IBA, 100, 500 e 1000 ppm, incorporado em pasta a base de lanolina. Foram coletadas estacas lenhosas de aproximadamente 20 cm, de comprimento e espessura variável de plantas de macieira M9 cultivadas em casa de vegetação. A extremidade abaxial das estacas foi cortada em bisel e coberta com pasta de enraizamento contendo IBA, sendo que para cada concentração do regulador de crescimento foram testadas três plantas. As estacas com pasta na extremidade foram plantadas, verticalmente, em copos plásticos contendo aproximadamente 200 mL de areia média compactada. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, sob condições ambiente de luz e temperatura por três meses. Após este período, as estacas foram desenterradas e a presença de raízes ou primórdios radiculares foi avaliada visualmente.

2.4. Avaliação da sanidade de plantas oriundas de termoterapia, quimioterapia e cultivo de meristemas

A aclimação pós-cultivo *in vitro* foi feita em substrato comercial para sementes em copos plásticos em câmaras úmidas. A checagem de sanidade que se seguiu ao trabalho de eliminação de vírus é uma prática-padrão, necessária porque quaisquer tratamentos de eliminação de vírus não representam garantia de eliminação e é comum que o tratamento tenha levado somente a uma redução do título viral na planta abaixo do nível de detecção. Nestas condições de temperatura, o crescimento vegetativo da planta é mais rápido e a replicação e o movimento do vírus são reduzidos. Como consequência, as brotações laterais e apicais ainda

herbáceas têm alta probabilidade de estarem livres de vírus. Enquanto ACLSV, ASPV e ApMV e as doenças de frutos e dos troncos são, geralmente, de fácil remoção pelo calor, o ASGV é extremamente termotável, e, geralmente, não é eliminado somente pela termoterapia (JAMES et al., 1997). Embora a termossensibilidade específica dos vírus determine a eficácia de eliminação destes agentes em certo grau, o êxito da termoterapia parece depender não somente do método usado e do vírus em questão, mas de uma relação específica entre o patógeno e um certo genótipo (PAPRSTEIN et al., 2008).

Cerca de um ano após início da aclimação foram iniciados os testes de sanidade por indexagem biológica em plantas indicadoras lenhosas. Foram utilizadas *Malus domestica* cvs. Spy227 (ASPV), Virginia Crab (ASGV), Radiant Crab (ASPV), *Malus adstringens* cv. Hopa (ACLSV), *Malus micromalus* cv. GMAL 273.a (ASGV), *Malus platycarpa* (ACLSV, “platycarpa scaly bark”) e *Pyronia veitchii* (ACLSV, ASGV e ASPV) com três repetições por planta e por indicadora, o que implicou em que cada termonúmero foi avaliado em 15 a 21 plantas, mantidas em estufa/casa de vegetação ou em campo (JELKMANN, 2004). Os testes não incluíram a indexagem de doenças de frutos e da madeira nas cvs. Stayman, Gravensteiner, Golden Delicious, Lord Lambourne, Virginia Crab, Spy227 e R12740-7-A devido a que as plantas originais não apresentavam sintomas nestes tecidos. Os dois testes de laboratório utilizados foram o enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), e a RT-PCR ou IC-RT-PCR. Os extratos de ácidos nucléicos totais para RT-PCR foram obtidos por adsorção em SiO₂ como descrito anteriormente (NICKEL et al., 1999, 2001) e foram usadas diversas combinações de iniciadores já avaliados anteriormente (Tabela 2) (NICKEL; FAJARDO, 2009).

Tabela 2. Iniciadores utilizados na detecção de vírus em macieiras por RT-PCR

Denominação do iniciador	Sequências (5' – 3')	Posição no genoma	Tamanho fragmentos
ACLSV 7233r ACLSV 6875s	CAGACCCTTATTGAAGTCGAA GGCAACCCTGGAACAGA	7213-7233 6875-6891	358 pb ⁽¹⁾
ACLSV 7365r ACLSV 6784s	CTAAACGCAAAGATCAGTTGTA ATGGCGCAGTGCTGAACCTCC	7343-7365 6784-6805	581 bp ⁽²⁾
ACLSV 7429r ACLSV 6751s	CACACTTGAGCACACAACACA CAGTTTGCTCGACAGAACCA	7409-7429 6751-6770	678 pb ⁽²⁾
ASPV 9262r ASPV 8993s	ATAGCCGCCCGGTTAGGTT CTCTTGAACCAGCTGATGGC	9243-9262 8993-9012	270 pb ⁽³⁾
ASPV 3480s ASPV 3770r	AGCGGTTGCCTATTTTGCTC GTCAGGTCAAAGATGCTGAA	3480-3501 3750-3770	291 ⁽³⁾
ASGV 6396r ASGV 5641s	CTGCAAGACCGCGACCAAGTTT ATGAGTTTGGGAAGACGTGCTTC	6373-6396 5641-5663	755pb ⁽⁴⁾
ASGV 6396r ASGV 5873s	CTGCAAGACCGCGACCAAGTTT CCCGCTGTTGGATTGATACACCTC	6373-6396 5873-5898	523 pb ⁽⁵⁾
ApMVcp 1776r ApMVcp 1126s	TCATAATTCTAACAAATCTT ATGGTCTGCAAGTACTGTAA	1776-1795 1126-1145	669 pb ⁽⁶⁾

1) Candresse et al. (1995); 2) Silva et al. (2008), com base no acesso M58152/NC_001409 do Genbank do NCBI; 3) Radaelli et al. (2006); 4, Nickel et al. (2001); 5, MacKenzie et al. (1996); 6, www.ncbi.nlm.nih.gov, NC_00340.

2.5. Estabelecimento e manutenção de bloco de matrizes livres de vírus

Foram estabelecidas em um bloco nuclear protegido por cerca de tela as plantas oriundas de tratamentos de remoção de vírus cuja avaliação de sanidade foi completada. Este lote de plantas, estabelecido na Embrapa Uva e Vinho contém os materiais pré-básicos que devem dar origem matrizes borbulheiras, fornecedoras de material propagativo para produção de mudas. A manutenção dos materiais pré-básicos em campo ocorrerá em dois lotes, na sede da Embrapa Uva e Vinho e na sua EEFT, Vacaria, RS, e deve obedecer práticas culturais que assegurem sanidade e vigor vegetativo.

Especificamente para a propagação do porta-enxerto M9 *in vitro* com o intuito de acelerar o processo de multiplicação, foram avaliados vários meios de cultivo que não deram resultado satisfatório. Daí a ênfase na obtenção de maior quantidade de termonúmeros de M9 e propagação em campo e em estufins. A propagação massal dos materiais obtidos deve ser feita conjuntamente com os parceiros do projeto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Termoterapia *in vivo* e cultivo de termonúmeros

Apesar de algumas perdas significativas de plantas durante a termoterapia, devido à suscetibilidade de algumas cultivares à exposição a longos períodos de alta temperatura, o projeto logrou obter por esta via uma série de materiais que foram enxertados e submetidos à avaliação de sanidade. O material original utilizado estava bastante infectado e infecções virais múltiplas foram comuns. Parte dos explantes de brotações ocorridas sob termoterapia de todas cvs. tratadas não sobreviveu à enxertia pós-tratamento térmico; nas cvs. Mishima e Maxi Gala TNS, a perda foi total, exceto um explante desta última cultivar (Tabela 3).

Tabela 3. Termonúmeros de cultivares de porta-enxerto e copas obtidos por termoterapia *in vivo* (Outubro/2011)

Cultivar/Acesso	Infecção planta-mãe*	Termonúmeros enxertados Agosto/2010	Termonúmeros Vivos** - Out/2011
M9 M072	Nt	20	12
Fuji More M182	ASPV	8	8
Maxi Gala M180	ASGV	4	1
Galaxy M181	ASPV/ACLSV	4	4
Mishima M185	ASPV/ACLSV	8	0
Fuji Suprema M095	ASGV	12	8
Fuji Standard vários	ASPV/ASGV/ACLSV	42	32
Imperial Gala M059	ACLSV/ASGV	6	4
Royal Gala vários	ASPV/ASGV/ACLSV	11	7
Cripps Pink vários	ASPV/ASGV/ACLSV	6	4

Nt, não testado; *Análises referem-se às amostras analisadas, aos isolados de vírus latentes mencionados e a ApMV, com base em RT-PCR em conexão com os iniciadores e condições experimentais utilizados.

Os resultados obtidos confirmaram observação anterior da dificuldade de remoção de ASGV de tecidos de macieiras, sendo a infecção residual com ASGV, pós-tratamento térmico a mais frequente nos materiais aqui analisados. A remoção de ASGV é dificultada por sua termoestabilidade, fenômeno já constatado por outros autores (KNAPP et al., 1995; JAMES et al., 1997). Esta observação corrobora relatos de outros autores de que a detecção de uma infecção residual pode ocorrer longo tempo após o tratamento, o que justifica a necessidade de se acompanhar estes materiais avaliando-os periodicamente (GILLES; VERHOYEN, 1992) e sublinha o caráter de longo prazo deste tipo de tecnologia (JAMES, 2001).

A clássica termoterapia *in vivo* levou a avanços substanciais, mas é um processo longo, trabalhoso e, portanto, caro. Mais promissor e econômico é o seu uso associado à cultura de meristemas ou à quimioterapia *in vitro*.

3.2. Quimioterapia, cultivo de tecidos e de meristemas

Entre as substâncias mais utilizadas e pesquisadas como agentes antivirais para quimioterapia, destacam-se os flavonóides a exemplo de quercetina e outras substâncias naturais muito disseminadas no reino vegetal como a morina e a saponina glicirizina, e outras com atividade contra uma série de vírus animais como *Herpes*, poliomielite e pseudo-raiva. Vários flavonóides são inibidores do vírus do mosaico do fumo, vírus X da batata e vírus da mancha anelar do tomate (JAMES et al., 1997). Outras substâncias antivirais são os análogos de bases nitrogenadas de ácidos nucleicos, como ribavirina, dioxihexahidrotriazina (DHT), deshidroxipropiladenina (DHPA) e outras. Interferindo em caminhos metabólicos, estas substâncias estão envolvidas num complexo mecanismo de interferência na síntese de DNA e RNA viral em animais e plantas. É possível que o efeito dessas substâncias inclua a degradação de partículas de vírus já sintetizadas. A ribavirina, dependendo da sua rotação, assemelha-se a adenosina ou guanossina. Quando incorporada em RNA, como um análogo de adenina ou guanidina, parecia-se igualmente bem com uracila ou citosina, induzindo mutações na replicação de vírus de RNA dependente de RNA. O acúmulo destas mutações pode ser letal para vírus de RNA. Ribavirina é conhecida como um potente agente quimioterapêutico, já utilizado na remoção de vírus de macieiras (ASGV e ACLSV) (Hansen & Lane, 1985; JAMES, 1997), e na combinação com DHPA num tratamento termo-quimioterápico na obtenção de videiras livres de *Grapevine virus A*, agente do “Kober stem grooving”, uma das importantes doenças do complexo rugoso da videira. Devido ao alto custo e à longa duração da limpeza clonal, principalmente considerando-se a avaliação biológica de sanidade, faz-se necessário optar por métodos mais precisos e econômicos de obtenção de clones livres de vírus, como a termoterapia e quimioterapia *in vitro*. (HANSEN ; LANE, 1985; JAMES et al., 1997; ABDELNOUR-ESQUIVEL et al., 2006; PANATTONI et al., 2007).

Análises de plantas das cvs. Royal Gala (M073) e Cripps Pink (M080) após 30 dias de tratamento com ribavirina apresentaram 33% de eliminação de ACLSV+ASPV (cv. Cripps Pink), enquanto todas as plantas da cultivar Royal Gala permaneciam infectadas por ACLSV. Após 60 dias de tratamento com ribavirina

ocorreu excisão e cultivo de meristemas. Nas plantas regeneradas a partir destes meristemas a remoção de ACLSV da cv. Royal Gala e de ACLSV+ASPV da cv. Cripps Pink foi completa (NICKEL et al., 2010) (Tabela 4). As plantas cultivadas *in vitro* por 60 dias de tratamento com ribavirina apresentaram algumas alterações morfológicas nas regiões apicais, e danos restritos do tipo escaldadura das folhas. O efeito, que desapareceu após a transferência das plantas para meio sem ribavirina por 20-30 dias para destoxificação, foi mais visível na cultivar Cripps Pink, aparecendo com menor frequência e intensidade na cultivar Royal Gala. Na sequência, não se observou qualquer efeito fitotóxico no desenvolvimento das plantas tratadas com ribavirina.

Tabela 4: Remoção de vírus por quimioterapia *in vitro* e avaliação de sanidade de material *in vitro* por RT-PCR (Outubro 2011)

Cultivar	Acesso	Vírus	Plantas infectadas*/ n° de plantas tratadas					
			30 dias			60 dias		
			Ribavirina µg/ml			Ribavirina µg/ml		
			5	7,5	10	5	7,5	10
Royal Gala	M073	ACLSV	**	**	3/3	**	**	0/3
Cripps Pink	M080	ACLSV ASPV	**	**	2/3	**	**	0/3
Royal Gala	M053	ASGV	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4
Castel Gala	M193	ACLSV ASPV ASGV	4/4	4/4	4/4	0/4	0/4	1/4
Cripps Pink	M075	ASGV	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4
Fuji Select	M184	ASPV ASGV	4/4	4/4	4/4	1/4	1/3	1/3

* Análises referem-se às amostras analisadas, aos isolados de vírus latentes mencionados, com base em RT-PCR em conexão com os iniciadores e condições de reação utilizados; ** concentração de ribavirina não utilizada com estes acessos.

Concentrações de 5 e 7,5 µg/ml do agente antiviral foram comparadas com 10 µg/ml nas cultivares Royal Gala (M053), Cripps Pink (M075), Castel Gala (M193) e Fuji Select (M184) (Tabela 4). O ASGV foi removido após 30 dias de tratamento com ribavirina em 100% das plantas das cvs. Royal Gala e Cripps Pink em todos os tratamentos e repetições, demonstrando-se que o ASGV pode ser eliminado em menor tempo com concentrações de ribavirina menores que as utilizadas por James et al. (1997). Por outro lado, chama a atenção a persistência dos três vírus em parte das cvs. Fuji Select e Castel Gala, ambas com infecções mistas após 60 dias de tratamento com ribavirina. A infecção de ASPV da cv. Fuji Select foi eliminada em 66-75% das plantas somente após 60 dias de tratamento com ribavirina. A eliminação de ACLSV, ASGV e ASPV na cv. Castel Gala atingiu 66%. As alterações morfológicas e escaldadura de folhas e caules observados anteriormente não se repetiram. É plausível que certas cultivares de maçã ou seus clones, em certas condições, sejam mais afetados pela ribavirina. Quecini et al. (2008) demonstraram um efeito negativo da ribavirina no crescimento de protoplastos. Relevante no presente estudo foi o caráter transitório do dano ocorrido no material.

Num terceiro experimento, comparou-se 1 µg/ml com 5 e 10 µg/ml de ribavirina, um controle não tratado e o mesmo cronograma do experimento anterior com análise de RT-PCR realizada aos 60 dias de tratamento com ribavirina. Foi demonstrado que ocorreu eliminação de vírus em tratamentos com 1 µg/ml de

ribavirina. Parte das plantas deste experimento ainda encontra-se *in vitro*, sem avaliação de sanidade. O material já aclimatado e analisado consiste de plantas livres da infecção original das cultivares Castel Gala (20 de 22 plantas aclimatadas), Fuji Select (7 de 8), Royal Gala (7 de 17) e Cripps Pink (0 de 4). Estas análises preliminares não permitem observar uma correlação entre concentração de ribavirina e eficácia de eliminação de vírus. Em algumas amostras os vírus originalmente presentes nas plantas das cvs. Fuji Select e Royal Gala não foram amplificados a partir dos controles não tratados (concentração 0 µg/ml de ribavirina).

Este fato pode ser resultado do efeito chamado “diluição”, produzido pelo vigoroso desenvolvimento das plântulas *in vitro*, levando a rápida emissão de brotações novas. Essas brotações novas podem desencadear morte celular por senescência nas brotações velhas mais infectadas por vírus, reduzindo assim a concentração do patógeno na planta e dificultando sua detecção em determinado momento. Knapp et al. (1995) observaram que o título de *Plum pox virus* em folhas jovens de damascos submetidos a termoterapia *in vitro* era quase negativo, enquanto folhas velhas mostravam reação positiva. Esses mesmos autores avaliaram macieiras originalmente infectadas por ASGV e ACLSV após termoterapia e observaram alta porcentagem de valores de absorbância de ASGV próximos dos controles negativos, i.é., apenas no limiar de detecção. Surpreendentemente, quando analisadas seis meses após o tratamento, as mesmas plantas estavam positivas. Considerando-se o curto espaço de tempo necessário para o reestabelecimento da infecção viral após terapias de eliminação é plausível que estas tenham produzido somente uma redução do agente patogênico abaixo do limiar de detecção. Daí a necessidade de se avaliar o status sanitário destas plantas por um longo período após procedimentos de eliminação de vírus (JAMES, 2001).

As cultivares Maxi Gala, acessos M163/180, Galaxy, acesso M181, Fuji More, acesso M182 e Mishima, acesso M185, todas originárias de Vacaria, RS, infectadas, respectivamente, com ASGV, ACLSV+ASPV, ASPV e ACLSV+ASPV foram estabelecidas *in vitro* e estão prontas para início quimioterapia *in vitro*.

Propagação de porta-enxertos. Como resultado dos intentos de desenvolver um método de enraizamento visando uma rápida propagação do M9 observou-se no experimento-piloto que maior concentração do regulador de crescimento (1000 ppm) induziu maior número de raízes em estacas lenhosas de M9, comparativamente com as concentrações 100 e 500 ppm, indicando que testes posteriores podem incorporar concentrações mais elevadas de IBA para o enraizamento. Os resultados preliminares indicam que, apesar do uso de estacas desuniformes em espessura e comprimento, estas retêm a capacidade de resposta à aplicação do hormônio e que experimentos posteriores, empregando material com diâmetro uniforme, podem oferecer melhor condição de enraizamento do porta-enxerto.

3.3. Avaliação de Sanidade

Tanto a indexagem biológica como a RT-PCR revelaram-se instrumentos excelentes de avaliação de sanidade. Ambos os métodos tiveram suas deficiências e

vantagens. A indexagem biológica com a substituição de algumas indicadoras (R12 por *M. platycarpa* e Virginia Crab por *M. micromalus*, MM) ainda requereu meses, mas já pôde ser realizada em cerca de um ano e meio com avaliações de primavera da reação de indicadoras. A associação de ambos métodos conferiu maior segurança aos resultados. Todos os materiais obtidos foram submetidos aos dois testes. É relevante que estas plantas, como matrizes de fruteiras em geral, sejam regularmente analisadas. A RT-PCR é um teste muito sensível, mas passível de produzir reações inespecíficas, ou podem ocorrer, como demonstrado anteriormente (SILVA et al., 2008), falsos negativos por falta de pareamento adequado dos iniciadores de PCR, resultante de diferenças moleculares entre os isolados virais. Por esta razão, no caso de material pré-básico deste estudo foi feita a avaliação com os dois métodos.

Recomenda-se que ocorra uma análise dos materiais obtidos a cada dois anos para detectar vírus cuja concentração, após tratamentos de remoção de vírus (termo-/quimioterapia), tenha sido reduzida abaixo do nível de detecção (falsos negativos) ou eventuais infecções de material recontaminado na manipulação, podas e corte de material propagativo.

Os resultados das análises e indexagens dos termonúmeros obtidos na última fase do projeto demonstraram que alguns TNs das cvs. Fuji More, Fuji Suprema, Fuji Standard, Imperial Gala, Royal Gala e Galaxy estavam livres de vírus latentes da macieira e de ApMV. Os dados constantes da Tabela 5 demonstram a relevância e a necessidade da indexagem biológica e das análises moleculares após os tratamentos de remoção de vírus. É comum que uma porcentagem maior ou menor dos TNs esteja contaminada com uma infecção residual, quando havia uma infecção na planta original.

Tabela 5: Avaliação de sanidade por RT-PCR e/ou indexagem biológica em indicadoras lenhosas de plantas obtidas de termoterapia *in vivo* (Outubro/2011)

Cultivares/Acessos	Plantas Sadias/Plantas avaliadas	Infecção residual *				Origem do acesso
		ACLSV	ASGV	ASPV	ApMV	
Fuji Suprema M095	3/8	-	+		-	Epagri, SC
Fuji standard vários	17/25	+	+	+	-	Vacaria, RS
Imperial Gala M059	2/4	+	+	-	-	Vacaria, RS
Royal Gala	1/6	+	+	+	-	Vacaria, RS
Cripps Pink M075	0/4	+	+	+	-	Vacaria, RS
Maxi Gala	0/1**	-	+	-	-	Vacaria, RS
Fuji More	6/7	-	-	+	-	Vacaria, RS
Galaxy	6/8	+	-	+	-	Vacaria, RS
Mishima	0/0**	-	-	-	-	Vacaria, RS

* Análises referem-se às amostras analisadas, aos isolados de vírus latentes mencionados e a ApMV, com base em RT-PCR em conexão com os iniciadores e condições de reação utilizados e/ou à indexagem biológica; ** morte de plantas.

A avaliação de sanidade via indexagem biológica e RT-PCR revelou a presença de ACLSV assintomático em dois clones do porta-enxerto Maruba, que, ao

contrário dos “isolados tipo” de ACLSV, assim como isolado de ASGV já descrito na região sul do Brasil (NICKEL et al., 1999), não induz a típica formação de cancro do Maruba e não leva *Malus prunifolia* var. *ringo* ao declínio. O isolado chamado “Maruba” é latente nessa cultivar. Ambos isolados de ACLSV podem coexistir naturalmente em plantas de pomares (YANASE, 1974). Em Maxi Gala (M163/180) foi detectado o ASGV por indexagem biológica em *Malus micromalus* GMAL 273.a, infecção não revelada anteriormente por RT-PCR.

3.4. Estabelecimento de lote de material pré-básico livre de vírus

Como previsto, estabeleceu-se na Embrapa um lote de materiais pré-básicos que estão sendo propagados em escala para fornecer material propagativo para formação de matrizes borbulheiras. A Tabela 6 engloba 186 plantas “livres de vírus” *stricto sensu*, incluindo propagações de TNs, sem identificar os diversos termonúmeros e meristemas que as originaram.

Tabela 6: Material pré-básico de cultivares de copas e porta-enxertos em campo, Embrapa Uva e Vinho (Outubro/2011)

Cultivar/Acesso	Processo de Obtenção*	Número de plantas	Origem do acesso
Copas			
Fuji Suprema M095	ME	27	Epagri, SC
Fuji Standard M057-58-78	ME/TN	30	Embrapa, Epagri
Royal Gala	ME	17	Epagri, Lages
Imperial Gala M059	TN	4	Vacaria, RS
Porta-enxertos			
M9, M072, M070	TN	33	Embrapa, Epagri
M7, M097	ME	23	Vacaria, RS
M26, M076	TN	1	Vacaria, RS
M106, M102	TN	1	Vacaria, RS
Maruba, Vários acessos	ME	50	Embrapa, Epagri

*TN, termonúmero; ME, meristema; esta denominação informa sobre o processo de obtenção da planta.

As observações ao longo deste trabalho demonstraram que existem outros aspectos relevantes da relação vírus vs. planta pouco considerados. Plantas infectadas com vírus foram avaliadas quanto ao seu desempenho produtivo, à qualidade dos frutos e quanto a sua relação com patógenos fúngicos, causadores de manchas foliares e podridões em frutos. Algumas constatações desses estudos, embora preliminares, merecem atenção e eventualmente uma abordagem aprofundada em experimento específico.

As infecções virais, nestes estudos, foram responsáveis por reduzir o tamanho dos frutos, aumentar a incidência de podridões de frutos durante a armazenagem em câmaras frias e aumentar a suscetibilidade a certas infecções fúngicas. Estudos em frutos de macieiras cv. Maxi Gala infectadas experimentalmente com vírus demonstram que estes têm menor firmeza após dois meses de armazenagem, em decorrência do aumento da abertura de lenticelas e da transpiração em frutos de plantas virosadas (GUERRA, 2007). Estes dados

permitem deduzir que a vida de prateleira de frutos de plantas virosadas também pode ser afetada. Entretanto as cultivares podem ter reações distintas que têm que ser avaliadas especificamente.

Um estudo, conduzido na Embrapa em cooperação com a UFRGS, em macieiras jovens da cv. Maxi Gala avaliou o efeito da infecção prévia de *Apple stem grooving virus* (ASGV) de *Apple stem pitting virus* (ASPV) sobre infecções subsequentes por *Colletotrichum gloeosporioides*, agente da “mancha foliar da Gala” ou “mancha foliar de Glomerella”, principal doença de verão da macieira. As plantas infectadas por ASGV-ASPV foram inoculadas com *C. gloeosporioides*. em câmaras com temperatura e umidade monitoradas. Os dados submetidos a uma análise estatística revelaram um estímulo significativo da infecção de vírus sobre a porcentagem de folhas infectadas (incidência) e sobre o número de manchas de *C. gloeosporioides* por folha (severidade) comparativamente aos controles sem vírus. O estudo demonstra que ocorre uma aceleração do ciclo biológico da Glomerella em plantas virosadas. Plantas com ASGV-ASPV criam condições favoráveis ao fungo a ponto de reduzir o seu período de incubação, causando assim maior dano às plantas. O estudo revelou também que, nas plantas infectadas com vírus, foram necessárias 69,5 horas após a inoculação com o fungo para se atingir 50% de incidência em plantas de Maxi Gala com ASGV-ASPV, enquanto nas plantas livres desses vírus este valor foi de 80,5 horas (GUERRA et al., 2007a). Conclui-se que as infecção virais promoveram uma aceleração da infecção fúngica. Estes dados são relevantes, uma vez que podem afetar o custo da produção, a eficácia e o impacto ambiental das medidas de controle químico (GUERRA et al., 2011, no prelo).

Na presença de *Cryptosporiopsis perennans*, infecções virais, principalmente por vírus latentes, aumentaram a suscetibilidade dos frutos à podridão “olho de boi” após armazenagem em câmaras frias, enquanto o vírus do mosaico da macieira afetou menos esta relação (GUERRA et al., 2007b).

Em experimentos de campo, avaliados entre 2004 e 2009, observou-se uma tendência a menor produção média de plantas virosadas na comparação com as testemunhas sadias nos calibres maiores (71-75, 67-70 e 56-66 mm) respectivamente 32%, 55% e 78%, enquanto a produção média de frutos de calibre < 55 mm de diâmetro, dos tratamentos virosados, superou a produção das testemunhas sadias em 24%. Portanto, a produção de plantas infectadas por vírus foi menor com maior porcentagem de frutos de menor valor comercial (NICKEL et al., 2008).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Os objetivos do projeto de obter materiais livres de vírus de copas e porta-enxertos de macieiras de relevância comercial foram alcançados. Tanto de copas como de porta-enxertos foram obtidos materiais de sanidade superior que devem passar por um processo de propagação massal. A quimioterapia revelou-se um método eficiente para obtenção de materiais de superior qualidade fitossanitária comparativamente à termoterapia in vivo, que

apresentou tanto um alto grau de mortalidade como de infecções residuais. Dada a longa duração da eliminação de vírus, observa-se um descompasso entre os produtos obtidos desde o início do projeto e aqueles atualmente mais demandados. Entretanto as cultivares com maior potencial comercial e demanda atual para plantio como Maxi Gala, Galaxy Fuji More, Fuji Select e Mishima já estão em tratamento. Considerando-se a utilização de métodos de eliminação de maior eficiência e métodos de indexagem mais rápida, o tempo de obtenção desses materiais livres dos vírus abordados neste projeto, poderá ser substancialmente reduzido.

- ✓ Uma moderna pomicultura de precisão passa pelo estudo detalhado de limitantes bióticos e abióticos da produção, refinando progressivamente o conhecimento sobre o “funcionamento” da macieira e de suas relações com agentes patogênicos. Neste contexto os vírus e agentes similares têm papel de destaque.
- ✓ Os resultados aqui alcançados com a obtenção de clones livres de vírus latentes e ApMV são relevantes para uma nova postura face à questão do material propagativo. É relevante seguir uma etapa de propagação massal do material obtido, continuar regularmente a avaliação de sanidade nos próximos anos, no mínimo a cada dois anos nos lotes de material pré-básico e estabelecer os materiais sadios isoladamente em lotes específicos. É importante criar um grupo de trabalho do setor que avalie regularmente a fidelidade varietal do material produzido pelos métodos aqui descritos e aporte ao programa de novas cultivares consideradas relevantes para a pomicultura nacional.
- ✓ A mudança de consciência ambiental e dos danos causados por doenças virais aos pomares nos países tecnologicamente avançados tornou o uso de plantas livres de vírus um procedimento-padrão na implantação de pomares. A recente legislação brasileira vai ao encontro dessa exigência. Isto é, especialmente o caso de métodos de produção integrada, produção orgânica ou produção de base agroecológica. Os efeitos fisiológicos causados por infecções virais são tão abrangentes que necessariamente questionam sistemas de produção modernos enquanto os pomares forem implantados com material infectado por vírus. Assim, a pomicultura moderna requer plantas certificadas livres de vírus, oriundas de borbulheiras livres de vírus, enxertadas em porta-enxertos livres de vírus. Isto é um pré-requisito de rentabilidade e sustentabilidade ambiental. É muito provável que frutos produzidos num sistema equilibrado com material propagativo sadio, livre de vírus tenham cada vez maior aceitação pelo público consumidor tanto no mercado nacional como no internacional.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pela valiosa contribuição da pesquisadora Dra Vera M. Quecini, e das assistentes Iraci Sinski e Daniela Dal Bosco (Laboratório de Cultura de Tecidos), pelo excelente apoio técnico do assistente Sr. Marcos F. Vanni (Laboratório de Virologia) e reconhecem o apoio financeiro da FINEP e do CNPq.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELNOUR-ESQUIVEL, A.; BERMUDEZ, L. C.; ALVARENGA, S.; RIVERA, C. Cultivo de meristemas, termo y quimioterapia en chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.) pra la erradicación del virus del mosaico del chayote (ChMV). **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, v. 77, p. 17-23, 2006.
- CANDRESSE, T.; LANNEAU, M.; REVERS, F.; GRASSEAU, N.; MACQUAIRE, G.; GERMAN, S.; MALINOWSKI, T.; DUNEZ, J. An immuno-capture PCR assay adapted to the detection and the analysis of the molecular variability of the apple chlorotic leaf spot virus. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 386, p 136-147, 1995.
- CHU, C. C. The N6 medium and its application to anther culture of cereal crops. In: SYMPOSIUM ON PLANT TISSUE CULTURE, 1978, Beijing. **Proceedings...** Peking: Science Press, 1978. p. 43-50.
- CRESTANI, O. A. **Fomento à capacitação tecnológica para a produção de mudas frutíferas via métodos biotecnológicos**: relatório de projeto. Brasília, DF: Embrapa-SPSB, 2000. 49 p.
- DRIVER, J. A.; KUNIYUKI, A. H. *In vitro* propagation of Paradox walnut rootstock. **Hortscience**, Alexandria, v. 19, p. 507-509, 1984.
- FRIDLUND, P. R. IR-2, A virus-free, interregional, deciduous fruit tree repository. In: FRIDLUND, P. R. (Ed.). **Virus and viruslike diseases of pome fruits and simulating noninfectious disorders**. Pullmann: College of Agriculture and Home Economics, Washington State University, 1989. p. 308. Cooperative Extension.
- GILLES, G. L.; VERHOYEN, M. **Viroses et maladies apparentées des arbres fruitiers et ornementaux**: assainissement et selection. Bruxelles: Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture, 1992. 166 p.
- GUERRA, D. S. **Predisposição de macieiras (*Malus domestica* Borkh.) com infecções virais a *Cryptosporiopsis perennans* (Zeller & Childs) Wollenweber em frutos e *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig.) Penzig & Sacc. em folhas**. 2007. 99 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,
- GUERRA, D. S.; NICKEL, O.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; MARODIN, G. A. B.; FAJARDO, T. V. M. Apple stem grooving virus afeta infecções de manchas foliares causadas por *Colletotrichum gloeosporioides* em macieiras cv. Maxi Gala. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. S318, ago, 2007. Suplemento. Edição dos resumos do XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Maringá, 13 a 17 de agosto de 2007. Resumo 1053.
- GUERRA, D. S.; NICKEL, O.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; FAJARDO, T. V. M.; CAMPOS, Á. D.; MARODIN, G. A. B. Infection by *Cryptosporiopsis perennans* in Virus Infected Apple Fruits Cv. Maxi Gala. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TEMPERATE FRUITS IN THE TROPICS AND SUBTROPICS, 7., 2007, Florianópolis. **Program & Abstracts...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007b. p. 42.
- HANSEN, A. J.; LANE, W. D. Elimination of Apple chlorotic leafspot virus from apple shoot cultures by Ribavirin. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 69, p. 134-135, 1985.
- HOWELL, W. E.; BURGESS, J.; MINK, G. I.; SKRZECZKOWSKI, L. J.; ZHANG, Y. P. Elimination of apple fruit and bark deforming agents by heat therapy. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 472, p. 641-646, 1998.
- JAMES, D.; TRYTTEN, P. A.; MACKENZIE, D. J.; TOWER, G. H. N.; FRENCH, C.J. Elimination of apple stem grooving virus by chemotherapy and development of na immunocapture RT-PCR for rapid sensitive screening. **Annals of applied Biology**, Cambridge, v. 131, p. 459-470, 1997.
- JAMES, D. Long term assessment of the effects of *in vitro* chemotherapy as a tool for Apple stem grooving virus elimination. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 550, p. 459-462, 2001.

- JELKMANN, W. International Working Group on Fruit Tree Viruses. Detection of virus and virus-like diseases of fruit trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 657, p. 575-596, 2004.
- KNAPP, E.; HANZER, V.; WEISS, H.; MACHADO, A. da C.; WEISS, B.; WANG, H.; KATINGER, H.; MACHADO, M. L. da C. New Aspects of virus elimination in fruit trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 386, p. 409-417, 1995.
- LEMOINE, J. Les maladies de dégénérescence. **L'Arboriculture fruitière**, Paris, v. 434, p. 38-48, 1990.
- LESSA, A. O.; CASTRO, L. A. S. DE; DANIELS, J. Incidência do vírus da mancha clorótica das folhas da macieira em pomares de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 314, 1998.
- MACKENZIE, D. J.; MACLEAN, M. A.; MUKERIJ, S.; GREEN, M. Improved RNA extraction from woody plants for the detection of viral pathogens by reverse transcription-polymerase chain reaction. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 81, p. 222-226, 1996.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.
- NICKEL, O.; JELKMANN, W.; KUHN, G. B. Occurrence of Apple stem grooving virus in Santa Catarina Brazil, detected by RT-PCR. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 444-446, 1999.
- NICKEL, O.; FAJARDO, T. V. M.; JELKMANN, W.; KUHN, G. B. Sequence analysis of the coat protein gene of an isolate of Apple stem grooving virus and its survey in Southern Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 655-659, 2001.
- NICKEL, O.; GUERRA, D. S.; BERNARDI, J.; FAJARDO, T. V. M. Infecções virais em macieiras 'Maxi Gala' provocam redução de produção e da qualidade dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. Não paginado. 1 DVD.
- NICKEL, O.; FAJARDO, T. V. M. **Obtenção de material propagativo livre de vírus e diagnóstico de vírus em macieiras e pereiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 54 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 69).
- PANATTONI, A.; D'ANNA, F.; CRISTANI, C.; TRIOLO, E. Grapevine vitivirus: a eradication in Vitis vinifera explants by antiviral drugs and thermotherapy. **Journal of Virological Methods**, Amsterdam, v. 146, p. 129-135, 2007.
- PAPRSTEIN, F.; SEDLAK, J.; POLAK, J.; SVOBODOVA, L.; HASSAN, M. Results of in vitro thermotherapy of apple cultivars. **Plant Cell and Tissue Organ Culture**, The Hague, n. 94, p. 347-352, 2008.
- PAUNOVIC, S.; MAKSIMOVIC, V.; RANKOVIC, M.; RADOVIC, S. Characterization of a virus associated with pear stony pit in cv. Württemberg. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 147, p. 695-700, 1999.
- PAUNOVIC, S.; RANKOVIC, M. Relationship between quince fruit deformation virus and some pome fruit viruses. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 472, p. 125-133, 1998.
- QUECINI, V. M.; LOPES, F. T. H.; PACHECO, M. das G. O. Ribavirin, a guanosine analogue mammalian antiviral agent, impairs tomato spotted wilt vírus multiplication in tobacco cell cultures. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, Berlin, v. 41, p. 1-13, 2008.
- RADAELLI, P.; NICKEL, O.; SCHONS, J.; ARAGÃO, F. J. L.; FAJARDO, T. V. M. Diagnóstico biológico e molecular e análise da sequência de nucleotídeos do gene da proteína capsidial de um isolado do Apple stem pitting virus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 51-56, 2006.
- RADAELLI, P.; RIZZON, D. F.; NICKEL, O.; SCHONS, J.; FAJARDO, T. V. M. Detecção do Apple stem grooving virus em macieiras por RT-PCR, IC-RT-PCR e ELISA. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. S251, 2004. Resumo 844.

SILVA, F. N. da; NICKEL, O.; FAJARDO, T. V. M.; BOGO, A. Indexação biológica múltipla e RT-PCR para detecção de vírus latentes em macieiras. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. 157-161, 2008.

YANASE, H. Studies on Apple latent viruses in Japan. **Bulletin of the Fruit Tree Research Station - Series C**, Morioka, v. 1, p. 47-109, 1974.

7. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

ALVES, S. A. M.; NICKEL, O. Infecções virais como fator de predisposição para o desenvolvimento da Mancha foliar de Glomerella em macieiras Maxi Gala. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. S151, ago. 2010. Resumo (04.108) apresentado no XLIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2010, Cuiabá.

FAJARDO, T. V. M.; NICKEL, O.; EIRAS, M. Detecção e caracterização molecular dos genes da proteína capsidial de ilarvírus e ampelovírus que infectam fruteiras temperadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 5-9, 2011.

GIACOMINI, R.; NICKEL, O.; QUECINI, V.; SINISKI, I.; DAL BOSCO, D.; FAJARDO, T. V. M.; MONTEIRO, S.; SOUZA, F. A eficácia do cultivo de meristemas na remoção de infecções virais in vitro de macieiras cvs. Royal Gala e Cripps Pink. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 7.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA UVA E VINHO, 3., 2009, Bento Gonçalves, RS. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. p. 48.

NICKEL, O.; FAJARDO, T. V. M. **Obtenção de material propagativo livre de vírus e diagnóstico de vírus em macieiras e pereiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 55 p. 2009. ISSN 1516-8107. (Embrapa Uva e Vinho, Documentos, 69).

NICKEL, O.; GUERRA, D. S.; BERNARDI, J.; FAJARDO, T. V. M. Infecções virais em macieiras 'Maxi Gala' provocam redução de produção e da qualidade dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. Não paginado. 1 DVD.

NICKEL, O.; QUECINI, V.; FAJARDO, T. V. M. Remoção de infecções virais das cultivares Royal Gala e Cripps Pink por quimioterapia *in vitro*. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 18, n. 222, p. 24, 2009.

NICKEL, O.; QUECINI, V.; FAJARDO, T. V. M.; ECKERT, C. Remoção de infecções virais latentes de macieira por quimioterapia in vitro. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 4., 2010, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 36. Resumo.

NICKEL, O.; QUECINI, V.; FAJARDO, T. V. M.; SOUZA, F. Remoção de *Apple stem pitting virus*, *Apple stem grooving virus* e *Apple chlorotic leaf spot virus* de macieiras por quimioterapia *in vitro*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. S277, ago. 2010. Suplemento. Resumo (11.035) apresentado no XLIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2010, Cuiabá.

NICKEL, O.; QUECINI, V.; FAJARDO, T. V. M.; SOUZA, F. Remoção de *Apple stem pitting virus*, *Apple stem grooving virus* e *Apple chlorotic leaf spot virus* de macieiras por quimioterapia *in vitro*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. S277, 2010. Suplemento. Resumo apresentado no XLIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2010, Cuiabá.

SILVA, F. N.; NICKEL, O.; FAJARDO, T. V. M.; BOGO, A. Indexação biológica múltipla e RT-PCR para detecção de vírus latentes em macieiras. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. 157-161, 2008.

Fertirrigação da cultura da macieira



Marco Antonio Fonseca da Conceição¹

Gilmar Ribeiro Nachtigall²

Camila Cargnino³

João Caetano Fioravanço⁴

Lucimara Rogéria Antonioli⁵

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da macieira (*Malus domestica*) apresentou grande expansão região sul do Brasil a partir da década de 90, atingindo mais de 30.000 ha com esta cultura em 2007 (MELLO et al., 2007). Esse cultivo tem sido efetuado, em geral, sem o uso da irrigação. Nos últimos anos, entretanto, tem ocorrido períodos frequentes de falta de chuvas durante o ciclo produtivo da cultura, aumentando o interesse dos produtores pela instalação de sistemas de irrigação em suas áreas. Esse interesse tem sido observado, também, em outras regiões do mundo que apresentam precipitações regulares durante o ciclo da cultura, como no Vale do Loire, França (CONTEPAS, 1993), na região sul do Uruguai (PETILLO et al., 2003) e na região nordeste dos Estados Unidos (DRAGONI et al., 2004).

O uso da irrigação permite a aplicação de fertilizantes através da água (fertirrigação). Essa prática pode tornar mais flexível a distribuição de adubos, principalmente em pomares mais adensados, reduzindo as perdas de nutrientes e o risco de contaminação dos aquíferos (NEILSEN; NEILSEN, 1997). A aplicação de fertilizantes no mesmo local em que está sendo aplicada a água é especialmente importante nos sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, devido à menor superfície de solo umedecida por estes sistemas.

¹ Eng. Civil, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP 15700-000, Jales, SP. E-mail: marcoafc@cnpuv.embrapa.br.

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br.

³ Eng. Agrônoma, Aluna de Mestrado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: camila.cargnino@ibest.com.br.

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS E-mail: fioravanco@cnpuv.embrapa.br.

⁵ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: lucimara@cnpuv.embrapa.br.

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer a demanda hídrica para a cultura da macieira nas condições edafoclimáticas da região de Vacaria – RS, bem como avaliar o efeito da irrigação e da fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, no estado nutricional, fenologia, produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de macieira cultivar “Royal Gala”.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (EFCT) da Embrapa Uva e Vinho, localizada em Vacaria, RS (28°30' S e 50°56' W – altitude de 986 m), em um pomar implantado em 1997, em um Latossolo Bruno aluminico câmbico, utilizando a cultivar “Royal Gala” sobre o porta-enxerto M9, no espaçamento 3,8 x 0,8 m. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com oito repetições, utilizando três tratamentos: a) cultivo convencional (sem aplicação de irrigação); b) irrigação; c) fertirrigação.

Foram empregados tensiômetros de punção para o monitoramento hídrico no solo em estudo, cuja capacidade média de água disponível é de, aproximadamente, 140 mm m⁻¹. O manejo da irrigação e da fertirrigação foi realizado com base na profundidade efetiva do solo, onde se concentra a maior parte do sistema radicular. No caso de macieiras adensadas sobre porta-enxerto de baixo vigor, como é o caso do M9, essa profundidade fica ao redor de 40 cm (GREEN; CLOTHIER, 1999; HOFFMANN; BERNARDI, 2004). Por essa razão, os tensiômetros foram instalados em duas profundidades, 10 cm e 30 cm, entre três pares de plantas, correspondendo às camadas de 0 a 20 cm e de 20 cm a 40 cm, respectivamente. Com base nos valores do potencial matricial da água no solo, obtidos com a leitura dos tensiômetros, determinou-se a umidade volumétrica, empregando-se a equação de van Genuchten (1980). Para a obtenção da curva de retenção de água (relação potencial matricial x conteúdo de água no solo) foram utilizadas as câmaras de pressão de Richards para altas tensões (0,010; 0,033; 0,1 e 1,5 MPa) e a mesa de tensão para as tensões menores (0,001 e 0,006 MPa), segundo metodologia descrita em Embrapa (1997). As curvas de retenção da água no solo, para cada profundidade, medidas e estimadas pela equação estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

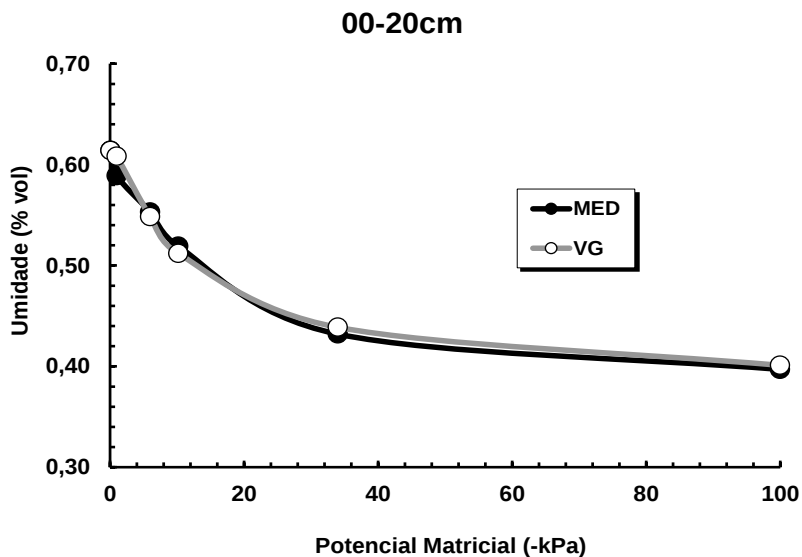


Figura 1. Curvas de retenção de água no solo usando valores medidos (MED) e estimados pela equação de van Genuchten (VG), para a profundidade de 00 a 20 cm. EFCT, Vacaria, RS. Fonte dos dados: G. R. Nachtigall.

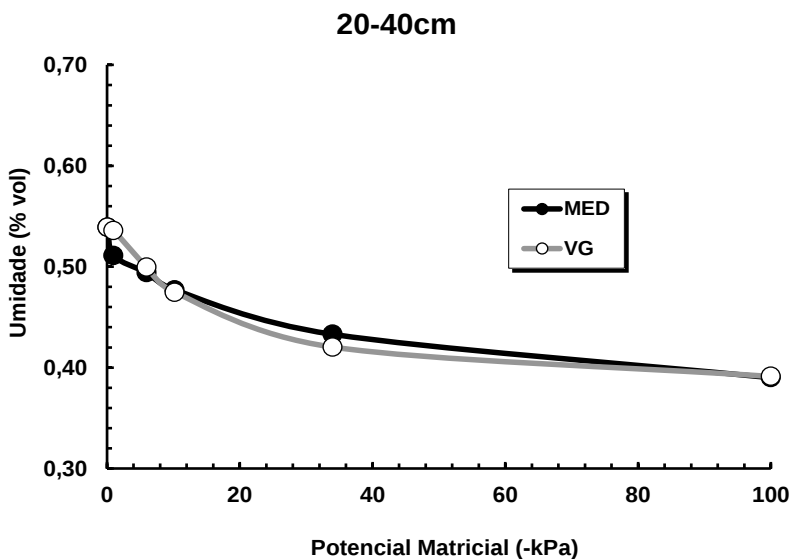


Figura 2. Curvas de retenção de água no solo usando valores medidos (MED) e estimados pela equação de van Genuchten (VG), para a profundidade de 20 a 40 cm. EFCT, Vacaria, RS. Fonte dos dados: G. R. Nachtigall.

A demanda hídrica da cultura foi determinada considerando os resultados diários do monitoramento dos tensiômetros (localizados a 10 cm e 30 cm de profundidade) utilizando densímetro digital, bem como dos resultados meteorológicos obtidos na estação meteorológica da EFCT. A definição de necessidade de irrigação foi estabelecida quando os níveis médios da tensão de água no solo atingiram -15 kPa (NAOR et al., 1995; MERON et al., 2001; CONCEIÇÃO, 2006). O tempo de irrigação foi baseado na curva característica de retenção de água no solo. A fertirrigação, utilizando fontes de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (nitrato de cálcio, nitrato de potássio e fosfato monoamônico), foi realizada através de aplicações com intervalo fixo de 15 dias. A irrigação (quando necessária) e a fertirrigação tiveram início em novembro e finalizaram em março, tanto na safra 2008/09 como na safra 2009/10.

2.1. Experimento 1: Demanda hídrica da cultura da macieira sob fertirrigação

Os valores de coeficientes da cultura (K_c) foram ajustados de forma interativa, buscando-se o menor erro padrão da estimativa entre os valores do armazenamento da água no solo (ARM) medidos em campo e estimados pelo modelo de balanço hídrico mensal apresentado por Allen et al. (1998). Os valores da evapotranspiração da cultura (E_{tc}) e dos K_c foram determinados entre os dias 20 de novembro de 2008 a 30 de abril de 2009, que corresponderam, respectivamente, aos períodos de crescimento de fruto até o pós-colheita e início da dormência. A evapotranspiração de referência (E_{to}) foi calculada diariamente empregando-se o modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), a partir de dados obtidos na estação meteorológica da EFCT, onde também foram coletados os dados da precipitação pluvial.

2.2. Experimento 2: Estado nutricional de macieiras sob fertirrigação

Para avaliar os efeitos dos tratamentos aplicados no estado nutricional das plantas foram realizadas análises químicas de folhas e frutos de macieira cultivar "Royal Gala". Na primeira safra (2008/09) foram realizadas semanalmente amostragens de folhas e frutos no período de 02/12/2008 a 16/02/2009, enquanto que na segunda safra (2009/10) as amostras foram coletadas semanalmente no período de 04/11/2009 a 03/02/2010. As amostras de folhas foram constituídas de aproximadamente 100 folhas por parcela, coletadas no terço médio dos ramos de ano. As amostras de fruto foram constituídas de quatro frutos por parcela, coletados nos diferentes lados das plantas.

Foram determinadas às concentrações de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) no tecido foliar e nos frutos (base seca), conforme metodologia descrita por Freire (1998).

2.3. Experimento 3: Comportamento fisiológico de macieiras submetidas à fertirrigação

Para avaliar os efeitos da irrigação e da fertirrigação no desenvolvimento dos frutos de macieira cultivar “Royal Gala” foram realizadas amostragens semanalmente no período de 02/12/2008 a 16/02/2009, na primeira safra (2008/09) e no período de 04/11/2009 a 03/02/2010, na segunda safra (2009/10). As amostras de fruto foram constituídas de quatro frutos por parcela, coletados nos diferentes lados das plantas, nos quais foram avaliados: a) diâmetro horizontal dos frutos; b) diâmetro vertical dos frutos; c) peso médio dos frutos.

2.4. Experimento 4: Efeito da fertirrigação na produção de maçãs

A produtividade de frutos foi avaliada na colheita sendo realizada individualmente nas cinco plantas centrais de cada bloco. Nesta avaliação determinou-se a produtividade total de frutos e em quatro categorias: extra (acima de 70 mm), especial (de 65 a 70 mm), comercial (de 55 a 65 mm) e refugo (até 55 mm).

2.5. Experimento 5: Qualidade pós-colheita de frutos de macieiras sob fertirrigação

Para avaliar os efeitos da irrigação e da fertirrigação na qualidade pós-colheita de frutos, utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizado, com cinco repetições de cinco frutos. Os frutos foram avaliados na instalação do ensaio e após 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento refrigerado ($0\pm1^{\circ}\text{C}$, $90\pm5\%\text{UR}$). Adicionalmente, os frutos foram mantidos por sete dias sob condição ambiente (25°C) após cada período de refrigeração, de forma a simular a comercialização, e avaliados quanto à firmeza de polpa (N), perda de massa (%), teor de sólidos solúveis (SS, °Brix), acidez titulável (AT, % ácido málico), relação e cor de cobrimento, fundo e polpa, representados pelos valores L (luminosidade) e a (variação do verde ao vermelho).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1: Demanda hídrica da cultura da macieira sob fertirrigação

O coeficiente mensal da cultura (Kc) apresentou comportamento quadrático (Figura 3), variando entre 0,19 e 0,88, com média igual a 0,58. De acordo com recomendações da FAO (ALLEN et al., 1998) o valor inicial de Kc, em condições de solo com cobertura vegetal ativa, deve ser igual a 0,80, enquanto que o valor na fase de maior demanda deve ser de 1,20, ambos superiores aos observados no presente trabalho. Após a colheita, que ocorreu em meados de fevereiro, o valor de Kc foi igual a 0,88 no mês subsequente, semelhante ao apresentado pela FAO para o final do ciclo (0,85). Posteriormente, o valor de Kc caiu para 0,22, valor também inferior

ao apresentado pela FAO para o período antes (0,85) e após (0,50-0,80) à queda de folhas. Isso mostra que o uso dos coeficientes apresentados pela FAO superestimaria os valores de ET_c e K_c , o que pode proporcionar um desperdício de água e energia, caso fossem utilizados no manejo da irrigação. Gong et al. (2007) também registraram um comportamento quadrático para os valores de K_c , que variaram entre 0,43 e 1,01, mais próximos aos obtidos em Vacaria.

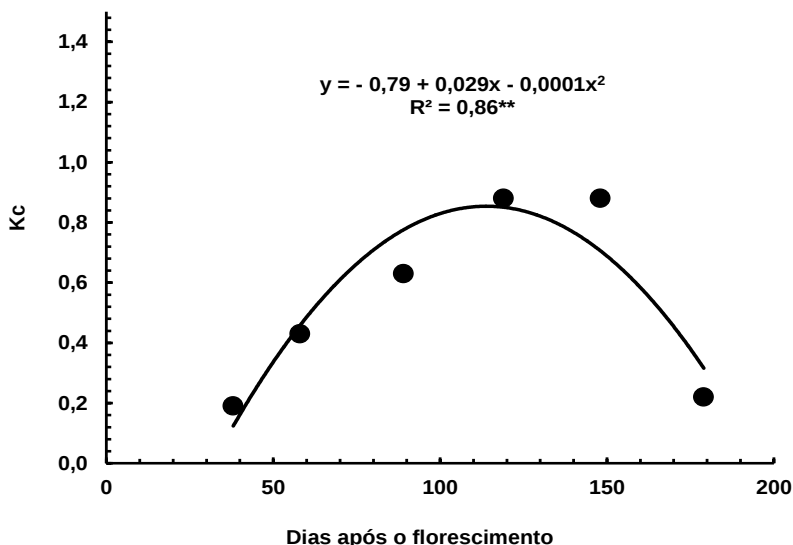


Figura 3. Coeficiente mensal da cultura (K_c) para macieira cv. Royal Gala. Vacaria, RS, 2008-2009.

O valor total de ET_c no período foi de 316,0 mm, enquanto que as perdas estimadas por drenagem profunda (excedente hídrico) foram iguais a 129,6 mm. A evapotranspiração de referência (ET_o) oscilou entre 1,3 mm.dia⁻¹ a 7,6 mm.dia⁻¹, com média de 3,5 mm.dia⁻¹. O valor máximo de ET_o igual a 7,6 mm dia⁻¹ foi registrado isoladamente, ocorrendo, entretanto, com mais frequência valores máximos próximos a 6,0 mm dia⁻¹ (Figura 4).

A evapotranspiração da cultura (ET_c) variou entre 0,3 mm.dia⁻¹ a 4,5 mm.dia⁻¹, com média de 2,0 mm.dia⁻¹ (Figura 4). Os maiores valores de consumo diário da cultura foram registrados entre os meses de janeiro e março, principalmente no final de janeiro e início de fevereiro (Figura 4). Gong et al. (2007) registraram valor médio de ET_c semelhante, igual a 2,2 mm.dia⁻¹, com um máximo de 4,4 mm dia⁻¹. Petillo et al. (2003) observaram valores máximos de ET_c mais altos, próximos a 5,0 mm.dia⁻¹. Pela metodologia empregada, houve ocorrência de deficiência hídrica somente quando se teve um consumo superior a uma fração “p” da água disponível do solo. O valor de “p” é função da cultura e dos valores de ET_c

(ALLEN et al., 1998). Nas avaliações ocorridas em Vacaria, os valores de “p” variaram entre 0,52 e 0,69, com média de 0,62. Assim, somente para consumos superiores, em média, a 62% da água disponível é que se contabilizou déficit hídrico na cultura. Poucos foram os dias, entretanto, em que isso ocorreu, sendo que o déficit hídrico total no período foi de apenas 16,6mm.

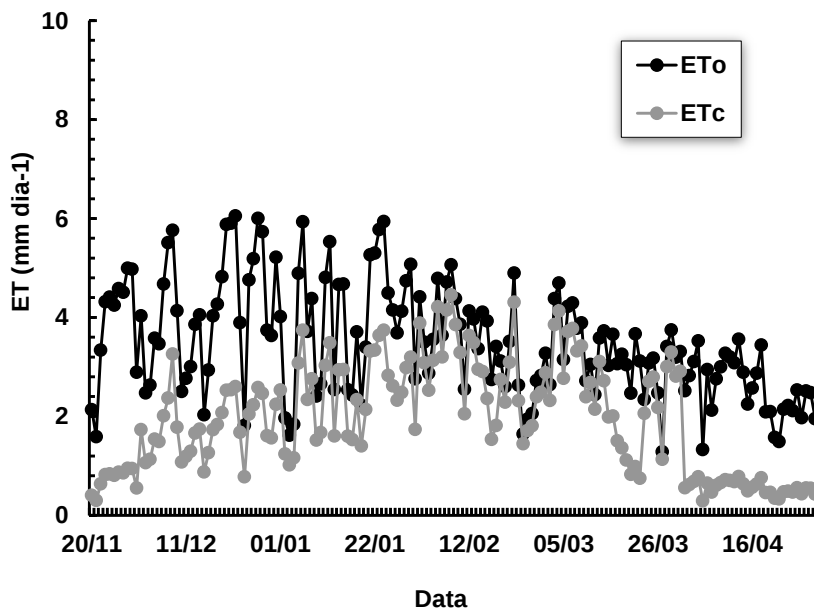


Figura 4. Valores médios diários da evapotranspiração de referência (ETo) e da evapotranspiração da cultura (ETc) de macieiras cv. Royal Gala. Vacaria, RS, 2008-2009.

3.2. Experimento 2: Estado nutricional de macieiras sob fertirrigação

Os resultados obtidos quanto a sazonalidade de macronutrientes em folhas de macieira “Royal Gala” submetidas a irrigação e fertirrigação, comparados aos do cultivo convencional, na safra 2008/09 são apresentados na Figura 5. Em termos gerais, independente do tratamento, ao longo do ciclo as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre nas folhas diminuíram, enquanto a concentração de cálcio aumentou. Neste mesmo período, a concentração de magnésio pouco variou ao longo do período vegetativo avaliado, apresentando maior concentração no tratamento convencional.

A redução nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre foram maiores nas quatro primeiras semanas de avaliação, evoluindo para uma lenta redução entre o final de dezembro e meados de janeiro, apresentando uma queda mais pronunciada no final do período avaliado. Este comportamento pode estar

relacionado ao efeito de diluição, que pode ocorrer ao longo do ciclo da cultura e/ou a redistribuição destes nutrientes para outros órgãos no final do ciclo vegetativo.

A distribuição sazonal de cálcio nas folhas apresentou inicialmente aumento significativo da concentração, seguido por redução acentuada a partir da segunda quinzena de dezembro. Após este período verificou-se aumento gradual e contínuo na concentração desse nutriente. Para magnésio, verificou-se a mesma tendência observada para o nutriente cálcio. Este comportamento pode estar relacionado à demanda deste nutriente pelos frutos (dreno).

Quanto ao efeito de tratamentos na sazonalidade dos macronutrientes avaliados, não foi verificado efeito significativo, tanto da irrigação como da fertirrigação, nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre. Embora houvesse expectativa de que a fertirrigação aumentasse as concentrações dos nutrientes aplicados, a falta de resposta observada pode estar relacionada à quantidade aplicada, que, provavelmente, foi inferior a demanda ideal das plantas.

Para cálcio e, principalmente magnésio, as maiores concentrações foram observadas no tratamento sem irrigação (convencional), praticamente durante todo o período avaliado. A redução nas concentrações destes nutrientes em função da irrigação ou fertirrigação pode estar relacionada ao efeito verificado destes tratamentos no tamanho dos frutos, uma vez que tanto a irrigação como fertirrigação proporcionaram a produção de frutos de maior diâmetro. Este efeito da irrigação/fertirrigação no tamanho dos frutos pode ter aumentado a demanda por estes nutrientes durante o crescimento dos frutos, proporcionando redução nas concentrações das folhas (dreno).

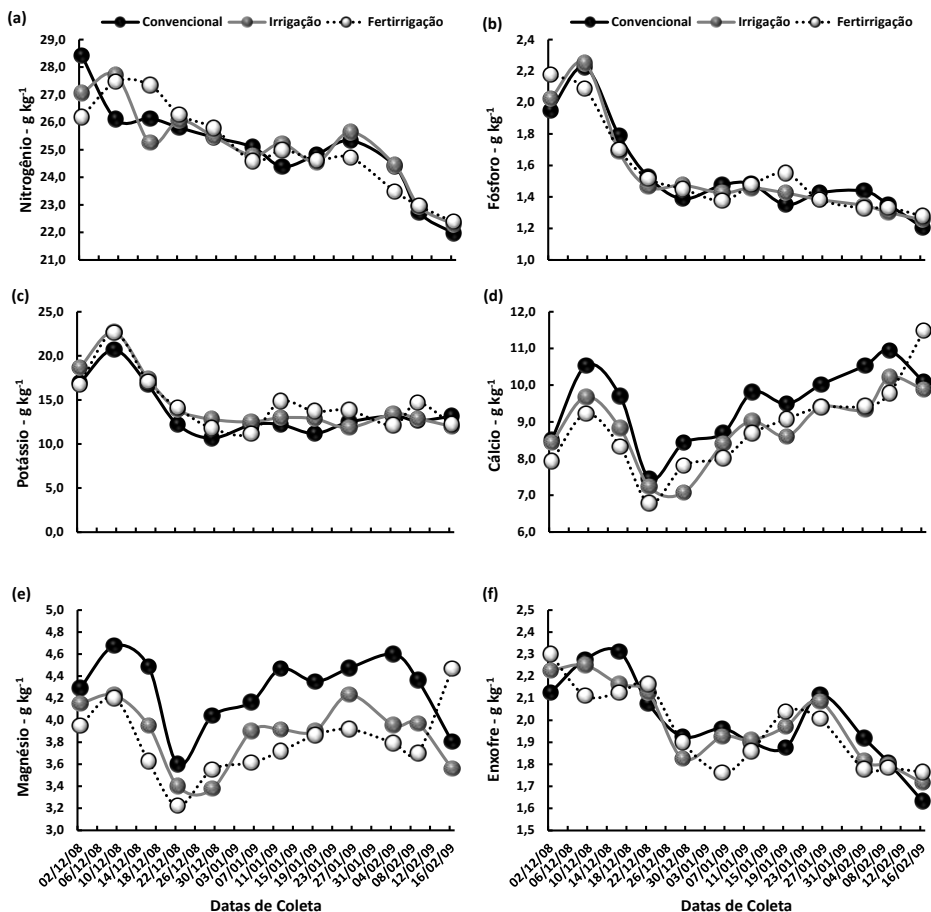


Figura 5. Distribuição sazonal das concentrações de nitrogênio (a), fósforo (b), potássio (c), cálcio (d), magnésio (e) e enxofre (f) em folhas de macieira cv. "Royal Gala", no período de 02/12/2008 a 16/02/2009, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, no período de desenvolvimento da planta. Vacaria, RS.

Os resultados obtidos quanto a sazonalidade de micronutrientes em folhas de macieira "Royal Gala" submetidas a irrigação e fertirrigação, comparados aos do cultivo convencional, na safra 2008/09 são apresentados na Figura 6. Em termos gerais, a concentração de cobre nas folhas diminuiu e as concentrações de boro, ferro, manganês e zinco nas folhas não apresentaram tendência nítida durante a fase vegetativa das plantas, independente do tratamento aplicado.

Quanto ao efeito de tratamentos na sazonalidade dos micronutrientes avaliados, não foi verificado efeito significativo, tanto da irrigação como da fertirrigação, nas concentrações de boro, cobre, ferro, manganês e zinco nas folhas.

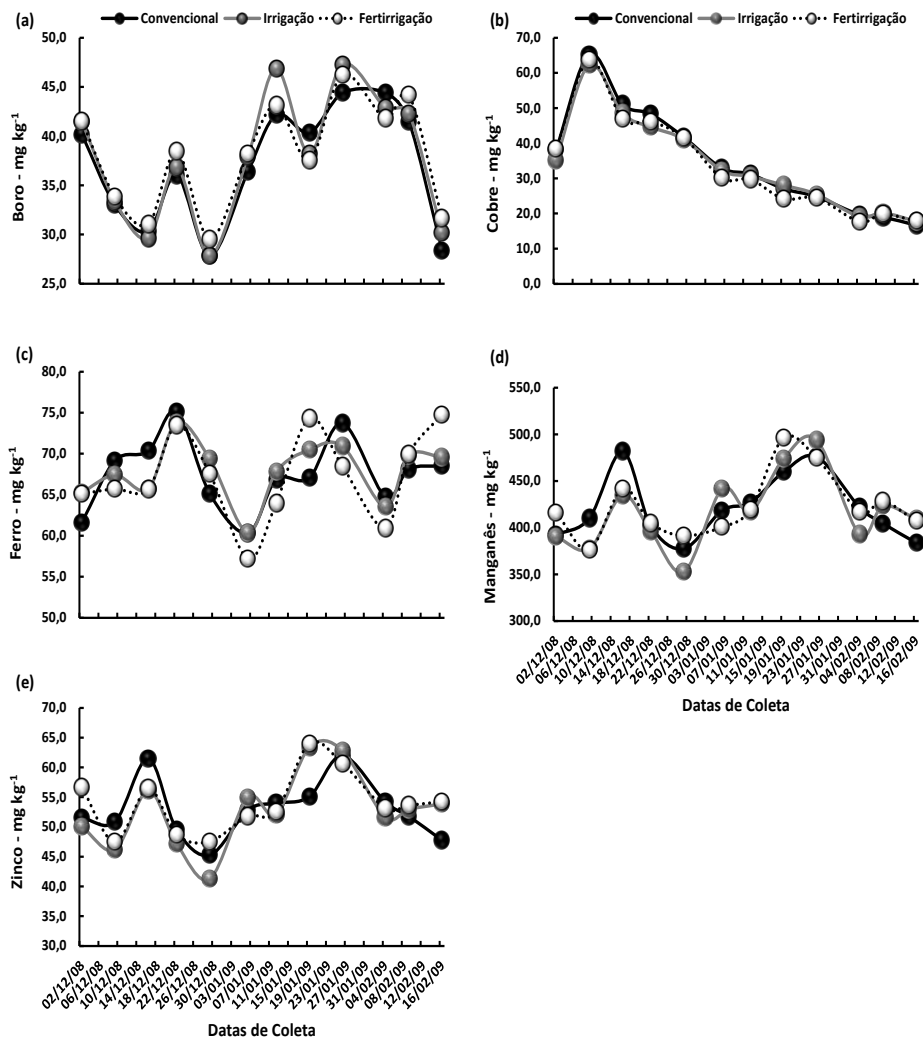


Figura 6. Distribuição sazonal das concentrações de boro (a), cobre (b), ferro (c), manganês (d) e zinco (e) em folhas de macieira cv. "Royal Gala", no período de 02/12/2008 a 16/02/2009, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, no período de desenvolvimento da planta. Vacaria, RS.

Os resultados obtidos quanto à sazonalidade de macronutrientes em frutos de macieira "Royal Gala" submetidas à irrigação e fertirrigação, comparados aos do cultivo convencional, na safra 2008/09 são apresentados na Figura 7. Em termos gerais, as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nos frutos diminuíram, ao longo do período vegetativo avaliado, independente do tratamento aplicado.

Quanto ao efeito de tratamentos na sazonalidade dos macronutrientes avaliados, somente foi verificado efeito significativo, tanto da irrigação como da fertirrigação, na concentração de potássio, principalmente na fase final de avaliação. Embora houvesse expectativa de que a fertirrigação aumentasse a concentração dos demais nutrientes aplicados, a falta de resposta observada pode estar relacionada à quantidade aplicada, que, provavelmente, foi inferior a demanda ideal das plantas.

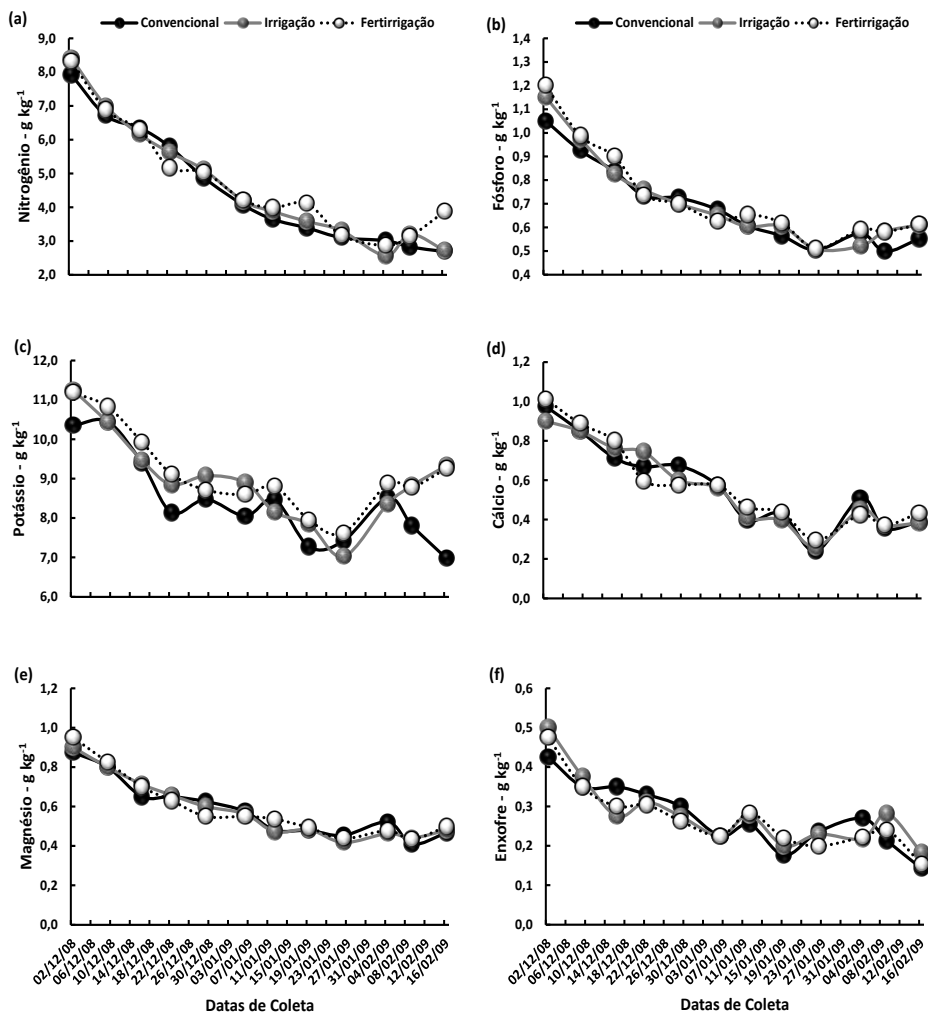


Figura 7. Distribuição sazonal das concentrações de nitrogênio (a), fósforo (b), potássio (c), cálcio (d), magnésio (e) e enxofre (f) em frutos de macieira cv. "Royal Gala", no período de 02/12/2008 a 16/02/2009, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, no período de desenvolvimento da planta. Vacaria, RS.

Os resultados obtidos quanto à sazonalidade de micronutrientes em frutos de macieira “Royal Gala” submetidas à irrigação e fertirrigação, comparados aos do cultivo convencional, na safra 2008/09 são apresentados na Figura 8. Em termos gerais, as concentrações de boro, cobre, ferro, manganês e zinco nos frutos diminuíram durante a fase vegetativa das plantas, independente do tratamento aplicado. Quanto ao efeito de tratamentos na sazonalidade dos micronutrientes avaliados, não foi verificado efeito significativo, tanto da irrigação como da fertirrigação, nas concentrações de boro, cobre, ferro, manganês e zinco dos frutos.

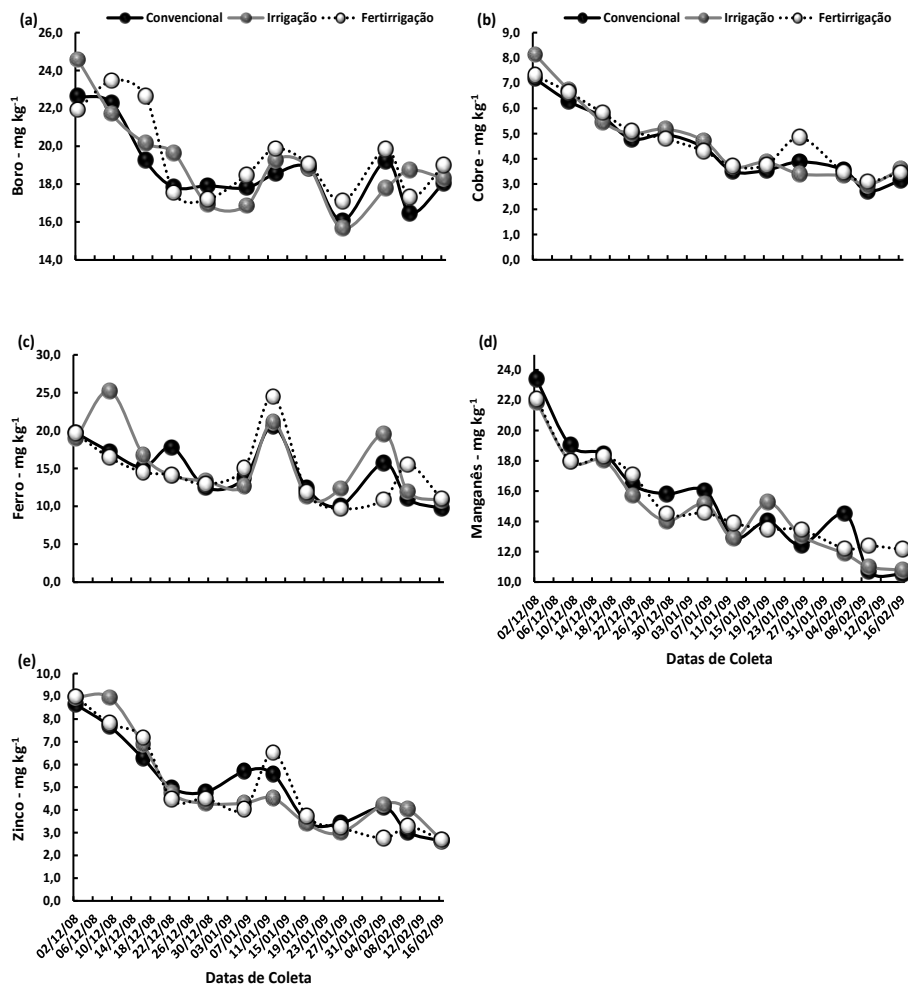


Figura 8. Distribuição sazonal das concentrações de boro (a), cobre (b), ferro (c), manganês (d) e zinco (e) em frutos de macieira cv. “Royal Gala”, no período de 02/12/2008 a 16/02/2009, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, no período de desenvolvimento da planta. Vacaria, RS.

A falta de resposta da aplicação de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio via fertirrigação pode ser indicativo de que os volumes e as quantidades aplicadas, provavelmente, foram inferiores a demanda ideal das plantas, de modo que novos estudos devem ser realizados para maximizar as respostas da fertirrigação.

3.3. Experimento 3: Comportamento fisiológico de macieiras submetidas à fertirrigação

3.3.1. Monitoramento da tensão de água no solo

O monitoramento da tensão de água no solo, em função da irrigação e fertirrigação, comparados aos do cultivo convencional, foi realizado diariamente através de tensiômetros. Além disso, utilizaram-se como referência os dados meteorológicos obtidos através da estação meteorológica da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS. Para isso, dezoito tensiômetros foram instalados entre as plantas centrais de nove parcelas, sendo que, nove a uma profundidade de 10 cm e nove a uma profundidade de 30 cm. O monitoramento foi realizado com auxílio de um tensímetro digital. Os dados climatológicos avaliados foram: temperatura às 9, 15 e 21 horas; temperatura máxima e mínima, umidade relativa às 9, 15 e 21 horas; insolação diária, velocidade dos ventos às 9 horas e precipitação pluviométrica.

Na Figura 9 são apresentados os resultados do monitoramento da tensão de água no solo, em função da irrigação e fertirrigação, comparados aos do cultivo convencional, para a camada de 20 a 40 cm de profundidade, uma vez que é a camada mais representativa dos efeitos de tratamentos, bem como da ocorrência de precipitação pluviométrica e dos momentos de aplicação de água (via irrigação) e da fertirrigação, em um pomar de macieira cv. "Royal Gala", nas safras 2008/09 e 2009/10. O comportamento da tensão de água no solo foi bem distinto entre as safras avaliadas, uma vez que na safra 2008/09 houve menor ocorrência de precipitação pluviométrica comparada a safra 2009/10. Na safra 2008/09 houve déficit hídrico em vários momentos da fase vegetativa da macieira, demonstrado pela avaliação dos tensiômetros localizados no sistema convencional (sem aplicação de água de irrigação), cujas leituras mostraram, desde o início de dezembro de 2008, tensões que ultrapassaram -50 kPa, indicando a necessidade da aplicação de água. Nos tratamentos de irrigação e de fertirrigação as tensões médias avaliadas se mantiveram nos índices pré-estabelecidos como adequados para a cultura, uma vez que os tensiômetros a 30 cm de profundidade apresentaram valores próximos a -15 kPa, através da aplicação de água pelo sistema de irrigação e/ou fertirrigação, mostrando a eficácia e a aplicabilidade do controle hídrico na cultura da macieira.

Na safra 2009/10, praticamente não houve déficit hídrico durante a fase vegetativa da macieira, demonstrado pela avaliação dos tensiômetros localizados no sistema convencional (sem aplicação de água de irrigação), cujas leituras mostraram poucas situações onde as tensões ultrapassaram -50 kPa, que indicariam a necessidade da aplicação de água. Esta condição se deve a maior ocorrência de precipitação pluviométrica na fase de desenvolvimento vegetativo da cultura nesta safra. Quanto ao número de intervenções de irrigação, na safra 2008/09 foram

necessários 18 períodos de irrigação durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura, cujo tempo médio de irrigação variou de 3 a 9 horas, enquanto que na safra 2009/10 foram necessários 9 períodos de irrigação durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura, com tempo médio de irrigação entre 3 e 6 horas. Estes resultados mostram a eficiência do monitoramento da tensão da água no solo, visando uma correta aplicação de irrigação, já que é possível manter os índices de umidade do solo adequados para a cultura, através da irrigação. Quanto a fertirrigação, devido a ausência de informações mais consistentes sobre e sua eficiência para a cultura da macieira no Brasil, novos estudos são necessários.

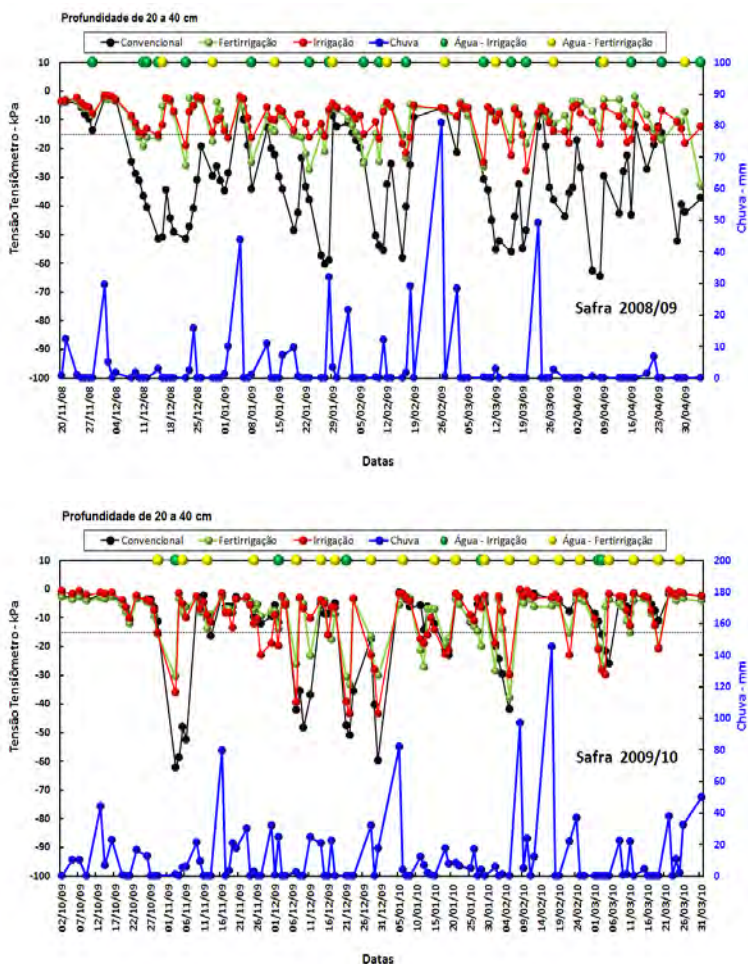


Figura 9. Distribuição sazonal da tensão de água no solo, na profundidade de 20 a 40 cm, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, da ocorrência de precipitação pluviométrica e dos momentos de aplicação de água (via irrigação) e da fertirrigação, em um pomar de macieira cv. "Royal Gala", nas safras 2008/09 e 2009/10. Vacaria, RS.

3.3.2. Monitoramento do desenvolvimento dos frutos

Os resultados obtidos quanto a sazonalidade do desenvolvimento dos frutos de macieira “Royal Gala” submetidas a irrigação e fertirrigação, comparados aos do cultivo convencional, nas safras 2008/09 e 2009/10 são apresentados nas Figuras 10 e 11.

Para o diâmetro horizontal dos frutos, na safra 2008/09, os tratamentos de irrigação e fertirrigação apresentaram, desde o início das avaliações, valores superiores aos do tratamento convencional (sem aplicação de água), o que pode estar relacionado ao déficit hídrico nestes momentos da fase vegetativa da macieira. A maior diferença para os tratamentos de irrigação e fertirrigação, comparados ao convencional, foi observada na oitava avaliação (meados de janeiro). Na última avaliação, os tratamentos de irrigação e de fertirrigação alcançaram praticamente os mesmos índices (66,55 mm e 66,1 mm, respectivamente), porém superiores ao tratamento testemunha (64,65 mm), o que, provavelmente esteja relacionado a maior ocorrência de precipitação pluviométrica na fase. Já na safra 2009/10 não houve efeito significativo de tratamentos no diâmetro horizontal dos frutos, o que está relacionado, provavelmente, a ocorrência de períodos alta precipitação pluviométrica na região de Vacaria/RS, durante a fase de desenvolvimento vegetativo das plantas de macieira.

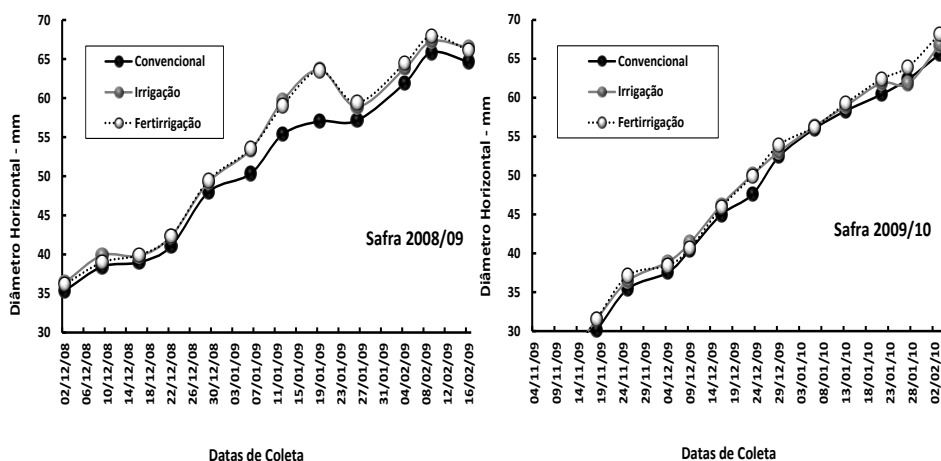


Figura 10. Distribuição sazonal do diâmetro horizontal dos frutos de macieira cv. “Royal Gala”, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, nas safras 2008/09 e 2009/10. Vacaria, RS.

Quanto ao peso dos frutos, na sabra 2008/09, não houve diferenças significativas entre tratamentos nas primeiras avaliações, entretanto a partir da quinta avaliação o peso dos frutos do tratamento convencional foi inferior ao peso dos frutos dos demais tratamentos. Nos tratamentos de irrigação e fertirrigação (comparados ao tratamento convencional) a maior diferença foi observada na oitava avaliação (meados de janeiro), onde os frutos do tratamento convencional apresentaram peso médio de 84 g, enquanto que dos tratamentos de irrigação e fertirrigação apresentaram 113 g, respectivamente. Embora na colheita o peso dos frutos do tratamento convencional ainda tenha sido inferior aos demais tratamentos, apresentando 123 g, comparado com 134 g dos tratamentos de irrigação e fertirrigação, respectivamente, verificou-se que a diferença não manteve a mesma tendência observada até a oitava avaliação, o que provavelmente está relacionado a ocorrência de elevado volume de precipitação pluviométrica neste período.

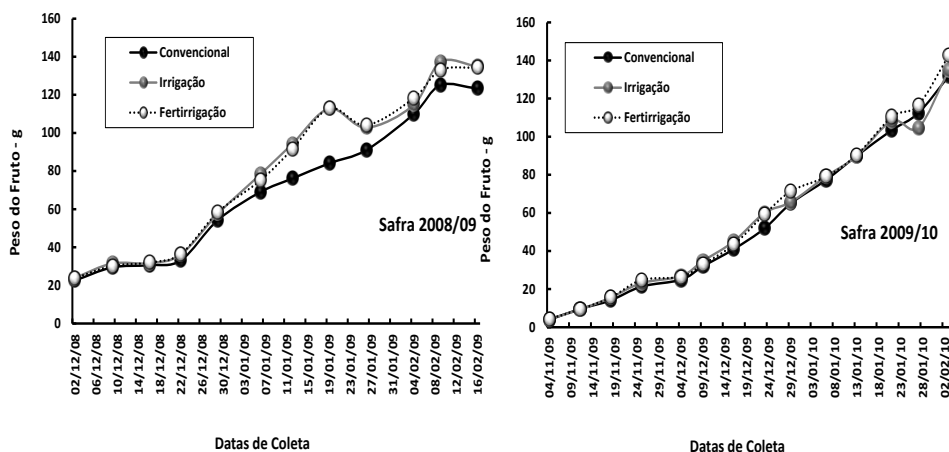


Figura 11. Distribuição sazonal do peso médio dos frutos de macieira cv. “Royal Gala”, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, nas safras 2008/09 e 2009/10. Vacaria, RS.

3.4. Experimento 4: Efeito da fertirrigação na produção de maçãs

A colheita dos frutos foi realizada individualmente nas cinco plantas centrais de cada bloco, sendo avaliada a produtividade em quatro categorias (extra (acima de 70 mm), especial (de 65 a 70 mm), comercial (de 55 a 65 mm) e refugo (até 55 mm), nas safras 2008/09 e 2009/10, cujos resultados são apresentados na Figura 12. Na safra 2008/09, os resultados mostraram que a irrigação proporcionou, para as categorias extra e especial, acréscimo de produção de 51% e 13%, respectivamente, enquanto que para as categorias comercial e refugo houve decréscimo da produção de 15% e 49%, respectivamente, em comparação com a testemunha (convencional). Quanto à fertirrigação, houve aumento na produção de frutos para as categorias extra e especial de 46% e 8% e redução de produção nas categorias comercial e

refugo de 20% e 47%, respectivamente, em comparação com a testemunha. Para a produção total de frutos não houve efeito significativo de tratamentos.

Na safra 2009/10, os resultados mostraram que a irrigação e a fertirrigação proporcionaram acréscimos de produção apenas para a categoria extra (34% e 16%, respectivamente), enquanto que para as categorias especial e comercial houve redução de produção tanto com a irrigação e como fertirrigação, em comparação com a testemunha. Esta falta de resposta aos tratamentos aplicados, provavelmente, esteja relacionada à ausência de déficit hídrico nesta safra. Para a produção total de frutos não houve efeito significativo entre os tratamentos convencional e irrigação, porém a fertirrigação apresentou produção total inferior aos demais tratamentos, devido, provavelmente, ao fornecimento inadequado de nutrientes.

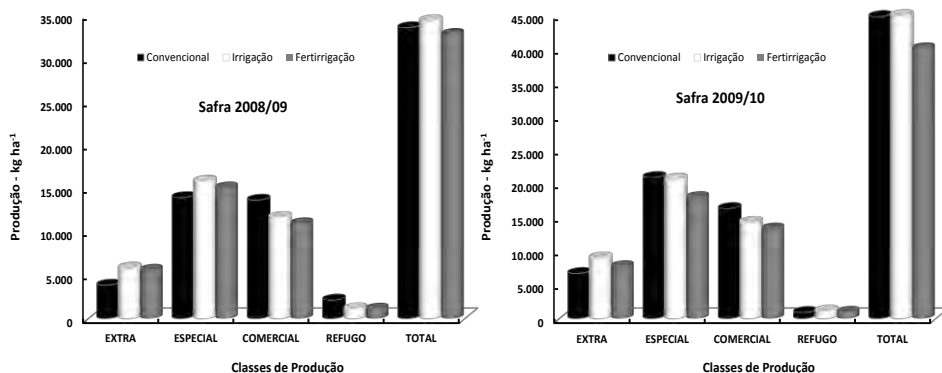


Figura 12. Produção total de frutos e estratificada nas categorias: extra (acima de 70 mm), especial (de 65 a 70 mm), comercial (de 55 a 65 mm) e refugo (até 55 mm) de macieira cv. “Royal Gala”, em função da aplicação de irrigação e de fertirrigação, comparadas ao cultivo convencional, nas safras 2008/09 e 2009/10. Vacaria, RS.

3.5. Experimento 5: Qualidade pós-colheita de frutos de macieiras sob fertirrigação

A irrigação proporcionou frutos com maior firmeza de polpa após 30 - 37 e 120 - 127 dias de armazenamento, não diferindo significativamente do tratamento convencional. Aos 30 - 37 dias, observou-se maior perda de massa nos frutos provenientes do tratamento com fertirrigação, muito embora não tenham diferido dos frutos do tratamento convencional. Embora, em alguns períodos, tenham sido verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, de forma geral, não foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre o teor de sólidos solúveis (SS), acidez total (AT) e relação de cor da película.

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos quanto às cores de cobertura, fundo e polpa. Observou-se uma redução significativa da firmeza após todos os períodos de comercialização simulada, com reduções entre

7,8 e 20% quando comparados ao período de refrigeração imediatamente anterior. O mesmo comportamento foi observado quanto à perda de massa, constatando-se perdas entre 2,3 e 7,8% durante a refrigeração e entre 4,7 e 11,8% durante a comercialização simulada. Não houve alteração significativa no teor de SS após a comercialização simulada, ao passo que se constatou redução significativa na AT aos 90 - 97 e 120 - 127 dias de armazenamento. Nesse mesmo período, observou-se aumento significativo na relação de cor da película. Quanto à cor de cobrimento, embora tenham sido verificadas diferenças significativas nos dois primeiros períodos (30 - 37 e 60 - 67 dias de armazenamento), constatou-se que os valores variaram entre 43 e 47 e entre 29 e 33 para os parâmetros cor da película (L_p) e variação do verde ao vermelho (a), respectivamente. Não foi observada diferença significativa para os mesmos parâmetros avaliados na cor de fundo.

A avaliação da cor de polpa (L) indicou um escurecimento significativo aos 37 e 97 dias, comparado aos períodos imediatamente anteriores de refrigeração. Conclui-se, portanto, que nas condições em que o ensaio foi realizado, os sistemas de irrigação e fertirrigação não interferem na qualidade pós-colheita de maçãs "Royal Gala".

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ A demanda hídrica do cultivar "Royal Gala", durante a safra 2008/09, variou entre, aproximadamente, $0,5 \text{ mm dia}^{-1}$ e $4,5 \text{ mm dia}^{-1}$, com uma média de $2,0 \text{ mm dia}^{-1}$, o que equivale a um consumo hídrico médio diário de 20.000 L ha^{-1} . De acordo com a metodologia sugerida pela FAO (ALLEN et al., 1998), no manejo da irrigação pode-se empregar valores do coeficiente da cultura (K_c) para o início (K_{ci}), para meio (K_{cm}) e para o final do ciclo (K_{cf}) de produção. Para a região de Vacaria, pode-se, assim, utilizar um valor de K_{ci} igual a 0,30, até o final de dezembro; um K_{cm} igual a 0,80, nos meses de janeiro a março; e um K_{cf} igual a 0,20, a partir de abril.
- ✓ Na safra 2008/09 (com ocorrência de déficit hídrico), a irrigação e a fertirrigação não afetaram as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre nas folhas, porém reduziram as concentrações de cálcio e, principalmente magnésio nas folhas, quando comparadas ao tratamento sem irrigação (convencional). Nos frutos, não houve efeito significativo de tratamentos nas concentrações dos nutrientes avaliados, com exceção da concentração de potássio, que aumentou com a aplicação de irrigação e de fertirrigação.
- ✓ A irrigação aumentou a produção de frutos de maior calibre quando houve déficit hídrico no solo durante o período de desenvolvimento dos frutos, provocado por períodos baixa ocorrência de precipitação pluviométrica, não afetando as variáveis relacionadas a pós-colheita.
- ✓ O monitoramento da tensão da água no solo, visando uma correta aplicação de irrigação, foi eficiente para manter os índices de umidade do solo adequados para a cultura.

- ✓ Novos estudos são necessários para ajustar a recomendação de fertirrigação para a cultura da macieira, envolvendo variações de quantidade e nutriente a ser aplicado, bem como a frequência de aplicação.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as Empresas NETAFIN e AGRIMAR pela doação de parte dos equipamentos de irrigação e fertirrigação e reconhecem o apoio financeiro da FINEP, CNPq e ABPM.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 56).
- CONCEIÇÃO, M. A. F. **Irrigação e fertirrigação de macieiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 71).
- CONTEPAS, J. P. Drip irrigation in Loire Valley orchards (France): advantages and limits. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 335, p. 449-454, 1993.
- DRAGONI, D.; LAKSO, A. N.; PICCIONI, R. M. Transpiration of an apple orchard in a cool humid climate: measurement and modeling. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 664, p. 175-180, 2004.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.
- FREIRE, C. J. S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 208 p.
- GONG, D.; KANG, S.; YAO, L.; ZHANG, L. Estimation of evapotranspiration and its components from an apple orchard in northwest China using sap flow and water balance methods. **Hydrological Processes**, Chichester, v. 21, p. 931-938, 2007.
- GREEN, S.; CLOTHIER, B. The root zone dynamics of water uptake by a mature apple tree. **Plant and Soil**, The Hague, v. 206, p. 61-77, 1999.
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.17-24. (Frutas do Brasil, 37).
- MELLO, L. M. R. de; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Evolução e dinâmica da produção de maçã no Brasil no período de 1975 a 2003**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 38 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 66).
- MERON, M.; HALLEL, R.; PERES, M.; BRAVDO, B.; WALLACH, R. Tensiometer actuated automatic micro irrigation of apples. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 562, p. 63-69, 2001.
- NAOR, A.; KLEIN, I.; DORON, I. Stem water potential and apple fruit size. *Journal of the American Society Horticulture Science*, Mount Vernon, v. 120, p. 577-582, 1995.
- NEILSEN, G. H.; NEILSEN, D. Orchard nutrition to maximize crop quality and minimize environmental degradation. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 448, p. 365-373, 1997.
- PETILLO, M. G.; PUPPO, L.; ROMERO, G.; BACCINO, G. Respuesta al riego de duraznero, manzano y peral en montes comerciales. **Agrociência**, Chapingo, v. 7, p. 49-61, 2003.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

7. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

CARGNINO, C.; NACHTIGALL, G. R.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Crescimento de frutos de macieira submetidos a tratamento de irrigação e fertirrigação. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 7.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA UVA EVINHO, 3., 2009, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. p. 17.

CARGNINO, C.; NACHTIGALL, G. R.; FIORAVANÇO, J. C. Produtividade de macieiras Royal Gala submetidas a regimes de irrigação e fertirrigação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 11., 2009, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2009. p. 105.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Balanço hídrico em fruteiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 82).

CONCEIÇÃO, M. A. F.; CARGNINO, C.; NACHTIGALL, G. R.; FIORAVANÇO, J. C. **Consumo de água e coeficiente de cultura (Kc) para macieiras em Vacaria - RS**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 103).

CONCEIÇÃO, M. A. F.; NACHTIGALL, G. R.; CARGNINO, C.; FIORAVANÇO, J. C. Balanço hídrico na cultura da macieira em Vacaria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16, 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Universidade Federal de Viçosa: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 5 p. 1 CD-ROM.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; NACHTIGALL, G. R.; CARGNINO, C.; FIORAVANÇO, J. C. Demanda hídrica e coeficientes de cultura (Kc) para macieiras em Vacaria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 459-462, mar. 2011.

FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; ALVES, S. A. M.; NACHTIGALL, G. R. **Condições meteorológicas e sua influência na safra de maçã 2009/10 na região de Vacaria, RS**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 100).

MACEDO, C. K. B.; CARGNINO, C.; MAGRIN, F. P.; ALMEIDA, G. K.; NACHTIGALL, G. R.; FIORAVANÇO, J. C. Avaliação de frutos e produtividade de macieira 'Royal Gala' submetidos a tratamentos de irrigação e fertirrigação. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 4., 2010, Bento Gonçalves. **Resumos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 54. Resumo.

MORO, L.; VIEIRA, R. D.; SPAGNOL, F.; GIACOMINI, R.; ANTONIOLLI, L. R.; NACHTIGALL, G. R.; FIALHO, F. B. Qualidade pós-colheita de maçãs 'Royal Gala' produzidas no sistema convencional, irrigado e fertirrigado. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 7.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA UVA EVINHO, 3., 2009, Bento Gonçalves, RS. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. p. 30.

NACHTIGALL, G. R.; CARGNINO, C.; NAVA, G. Sazonalidade de macronutrientes em macieira "Royal Gala" em função de irrigação e fertirrigação no período de desenvolvimento da planta. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29., FERTBIO2010, 2010, Guarapari, ES. **Resumos...** Guarapari, ES : SBCS, 2010. 4 p. 1 CD-ROM.

NACHTIGALL, G. R.; FIORAVANÇO, J. C.; HOFFMANN, A. Macieira. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Ed.). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 449-464.

Competição entre clones comerciais das cultivares de macieira Gala e Fuji



Paulo Ricardo Dias de Oliveira¹
Eduardo da Costa Nunes³
Ana Beatriz Costa Czermainski⁵
Gilmar Ribeiro Nachtigall⁷
Régis Sivori Silva dos Santos⁹
Luiz Carlos Argenta¹¹
Frederico Denardi¹³
Marcelo Couto¹⁵
Adilson José Pereira¹⁷
José Itamar da Silva Boneti¹⁹

Gabriel Berenhauser Leite²
João Caetano Fioravanço⁴
César Luis Girardi⁶
João Bernardi⁸
Sílvio André Meirelles Alves¹⁰
Clori Basso¹²
José Luiz Petri¹⁴
Walter Ferreira Becker¹⁶
Gilberto Nava¹⁸
José Masanori Katsurayama²⁰

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva da maçã, em razão do ambiente competitivo em que está inserida, tem buscado posicionamento favorável através da qualificação técnica da produção e de um conjunto de iniciativas de caráter setorial, decorrentes do elevado grau de organização dos produtores. Torna-se fundamental, então, assegurar a manutenção da capacidade competitiva do setor, levando-se em conta tanto o potencial de expansão da participação no mercado por outros países, como as crescentes exigências relacionadas à qualidade, saúde dos consumidores e

-
- ¹ Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. paulo@cnpuv.embrapa.br
² Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. gabriel@epagri.sc.gov.br
³ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. eduardon@epagri.sc.gov.br
⁴ Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. fioravanco@cnpuv.embrapa.br
⁵ Pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. ana@cnpuv.embrapa.br
⁶ Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. girardi@cnpuv.embrapa.br
⁷ Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. gilmar@cnpuv.embrapa.br
⁸ Pesquisador Aposentado da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS.
⁹ Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. regis@cnpuv.embrapa.br
¹⁰ Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. silvio@epagri.sc.gov.br
¹¹ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. argenta@epagri.sc.gov.br
¹² Pesquisador Aposentado da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC
¹³ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. denardi@epagri.sc.gov.br
¹⁴ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. petri@epagri.sc.gov.br
¹⁵ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. marcelocouto@epagri.sc.gov.br
¹⁶ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. becker@epagri.sc.gov.br
¹⁷ Pesquisador Aposentado da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC
¹⁸ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. nava@epagri.sc.gov.br
¹⁹ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. boneti@epagri.sc.gov.br
²⁰ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. masanori@epagri.sc.gov.br

agricultores e sustentabilidade da produção (incluindo aspectos ambientais, econômicos e sociais).

Segundo Camilo e Denardi (2006), cultivares tradicionais, tais como Golden Delicious e Red Delicious, que eram plantadas na Europa e na América do Norte, foram substituídas por novas cultivares, como Gala, Fuji, Jonagold e Braeburn. Essa tendência resultou da preferência dos consumidores por essas cultivares, levando à maior valorização no mercado internacional.

A produção brasileira de maçã está baseada nas cultivares Gala e Fuji, já tendo sido superado o índice de 90% com a soma destas cultivares (BERNARDI et al., 2004). Para a implantação de novos pomares, o interesse dos produtores tem recaído sobre as mutações somáticas (clones) destas cultivares, selecionadas ao longo do tempo e propagadas em larga escala, devido às características de qualidade que possuem.

Em 'Gala' e 'Fuji', têm sido identificados, selecionados e propagados inúmeros clones que se originaram de mutações somáticas, os quais têm despertado procura significativa por parte dos produtores. Janick et al. (1996) citam que as mutações que afetam a aparência do fruto de maçã são as mais frequentes e as mais facilmente reconhecidas, como ocorre, por exemplo, com o aumento na quantidade de pigmentos antociânicos nas camadas externas da epiderme.

A busca por mutações somáticas de 'Gala' e 'Fuji' visa, principalmente, obter frutos com melhor coloração da epiderme. A coloração desuniforme deprecia a fruta, reduz o seu preço e pode inviabilizar a exportação. 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' podem ser citadas como exemplos de exploração bem sucedida de clones oriundos dessas mutações (CAMILO; DENARDI, 2006).

Com esse pano de fundo, portanto, foi planejada e realizada a atividade, que teve por objetivo avaliar, em condições experimentais e em locais representativos das regiões produtoras de maçã, os principais clones comerciais de macieira disponíveis no Brasil e algumas novas cultivares, de maneira a conhecer suas características agrônomicas (adaptação, desempenho produtivo e qualidade), procurando identificar novas potencialidades de mercado e gerar recomendação de uso para os fruticultores.

2. METODOLOGIA

Essa atividade é composta por três experimentos, conduzidos em Vacaria-RS, Caçador-SC e São Joaquim-SC (experimentos 1, 2 e 3). Em Vacaria, o experimento foi instalado na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperada – EFCT da Embrapa Uva e Vinho, e em Caçador e São Joaquim nas Estações Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - EPAGRI. Com a finalidade de tornar mais clara e objetiva a apresentação da metodologia, bem como facilitar o acompanhamento dos resultados e discussões, os três experimentos, sempre que possível, são tratados em conjunto, ao longo desse capítulo.

Os clones e cultivares em avaliação são os seguintes:

- Clones do grupo Gala: Baigent, Gala Real, Galaxy, Imperial Gala, Maxi Gala e Royal Gala;
- Clones do grupo Fuji: Fuji Precoce, Fuji Select, Fuji Suprema e Mishima;
- Cultivares: 'Daiane' e 'Pink Lady'.

A cultivar Braeburn fazia parte da avaliação nos três experimentos, mas, em 2007, por decisão da equipe técnica responsável, com aval do Comitê Técnico da ABPM, foi substituída por 'Fuji Precoce' (através de sobre-enxertia) em Vacaria e São Joaquim, permanecendo em avaliação em Caçador.

Os clones e cultivares foram enxertados sobre dois porta-enxertos: M-9 e Marubakaido com filtro de M-9 (Maruba/M-9). O comprimento do filtro foi de 20 cm. Os espaçamentos de plantio foram 1,0 m x 3,5 m (M-9) e 1,4 m x 4,0 m (Maruba/M-9). Para cada porta-enxerto, foi adotado o delineamento experimental em blocos completos ao acaso, com 12 tratamentos (clones e cultivares), três repetições e dez plantas por parcela (em São Joaquim foram utilizadas cinco plantas por parcela).

As plantas foram conduzidas com o auxílio de espaldeiras, no sistema de líder central. Foram realizadas as práticas culturais usuais previstas, tais como: poda (eliminação dos ramos mal posicionados ou muito vigorosos), condução, tutoramento, quebra de dormência, arqueamento de ramos, calagem e adubação, tratamentos fitossanitários, roçadas e capinas, além da reposição de plantas mortas.

Anualmente foram feitas diversas avaliações, cobrindo aspectos de: vigor das plantas, fenologia, intensidade de floração, frutificação, produção e qualidade do fruto. Para avaliar o vigor das plantas foi medido o diâmetro do tronco a 10 cm acima da enxertia para M-9 e em dois pontos, 10 cm acima do filtro e na posição central do filtro, para Maruba/M-9.

Para avaliar a fenologia foram feitos os seguintes registros: data de início de brotação (50% das gemas em estágio C₃); floração: início - 5% das flores abertas (estádio fenológico F), plena - 70% das flores estavam abertas (estádio fenológico F₂) e final - início da queda das pétalas (estádio fenológico G); maturação do fruto (início e final, pelo ponto de colheita comercial); e queda natural de folhas (70% das folhas caídas).

Durante a plena floração foi realizada a contagem dos cachos florais das duas plantas centrais e de dois ramos por planta nas seis plantas centrais de cada parcela. Após o final da floração, foi contado o número de frutos nas mesmas plantas e ramos. Foi calculada a média de cachos florais para cada cultivar sobre cada porta-enxerto (intensidade de floração), calculada a eficiência de floração (número de cachos florais por área transversal do caule - ATC) e a frutificação efetiva (relação entre o número de frutos fixados pelo número de cachos florais).

Para avaliar o estado nutricional dos genótipos, nos três locais de cultivo, foram realizadas análises químicas de folhas nas safras 2008/09 e 2009/10. As

amostras de folhas foram constituídas de aproximadamente 100 folhas por parcela, coletadas no terço médio dos ramos de ano. Foram determinadas às concentrações de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) no tecido foliar (base seca), conforme metodologia descrita por Freire (1998).

Na colheita, determinou-se a produção de frutos por planta em peso (kg/planta), produtividade (t/ha) e peso médio dos frutos (g). Na época de colheita também foram avaliados aspectos relativos à qualidade dos frutos, através das seguintes análises: índice de iodo-amido (escala 1-9), acidez titulável (%), sólidos solúveis (°Brix), firmeza de polpa (lb pol⁻²) e cor vermelha da película (L*, a*, b*, C*, h*).

Nesse relatório são apresentados os resultados obtidos na safra 2008/09, equivalente ao primeiro ano de produção em Caçador e São Joaquim e segundo ano em Vacaria. Por tratar-se de dados bastante preliminares, em função das plantas encontrarem-se ainda na fase juvenil, são apresentados e discutidos sem o auxílio da análise estatística.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes à avaliação de vigor. Nos três experimentos, os clones e cultivares enxertados sobre o porta-enxerto Maruba com filtro de M-9 exibiram maior diâmetro do tronco (medidos 10 cm acima da enxertia para M-9 e 10 cm acima do filtro para Maruba/M-9), com exceção de Fuji Select em Caçador e Gala Real, Fuji Select e Mishima em São Joaquim. O maior desenvolvimento da planta sobre Maruba/M-9 foi mais evidente em Vacaria e menos em Caçador e São Joaquim.

Os resultados confirmam a característica dos porta-enxertos ananizantes, como o M-9, de interferirem na fisiologia da planta, reduzindo acentuadamente o seu vigor (DENARDI, 2006). Ao mesmo tempo, verifica-se que a utilização de filtros curtos (até 20 cm) em porta-enxertos vigorosos, como o Maruba, não é suficiente para reduzir o vigor da planta a um padrão equivalente ao do porta-enxerto M-9. Esses aspectos são importantes para a definição dos espaçamentos de plantio mais adequados para cada situação, manejo da planta e regulação da carga de frutos em função do porte da planta.

Tabela 1. Diâmetro do tronco (em cm) dos clones e cultivares sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nos três experimentos, safra 2008/09.

Clone ou cultivar	Experimento 1 Vacaria		Experimento 2 Caçador		Experimento 3 São Joaquim	
	Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto	
	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9
Baigent	2,89	5,44	2,62	3,13	5,38	5,96
Gala Real	2,92	4,99	2,62	3,34	5,80	5,77
Galaxy	2,59	3,51	2,39	-	5,05	-
Imperial Gala	1,82	5,20	-	3,09	-	6,49
Maxi Gala	2,70	5,30	2,28	3,04	5,18	6,51
Royal Gala	2,69	4,39	2,20	2,99	5,86	6,03
Fuji Precoce	1,97	3,86	-	-	-	4,47
Fuji Select	3,21	3,89	3,13	3,00	5,68	5,53
Fuji Suprema	3,17	5,43	3,15	4,08	5,66	6,61
Mishima	3,38	4,35	2,83	3,33	5,69	5,24
Braeburn	-	-	2,59	3,46	-	-
Daiane	2,88	5,26	2,45	3,38	5,41	7,16
Pink Lady	3,02	4,43	2,46	2,73	6,13	6,42

Os resultados referentes à fenologia são apresentados na Tabela 2. No que se refere à brotação, não se verificaram grandes diferenças entre os clones e cultivares. Em Vacaria, a maior parte dos materiais brotou entre 10 e 17 de setembro, com exceção de 'Imperial Gala', 'Fuji Precoce' e 'Daiane' sobre M-9 e 'Galaxy', 'Fuji Precoce' e 'Daiane' sobre Maruba/M-9, que brotam em torno de 10 dias mais tarde. Em Caçador, o período de brotação foi mais concentrado, situando-se em torno de 10 a 15 de setembro, com exceção de 'Braeburn', que brotou no início de agosto.

Em Vacaria, de um modo geral, a floração foi bastante concentrada, tanto sobre o porta-enxerto M-9 como no Maruba/M-9. O início da floração ocorreu no final de setembro para quase todos os clones e cultivares. 'Pink Lady' apresentou o início de floração mais precoce em ambos os porta-enxertos, enquanto 'Daiane' (sobre o M-9) e 'Fuji Precoce' (sobre o Maruba/M-9) exibiram os mais tardios. O final da floração foi menos uniforme que o início e, de um modo geral, cultivares do grupo Fuji apresentaram o final mais cedo que as do grupo Gala, ou seja, para as primeiras cultivares, o período de floração foi mais curto.

Em Caçador, a floração não foi tão uniforme quanto em Vacaria. O início ocorreu em torno do dia 15/09 para as cultivares do grupo Fuji e em torno de 02/10 para as do grupo Gala, em ambos os porta-enxertos. O início de floração mais precoce foi apresentado pela cultivar Braeburn, em 13/08 em ambos os porta-enxertos. O final da floração ocorreu no início de outubro para as cultivares do grupo Fuji e no final de outubro para as do grupo Gala. 'Baigent' apresentou o início e o

final da floração em torno de 10 dias antes que as demais cultivares de seu grupo (Gala), enquanto 'Daiane' exibiu o final de floração mais tardio (em 03/11).

A duração da floração variou consideravelmente entre os clones e cultivares, desde em torno de duas semanas até pouco mais de um mês. Cultivares com períodos de floração muito curtos podem apresentar menor produção que as cultivares com períodos de floração mais longos, se as condições climáticas não forem favoráveis à polinização. Para Camilo e Pereira (2006), quando o período de floração é curto, a polinização e/ou fertilização são deficientes e, conseqüentemente, a frutificação efetiva; quando o período de floração é muito longo os frutos podem apresentar diferentes estádios de desenvolvimento, dificultando os tratamentos fitossanitários e a colheita.

Em ambos os experimentos, o início da maturação dos frutos ocorreu em épocas muito semelhantes, em ambos os porta-enxertos. Cultivares do grupo Gala iniciaram o amadurecimento dos frutos entre 05 e 06 de fevereiro; 'Braeburn' em 04 de março (em Caçador); 'Daiane' entre 17 e 20 de março; cultivares do grupo Fuji entre 19 e 27 de março; e 'Pink Lady' entre 30 de abril e 07 de maio. O período de colheita estendeu-se durante 15 a 30 dias, de acordo com a cultivar e o local de cultivo.

Tabela 2. Estádios fenológicos observados nos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nos experimentos 1 (Vacaria) e 2 (Caçador), safra 2008/09.

Clone ou cultivar	Início da Brotação				Início da Floração				Final da Floração			
	Exp. 1 - Vacaria		Exp. 2 - Caçador		Exp. 1 - Vacaria		Exp. 2 - Caçador		Exp. 1 - Vacaria		Exp. 2 - Caçador	
	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9
Baigent	14/09/08	11/09/08	27/09/08	27/09/08	20/09/08	19/09/08	15/09/08	14/09/08	20/10/08	21/10/08	16/10/08	16/10/08
Gala Real	16/09/08	12/09/08	29/09/08	27/09/08	02/10/08	02/10/08	15/09/08	15/10/08	21/10/08	21/10/08	25/10/08	25/10/08
Galaxy	15/09/08	25/09/08	28/09/08	01/10/08	02/10/08	-	15/09/08	19/10/08	23/10/08	28/10/08	25/10/08	-
Imperial Gala	29/09/08	11/09/08	01/10/08	27/09/08	-	20/09/08	10/09/08	13/09/08	29/10/08	21/10/08	-	20/10/08
Maxi Gala	11/09/08	14/09/08	27/09/08	27/09/08	02/10/08	02/10/08	15/09/08	15/09/08	21/10/08	21/10/08	26/10/08	25/10/08
Royal Gala	12/09/08	13/09/08	28/09/08	27/09/08	02/10/08	02/10/08	15/09/08	15/09/08	19/10/08	23/10/08	25/10/08	25/10/08
Fuji Precoce	24/09/08	25/09/08	30/09/08	06/10/08	-	-	-	-	27/10/08	27/10/08	-	-
Fuji Select	14/09/08	15/09/08	25/09/08	25/09/08	16/09/08	15/09/08	10/09/08	14/09/08	12/10/08	12/10/08	05/10/08	06/10/08
Fuji Suprema	11/09/08	17/09/08	25/09/08	27/09/08	17/09/08	17/09/08	13/09/08	11/09/08	11/10/08	13/10/08	12/10/08	15/10/08
Mishima	10/09/08	17/09/08	25/09/08	25/09/08	15/09/08	16/09/08	10/09/08	10/09/08	11/10/08	12/10/08	07/10/08	10/10/08
Braeburn	-	-	-	-	13/08/08	13/08/08	06/08/08	06/08/08	-	-	03/10/08	03/10/08
Daiane	26/09/08	25/09/08	05/10/08	03/10/08	02/10/08	30/09/08	16/09/08	03/10/08	30/10/08	30/10/08	03/11/08	03/11/08
Pink Lady	15/09/08	17/09/08	24/09/08	24/09/08	17/09/08	16/09/08	10/09/08	11/09/08	27/10/08	27/10/08	10/10/08	10/10/08

Tabela 2. Estádios fenológicos observados nos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nos experimentos 1 (Vacaria) e 2 (Caçador), safra 2008/09. (Continuação....)

Clone ou cultivar	Início da Maturação				Final da Maturação			
	Exp. 1 - Vacaria		Exp. 2 - Caçador		Exp. 1 - Vacaria		Exp. 2 - Caçador	
	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9	M-9	Mar/M-9
Baigent	05/02/09	05/02/09	06/02/09	06/02/09	26/02/09	26/02/09	04/03/09	20/02/09
Gala Real	05/02/09	05/02/09	06/02/09	06/02/09	26/02/09	26/02/09	06/02/09	20/02/09
Galaxy	05/02/09	12/02/09	06/02/09	-	26/02/09	26/02/09	06/02/09	-
Imperial Gala	11/02/09	05/02/09	-	06/02/09	26/02/09	26/02/09	06/02/09	06/02/09
Maxi Gala	05/02/09	05/02/09	06/02/09	06/02/09	26/02/09	26/02/09	06/02/09	20/02/09
Royal Gala	05/02/09	05/02/09	06/02/09	06/02/09	26/02/09	26/02/09	06/02/09	06/02/09
Fuji Precocoe	19/03/09	20/03/09	-	-	30/03/09	30/03/09	-	-
Fuji Select	26/03/09	26/03/09	25/03/09	24/03/09	27/04/09	27/04/09	25/03/09	24/03/09
Fuji Suprema	26/03/09	26/03/09	25/03/09	04/03/09	27/04/09	27/04/09	25/03/09	24/03/09
Mishima	27/03/09	26/03/09	25/03/09	24/03/09	27/04/09	27/04/09	25/03/09	24/03/09
Braeburn	-	-	04/03/09	04/03/09	-	-	04/03/09	24/03/09
Daiane	17/03/09	17/03/09	25/03/09	20/02/09	01/04/09	26/03/09	25/03/09	24/03/09
Pink Lady	30/04/09	30/04/09	07/05/09	07/05/09	11/05/09	11/05/09	07/05/09	07/05/09

Os resultados referentes à produção de cachos florais por planta, eficiência de floração e frutificação efetiva do experimento 1 de Vacaria são apresentados na Tabela 3.

Houve grande variação na produção de cachos florais entre os clones e cultivares sobre o mesmo porta-enxerto e em cada clone e cultivar em função do porta-enxerto. Sobre o M-9, as cultivares Daiane e Baigent situaram-se em um patamar superior de produção de cachos florais, enquanto sobre o Maruba/M-9, destacaram-se as cultivares Baigent, Gala Real, Imperial Gala, Maxi Gala, Royal Gala e Daiane. 'Galaxy', 'Fuji Precocoe' e 'Mishima' produziram mais cachos florais sobre o M-9, enquanto as demais o fizeram sobre o Maruba/M-9.

Tabela 3. Número de cachos florais/planta, eficiência de floração (cachos florais/cm² de ATC) e frutificação efetiva (n° de frutos/n° de cachos florais) dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, no experimento 1 (Vacaria), safra 2008/09.

Clone ou cultivar	N° de cachos florais/planta		Eficiência de floração		Frutificação efetiva	
	Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto	
	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9
Baigent	181	272	28,29	12,29	0,14	0,19
Gala Real	138	293	22,37	12,85	0,21	0,29
Galaxy	101	27	20,64	3,26	0,23	0,84
Imperial Gala	29	316	11,67	13,66	0,37	0,22
Maxi Gala	133	305	19,63	13,29	0,15	0,23
Royal Gala	153	285	24,06	15,95	0,17	0,26
Fuji Precoce	51	16	12,22	1,12	0,69	0,74
Fuji Select	102	77	12,36	4,71	0,68	0,68
Fuji Suprema	51	77	6,49	3,13	1,66	2,36
Mishima	68	45	7,47	3,84	1,40	1,08
Braeburn	-	-	-	-	-	-
Daiane	202	244	28,83	11,86	0,47	0,47
Pink Lady	114	144	16,47	7,51	0,49	0,56

No que se refere à produção de cachos florais por área transversal do caule (eficiência de floração), os resultados mostram que quase todos os clones e cultivares enxertados sobre o M-9 produziram mais que os enxertados sobre Maruba/M-9. A única exceção foi a cultivar Imperial Gala. Em alguns casos, a diferença foi muito expressiva. Essa variável serve justamente para relativizar os dados e, dessa forma, destacar os clones e cultivares mais eficientes.

Quanto à frutificação efetiva, destacaram-se as cultivares Fuji Suprema e Mishima em ambos os porta-enxertos. A maior parte dos clones e cultivares apresentaram frutificação efetiva relativamente baixa, entre 0,14 e 0,70.

A variação de floração e frutificação entre as cultivares em cada um dos porta-enxertos é um resultado esperado, pois os clones e cultivares ainda se encontram na fase juvenil. Nessa fase, o meristema das gemas vegetativas não responde à floração, mesmo que as condições propícias para tal estejam presentes (JANICK, 1968). Logo, cultivares com respostas distintas a esse estímulo também podem apresentar diferenças na intensidade de floração e fixação dos frutos.

Em Vacaria, sobre o porta-enxerto M-9, a produção dos clones e cultivares variou de 2,53 a 8,48 kg e, de um modo geral, foi maior para o grupo Fuji, 'Daiane' e 'Pink Lady' (Tabela 4). Sobre o Maruba/M-9, ela variou de 4,43 a 16,55 kg e, nesse

caso, não se confirmou a observação anterior, cabendo destacar apenas 'Fuji Suprema' e 'Daiane' como as mais produtivas.

Em Caçador, a produção por planta foi inferior às obtidas em Vacaria e São Joaquim e variou de 0,55 a 3,93 kg sobre o M-9 e de 1,33 a 3,89 kg sobre o Maruba/M-9. No porta-enxerto M-9, destacaram-se as cultivares Fuji Select e Fuji Suprema, enquanto no Maruba/M-9, destacou-se a cultivar Fuji Suprema como a mais produtiva, seguida das cultivares Baigent, Daiane e Maxi Gala.

Em São Joaquim, a produção de frutos foi bastante uniforme sobre o porta-enxerto M-9 e muito variável sobre o Maruba/M-9, na comparação com os demais locais. Sobre o primeiro porta-enxerto torna-se difícil, inclusive, destacar os clones/cultivares com maior produção. Sobre o Maruba/M-9, no entanto, pode-se destacar como mais produtivas as cultivares Fuji Suprema, Royal Gala e Imperial Gala.

Tabela 4. Produção (em kg/planta), dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nos três experimentos, safra 2008/09.

Clone ou cultivar	Experimento 1 Vacaria		Experimento 2 Caçador		Experimento 3 São Joaquim	
	Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto	
	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9
Baigent	3,74	6,94	2,24	3,89	4,63	5,33
Gala Real	4,05	9,00	0,85	2,78	3,00	9,41
Galaxy	2,75	2,34*	0,86	-	3,33	-
Imperial Gala	0,83*	7,82	-	2,21	-	10,03
Maxi Gala	2,53	7,34	1,45	3,29	3,63	8,03
Royal Gala	2,93	5,69	0,55	1,23	4,90	10,20
Fuji Precoce	1,82*	1,36*	-	-	-	2,10
Fuji Select	7,59	4,43	3,93	1,33	5,26	6,55
Fuji Suprema	7,57	16,55	3,83	7,81	3,53	12,00
Mishima	8,48	4,62	2,26	2,46	4,43	3,53
Braeburn	-	-	0,87	1,47	-	-
Daiane	7,68	12,96	1,69	3,87	3,53	8,33
Pink Lady	7,75	7,84	0,89	1,71	5,70	7,46

* Primeiro ano.

Observou-se que, na maior parte dos casos, os clones e cultivares tenderam a produzir mais quando enxertados sobre o porta-enxerto Maruba/M-9, em relação ao M-9. Tal fato decorre do tamanho mais avantajado dessas plantas, o que permite maior produção.

Os resultados referentes à produtividade são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Produtividade (em t/ha) dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nos três experimentos, safra 2008/09.

Clone ou cultivar	Experimento 1 Vacaria		Experimento 2 Caçador		Experimento 3 São Joaquim	
	Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto	
	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9
Baigent	10,70	12,39	6,40	6,96	13,30	9,60
Gala Real	11,57	16,07	2,44	4,98	8,50	16,80
Galaxy	7,85	4,18*	2,46	-	9,60	-
Imperial Gala	2,37*	13,97	-	3,96	-	17,90
Maxi Gala	7,22	13,11	4,15	5,89	10,40	14,40
Royal Gala	8,37	10,16	1,59	2,20	14,10	18,20
Fuji Precoce	5,21*	2,42*	-	-	-	-
Fuji Select	21,69	7,91	11,24	2,38	15,00	11,70
Fuji Suprema	21,64	29,55	8,25	13,97	10,10	21,40
Mishima	24,23	8,25	6,45	4,40	12,70	6,30
Braeburn	-	-	2,48	2,63	-	-
Daiane	21,95	23,14	4,83	6,93	10,10	14,90
Pink Lady	22,15	14,01	2,53	3,07	16,30	13,40

* Primeira safra.

Em Vacaria, a produtividade estimada variou de 7,22 a 24,23 t/ha sobre o M-9, com destaque para as cultivares Fuji Select, Fuji Suprema, Mishima, Daiane e Pink Lady. Sobre o porta-enxerto Maruba/M-9, a produtividade variou de 7,91 a 29,55 t/ha, com destaque para as cultivares Fuji Suprema e Daiane.

Em Caçador, a produtividade variou de 1,59 a 11,24 t/ha sobre M-9, com destaque para a cultivar Fuji Select, e de 2,20 a 13,97 t/ha sobre Maruba/M-9, com destaque para 'Fuji Suprema'. Para esta variável também é possível observar a tendência de maior produtividade das plantas enxertadas sobre Maruba/M-9, exceto no caso de 'Mishima e 'Fuji Select', bem como a tendência de maior produtividade para o grupo Fuji.

Em São Joaquim, a produtividade variou de 8,50 a 16,30 t/ha sobre M-9, com destaque para Pink Lady, Fuji Select e Royal Gala. Sobre o porta-enxerto Maruba/M-9, a produtividade variou de 6,30 a 21,40 t/ha, podendo-se destacar Fuji Suprema, Royal Gala, Imperial Gala, Gala Real, Daiane e Maxi Gala. Os materiais dos grupos Gala e Fuji tenderam a ser equivalentes em produtividade. Nesse experimento, de forma semelhante à Caçador, observou-se que as cultivares e clones enxertados sobre Maruba/M-9 exibiram uma tendência de maior produtividade.

Os resultados referentes ao peso médio de fruto são apresentados na Tabela 6. De um modo geral, as cultivares do grupo Fuji apresentaram maior peso médio

em relação as do grupo Gala e as cultivares Daiane e Pink Lady posição intermediária. Em Vacaria, todos os clones e cultivares exibiram maior peso médio sobre o porta-enxerto M-9, confirmando a tendência desse porta-enxerto de melhorar o peso dos frutos. Em Caçador e São Joaquim, por outro lado, muitos clones e cultivares produziram frutos de maior tamanho sobre o porta-enxerto Maruba/M-9.

Tabela 6. Peso médio de fruto (em gramas) dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nos três experimentos, safra 2008/09.

Clone ou cultivar	Experimento 1 Vacaria		Experimento 2 Caçador		Experimento 3 São Joaquim	
	Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto	
	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9	M-9	Maruba/M-9
Baigent	132,19	124,45	113,22	120,91	142,90	104,66
Gala Real	131,33	117,84	100,49	119,17	135,53	125,13
Galaxy	140,94	137,17	120,83	-	150,10	-
Imperial Gala	135,56	124,60	-	124,25	-	114,80
Maxi Gala	128,84	123,91	121,36	124,20	157,83	117,60
Royal Gala	121,29	122,48	121,31	115,23	137,70	133,40
Fuji Precoce	154,35	142,71	-	-	-	-
Fuji Select	180,42	163,89	217,36	212,16	169,56	167,88
Fuji Suprema	183,63	183,84	226,07	214,71	145,96	174,76
Mishima	182,13	166,64	212,21	240,51	163,10	168,76
Braeburn	-	-	144,52	150,87	-	-
Daiane	159,02	137,76	164,34	163,12	169,83	149,56
Pink Lady	154,96	144,01	123,47	129,83	140,13	152,36

Os resultados obtidos para a concentração de macronutrientes em folhas dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nas safras 2008/09 e 2009/10, em Vacaria, RS, são apresentados na Tabela 7. Em termos gerais, as concentrações de nitrogênio e fósforo foram maiores, enquanto que as de potássio e cálcio foram menores na safra 2008/09, quando comparadas às concentrações da safra 2009/10. Quanto ao efeito de porta-enxertos, verificaram-se diferenças significativas somente para potássio, onde as concentrações foram superiores no porta-enxerto M9. Na análise comparativa dos clones e cultivares testados, verificou-se que: a) o clone Fuji Precoce apresentou concentrações de nitrogênio bem superiores aos demais materiais avaliados; b) a cultivar Pink Lady apresentou concentrações de potássio bem inferiores aos demais materiais avaliados; c) as maiores concentrações de cálcio foram observadas na cultivar Mishima. Contudo, deve-se considerar que estes resultados são preliminares,

necessitando de avaliações em maior número de safras. Embora houvesse expectativa quanto ao efeito mais expressivo de porta-enxertos nas concentrações dos nutrientes avaliados, a falta de resposta observada pode estar relacionada à idade das plantas, que, provavelmente, não expressaram a real demanda de nutrientes em função do porte das plantas.

Tabela 7. Concentração de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) em folhas dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9 nas safras 2008/09 e 2009/10, em Vacaria, RS

Clone ou Cultivar	N		P		K		Ca		Mg		S	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
g/kg												
Maruba/M9												
Baigent	21,0	19,8	1,6	1,7	9,8	12,8	9,2	11,8	2,8	3,0	1,8	1,5
Daiane	20,7	21,0	1,6	1,9	11,2	15,1	9,0	15,8	3,0	4,1	1,7	1,6
Fuji Precocoe	31,7	27,6	2,2	2,0	10,5	12,8	12,0	13,8	2,8	3,3	2,0	2,2
Fuji Select	27,0	25,0	2,3	1,9	11,7	12,0	11,3	14,9	2,6	3,3	2,0	1,9
Fuji Suprema	21,7	23,6	1,6	1,7	10,2	11,5	9,5	15,1	2,3	3,5	1,8	1,8
Gala Real	21,7	22,5	1,7	1,6	10,0	13,8	10,0	15,8	3,0	4,0	1,9	1,7
Galaxy	29,3	25,1	2,5	1,9	13,0	13,8	10,1	12,5	3,0	3,3	2,2	1,7
Imperial Gala	23,0	18,6	1,8	1,6	12,7	13,3	10,7	13,3	3,3	3,6	2,0	1,7
Maxi Gala	21,3	14,3	1,5	1,7	10,3	13,4	9,5	12,9	2,8	3,3	1,8	1,7
Mishima	27,7	24,1	2,1	1,9	11,7	11,2	12,0	14,0	2,7	3,0	2,2	2,0
Pink Lady	21,0	20,8	1,6	1,6	8,5	10,5	9,6	14,7	3,1	3,7	1,6	1,6
Royal Gala	23,3	23,1	2,2	1,7	12,2	13,3	11,0	13,7	3,2	3,5	1,9	1,8
MÉDIA	24,1	22,1	1,9	1,8	11,0	12,8	10,3	14,0	2,9	3,5	1,9	1,8
M9												
Baigent	23,0	20,5	1,7	1,5	13,7	15,0	12,7	12,3	3,5	3,3	1,8	1,6
Daiane	26,3	23,9	2,0	1,6	15,7	14,6	13,3	13,2	4,2	3,8	2,1	1,8
Fuji Precocoe	31,7	27,2	2,5	1,6	14,3	16,5	10,9	12,9	3,3	3,3	2,2	1,7
Fuji Select	25,3	25,0	1,9	1,7	12,7	15,9	10,5	13,1	2,8	3,4	2,1	1,6
Fuji Suprema	25,3	25,1	1,8	1,6	11,7	13,1	10,7	13,0	3,2	3,4	2,0	1,8
Gala Real	23,7	22,9	1,7	1,7	14,7	17,6	12,0	13,3	3,6	3,6	2,0	1,8
Galaxy	26,7	23,4	2,0	1,7	15,3	15,4	12,7	13,6	3,7	3,4	2,2	1,8
Imperial Gala	27,3	22,0	2,4	1,5	15,3	15,3	11,0	12,9	3,5	3,3	2,0	1,6
Maxi Gala	24,7	21,0	1,8	1,6	13,7	15,0	12,0	12,9	3,5	3,0	2,1	1,8
Mishima	25,3	23,2	1,8	1,7	12,3	12,9	11,3	15,8	2,8	3,6	1,9	2,0
Pink Lady	22,7	18,8	1,7	1,5	10,3	14,1	11,3	15,5	3,7	3,8	1,9	1,6
Royal Gala	21,7	23,0	1,7	1,6	11,3	14,8	12,3	12,2	4,2	3,2	2,0	1,8
MÉDIA	25,3	23,0	1,9	1,6	13,4	15,0	11,7	13,4	3,5	3,4	2,0	1,7

Os resultados referentes à qualidade dos frutos do experimento de Vacaria são apresentados na Tabela 8. Os valores de cor, expressos através de leituras realizadas com colorímetro, demonstraram certa variação da tonalidade da cor vermelha entre os clones/cultivares e porta-enxerto nessa safra. Os clones de Gala variaram de 34,77 ('Baigent' sobre Maruba/M-9) a 36,41 ('Royal Gala' sobre Maruba/M-9); de Fuji de 29,57 ('Fuji Precocoe' sobre M-9) a 36,76 ('Mishima' sobre Maruba/M-9); 'Daiane' apresentou uma variação de 22,00 (sobre Maruba/M-9) a 23,44 (sobre M-9) e 'Pink Lady' de 26,94 (sobre M-9) a 29,12 (sobre Maruba/M-9). Pode-se observar, que as variações ocorreram associadas tanto em relação aos clones como aos porta-enxertos, sendo que uma análise detalhada deve ser realizada utilizando dados de outros anos para afirmar que essas variações são significativas e representativas. Esse mesmo comentário é válido para as demais

análises de qualidade, sendo que se observa na firmeza de polpa dos clones de Gala uma diferença interessante entre os porta-enxertos.

Pode-se verificar na Tabela 8 que o Maruba/M-9 apresentou de uma maneira geral valores superiores, chegando até 1,4 libras pol⁻² na 'Baigent', sendo que essa mesma tendência não foi observada na acidez total (parâmetros importantes de conservação). As variações observadas no teor de açúcar dos clones de Gala não foram muito representativas. É importante comentar que os grupos de cultivar/clone foram colhidos em um mesmo dia, respeitando a distribuição dos blocos estabelecidos no experimento a campo. Por outro lado, observa-se também que as demais cultivares (do grupo Fuji, principalmente) foram colhidas em um ponto de maturação avançado, representados principalmente pelas análises de firmeza de polpa e amido. Os valores apresentados estão fora dos limites estabelecidos como ideais para uma conservação adequada e prolongada.

Tabela 8. Medidas de qualidade dos frutos dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, no experimento 1 (Vacaria), safra 2008/09.

Clone ou cultivar	Cor (h)		Índice de amido		Firmeza da polpa		Sólidos solúveis		Acidez total	
	Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto	
	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba / M-9
Baigent	35,94	34,77	7,37	6,83	17,39	18,79	14,10	13,17	0,486	0,447
Gala Real	35,15	35,09	9,00	7,00	16,91	17,80	12,60	12,97	0,397	0,386
Galaxy	34,85	36,24	7,00	7,43	18,03	19,17	13,60	12,90	0,420	0,419
Imperial Gala	36,00	35,70	7,00	7,00	17,78	17,57	11,90	13,57	0,468	0,389
Maxi Gala	35,41	35,30	7,00	7,00	17,51	18,65	13,17	12,30	0,445	0,433
Royal Gala	36,23	36,41	9,00	7,00	17,33	18,86	13,50	11,33	0,433	0,433
Fuji Precoce	29,57	31,46	9,00	9,00	14,96	15,10	15,87	15,73	0,314	0,324
Fuji Select	33,00	34,47	9,00	9,00	15,70	15,49	16,20	16,70	0,312	0,350
Fuji Suprema	33,11	31,17	9,00	9,00	15,13	15,62	15,87	16,17	0,315	0,369
Mishima	33,05	36,76	9,00	9,00	15,74	16,01	15,70	16,73	0,356	0,325
Daiane	23,44	22,00	8,88	8,87	14,92	14,54	14,07	14,87	0,303	0,358
Pink Lady	26,94	29,12	7,40	8,73	15,49	15,36	15,30	15,10	0,405	0,438

Os resultados referentes à qualidade dos frutos do experimento de São Joaquim são apresentados na Tabela 9. No grupo Gala, sobre o porta-enxerto M-9, os maiores índices de amido foram encontrados nas cultivares Galaxy (8,1) e Maxi Gala (8,0) e o menor na Gala Real (7,0); sobre o porta-enxerto Maruba/M-9, o maior índice foi observado na 'Baigent' (6,9) e os menores nas cultivares Gala Real e Maxi Gala (6,4). No Grupo Fuji, sobre o porta-enxerto M-9, verificou-se índices de amido muito semelhantes entre os clones, ao passo que sobre o Maruba/M-9, os clones 'Mishima' (3,8) e 'Fuji Suprema' (2,7) apresentaram, respectivamente, o maior e o menor índice.

Tabela 9. Medidas de qualidade dos frutos dos clones e cultivares testados sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, no experimento 3 (São Joaquim), safra 2008/09.

Clone ou cultivar	Índice de amido		Firmeza de polpa		Sólidos solúveis		Acidez total	
	Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto		Porta-enxerto	
	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba / M-9	M-9	Maruba / M-9
Baigent	7,9	6,9	17,4	18,7	14,4	14,0	0,373	0,383
Gala Real	7,0	6,4	17,9	18,8	14,1	13,5	0,401	0,389
Galaxy	8,1	-	17,4	-	14,4	-	0,358	-
Imperial Gala	-	6,7	-	18,8	-	14,1	-	0,342
Maxi Gala	8,0	6,4	17,5	18,5	14,5	13,9	0,378	0,412
Royal Gala	7,8	6,5	17,7	19,4	14,7	14,4	0,393	0,374
Fuji Select	3,3	3,2	17,4	18,4	14,5	14,4	0,403	0,429
Fuji Suprema	3,5	2,7	18,1	18,2	14,4	13,9	0,428	0,438
Mishima	3,5	3,8	18,0	18,0	14,8	15,1	0,405	0,362

No que se refere à firmeza da polpa, a análise não evidenciou diferenças importantes entre as cultivares do grupo Gala sobre o porta-enxerto M-9. Sobre o porta-enxerto Maruba/M-9 os resultados também são bastante parecidos entre cultivares, com exceção de Royal Gala que exibiu pressão maior que as demais (19,4 lb pol⁻²). No grupo Fuji, destaca-se a menor firmeza de 'Fuji Select' sobre o porta-enxerto M-9 e a similaridade dos índices no Maruba/M-9. Os índices de firmeza obtidos sobre o Maruba/M-9 são um pouco superiores aos valores obtidos no M-9. No primeiro caso, a média do grupo situou-se em 18,84 lb pol⁻², enquanto no segundo, foi de 17,58 lb pol⁻², ou seja, 1,26 lb pol⁻² acima.

Quanto ao teor de sólidos solúveis, verificou-se grande semelhança nos valores determinados sobre o porta-enxerto M-9, tanto para as cultivares do grupo Gala, quanto para as do grupo Fuji. No Maruba/M9, os valores foram menos uniformes, principalmente no caso de 'Gala Real' (13,5 °Brix) e 'Mishima' (15,1 °Brix).

Os teores de acidez dos clones, tanto do grupo Gala como Fuji, foram muito semelhantes em ambos os porta-enxertos. Para o grupo Gala, pode-se destacar, no entanto, que as cultivares Gala Real (0,401 %) e Galaxy (0,358%) como as de maior e menor acidez, quando o porta-enxerto é o M-9, e as cultivares Maxi Gala (0,412%) e Royal Gala (0,374%), quando o porta-enxerto é o Maruba/M-9. No grupo Fuji, a cultivar Fuji Suprema mostrou-se um pouco mais ácida que as demais, atingindo percentual de acidez de 0,438%, enquanto 'Fuji Select' e 'Mishima' apresentaram 0,429% e 0,362%, respectivamente.



Figura 1. **(a)** Vista geral do experimento 1. Vacaria, maio de 2007; **(b)** Forma de condução das plantas. Vacaria, maio de 2007; **(c)** Macieiras na fase de florescimento. Vacaria, outubro de 2009; **(d)** Primeiro ano de frutificação das macieiras. Vacaria, janeiro de 2008; **(e)** Vista do experimento em produção. Vacaria, março de 2009; **(f)** Qualidade da maçã produzida. Vacaria, fevereiro de 2010.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Os resultados apresentados referem-se ao primeiro ano de produção, em Caçador e São Joaquim, e ao segundo ano em Vacaria e, por essa razão, são preliminares. Apesar disso, mostram que os clones e cultivares apresentam vários aspectos que os diferenciam. Da mesma forma, o porta-enxerto utilizado exerce grande influência, principalmente na produção e em alguns aspectos qualitativos dos frutos.
- ✓ Por se tratar de plantas ainda na fase juvenil, recomenda-se considerar os resultados com precaução. Somente com o prosseguimento dos trabalhos será possível obter resultados mais consistentes, capazes realmente de mostrar as características e diferenças entre os materiais em estudo e, assim, poder destacar os mais indicados para cada um dos locais de avaliação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMANN, A. Cultivares e porta-enxertos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 32-46. (Frutas do Brasil, 37).
- CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2006. p. 113-168.
- CAMILO, A. P.; PEREIRA, A. J. Raleio de frutos. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 419-461.
- DENARDI, F. Porta-enxertos. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2006. p. 169-229.
- FREIRE, C. J. S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 208 p.
- JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. 485 p.
- JANICK, J.; CUMMINS, J. N.; BROWN, S. K.; HEMMAT, M. Apples. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Ed.). **Fruit breeding: tree and tropical fruits**. New York: John Wiley, 1996. v. 1, p. 1-77.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

- ALMEIDA, G. K.; FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; OLIVEIRA, P. R. D. Competição entre clones comerciais das cultivares de macieira Gala e Fuji: avaliação fenológica. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 24. Resumo.
- ALMEIDA, G. K.; MAGRIN, F. P.; FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; NACHTIGALL, G. R.; OLIVEIRA, P. R. D. Produtividade de nove cultivares de macieira sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba/M-9, nas safras 2007/08, em Vacaria, RS. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 7.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 3., 2009, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. p. 27.

FIORAVANCO, J. C.; ALMEIDA, G. K.; NACHTIGALL, G. R.; CZERMAINSKI, A. B. C.; BERNARDI, J.; OLIVEIRA, P. R. D. Avaliação da produção de clones de Gala e Fuji e cultivares de macieira sobre dois porta-enxertos em Vacaria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória : INCAPER, 2008. p. 1-5. 1 CD-ROM.

FIORAVANCO, J. C.; ALMEIDA, G. K.; NACHTIGALL, G. R.; CZERMAINSKI, A. B. C.; BERNARDI, J.; OLIVEIRA, P. R. D. Fenologia de clones de Gala e Fuji e cultivares de macieira sobre dois porta-enxertos em Vacaria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20, 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008. p. 1-5. 1 CD-ROM.

FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; ALVES, S. A. M.; NACHTIGALL, G. R. **Condições meteorológicas e sua influência na safra de maçã 2009/10 na região de Vacaria, RS.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 100).

FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; OLIVEIRA, P. R. D.; ALMEIDA, G. K.; MAGRIN, F. P.; SANTOS, V. M. Floração e frutificação efetiva de clones e cultivares de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais.** Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. Resumo expandido.

FIORAVANCO, J. C.; GIRARDI, C. L.; CZERMAINSKI, A. B. C.; SILVA, G. A.; NACHTIGALL, G. R.; OLIVEIRA, P. R. D. **Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 60 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 71).

FIORAVANÇO, J. C.; ALMEIDA, G. K.; NACHTIGALL, G. R.; CZERMAINSKI, A. B. C.; BERNARDI, J.; OLIVEIRA, P. R. D. Fenologia de clones de 'Gala' e 'Fuji' e cultivares de macieira sobre dois porta-enxertos em Vacaria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. Não paginado. 1 DVD.

FIORAVANÇO, J. C.; ALMEIDA, G. K.; NACHTIGALL, G. R.; CZERMAINSKI, A. B. C.; BERNARDI, J.; OLIVEIRA, P. R. D. Avaliação de produção de clones de 'Gala' e 'Fuji' e cultivares de macieira sobre dois porta-enxertos em Vacaria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. Não paginado. 1 DVD.

GIRARDI, C. L.; FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; OLIVEIRA, P. R. D. Apples in the Southern Brazil: effect of cultivars and clones on fruit quality. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 28., 2010, Lisboa. **Science and Horticulture for people: abstracts.** Lisboa: ISHS, 2010. v. 2, p. 165. Resumo S02.440.

GIRARDI, C. L.; OLIVEIRA, P. R. D.; FIALHO, F. B.; FIORAVANÇO, J. C.; MONTIPÓ, S. Qualidade de frutos de diferentes cultivares e clones de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. Não paginado.

KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; SILVEIRA, F. N.; BRIGHENTI, L. M.; FIORAVANÇO, J. C.; PETERS, F. K. Incidência de podridão carpelar em clones de macieira da cv. Gala sobre os porta-enxertos M-9 e Maruba interenxertado com M-9. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais.** Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. Resumo expandido.

MAGRIN, F. P.; ALMEIDA, G. K.; FIORAVANCO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; NACHTIGALL, G. R.; OLIVEIRA, P. R. D. Produção de cachos florais, frutificação efetiva e cachos/ATC de nove cultivares de macieira sobre dois porta-enxertos, na safra 2008/09, em Vacaria, RS. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 7.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 3., 2009, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. p. 21.

YOSHIDA, S. R.; SILVA, G. A.; GIRARDI, C. L. Variação nas concentrações de polifenóis e antioxidantes em diferentes clones de maçã da cultivar Gala. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6 ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA

EMBRAPA UVA E VINHO, 2008, Bento Gonçalves/RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. v. 1, p. 47.

Estudo da biologia floral de macieira cultivar Gala e Fuji



José Luiz Petri¹
Gabriel Berenhauser Leite²
João Caetano Fioravanco³
Fernando José Hawerth⁴
Marcelo Couto⁵

1. INTRODUÇÃO

A indução e diferenciação de gemas floríferas na macieira são iniciados logo após a floração do ano anterior. Embora seja possível distinguir os diversos órgãos de frutificação pela aparência externa, muitas vezes as gemas podem não se diferenciar em gemas floríferas, continuando como vegetativas. Como a formação das gemas floríferas ocorre durante o ciclo vegetativo, fatores culturais e climáticos podem influenciar favoravelmente ou negativamente no desenvolvimento floral do próximo ciclo.

Em macieira (*Malus x domestica* Borkh.), a formação de flores coincide temporalmente com a formação dos brotos e frutos. Isso significa que a frutificação influi sobre o metabolismo das gemas jovens, chegando inclusive a inibir a floração da próxima estação.

As giberelinas, produzidas e liberadas pelas sementes, pertencem a uma classe hormonal caracterizada como inibidora da indução floral em muitas fruteiras caducifólias (RYUGO, 1986). Quanto maior é a quantidade de giberelina liberada, maior será a inibição da indução floral para a temporada seguinte, fato que origina a tendência natural à alternância de produção. A aplicação exógena de giberelina

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: petri@epagri.sc.gov.br.

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: gabriel@epagri.sc.gov.br.

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: fioravanco@cnpuv.embrapa.br.

⁴ Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia Concentração em Fruticultura de Clima Temperado FAEM/UFPel. Pelotas - RS. fjhawerth@yahoo.com.br.

⁵ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: marcelo@epagri.sc.gov.br.

também afeta o retorno floral (MARINO; GREENE, 1981; MEADOR; TAYLOR, 1987).

A análise morfológica das gemas no inverno permite definir o percentual das mesmas que são floríferas e a sua qualidade. O conhecimento antecipado da formação de gemas floríferas poderá dar informações sobre a intensidade da poda, raleio, adubações e polinização, pois permite estimar a intensidade da floração antecipadamente. Com a análise das gemas e a retrospectiva de produção do último ano podem ser adotadas medidas culturais que definirão a produção.

A intensidade potencial da floração é um dos parâmetros para definir a poda e, conseqüentemente, minimizar os erros desta prática, mas não garante totalmente a produção, visto que a frutificação efetiva é variável de ano para ano. Conhecendo-se a quantidade de gemas floríferas é possível se fazer uma poda equilibrada, evitando-se a necessidade de uma poda drástica de inverno que propicia grande crescimento vegetativo e, conseqüentemente, uma concorrência por nutrientes, reduzindo a frutificação efetiva no ano e a indução floral para o ano seguinte.

O processo de indução floral é influenciado por fatores climáticos, nutricionais, culturais, fisiológicos e genéticos. A indução floral é favorecida pela presença de área foliar adequada e é desfavorecida pelo excesso de frutos na planta. A desfolha da planta antes de ocorrer a indução, a manutenção de uma quantidade de frutos grande, ou ainda a realização tardia do raleio, inibe a indução floral. Segundo Baab e Ahrweiler-Neuenahr, (1988), o grau de indução floral na macieira varia com a quantidade de frutos e a disponibilidade de reservas.

Entre os fatores ambientais, a luz é um dos mais importantes. A exposição à luz é crítica para a formação de gemas floríferas, a qual aumenta com a intensidade de luz (JACKSON et. al., 1997). Em geral as partes altas e externas das plantas, que recebem mais luz, são as que formam maior quantidade de gemas floríferas. No interior da planta, quando não há uma boa penetração de luz ocorre uma redução na taxa fotossintética e, conseqüentemente, uma redução na indução floral devido a um menor acúmulo de carboidratos para a gema.

A época da indução floral da macieira ocorre no início do crescimento vegetativo, em torno de 45 a 60 dias após a plena floração, porém existem evidências que esta indução pode ocorrer mais tardiamente, até mesmo após a colheita dos frutos, principalmente em regiões quentes. Segundo Petri (2002), a época de indução pode variar em função da cultivar, da localização das gemas nas plantas, das condições climáticas e de fatores nutricionais. A maior parte da indução floral ocorre no início do verão, mas pode estender-se até o início de outono sobre determinadas condições como em regiões sub-tropicais (DENNIS, 2003).

Após a indução ocorre a diferenciação floral, que se estende durante o restante do ciclo vegetativo até próximo a floração. A sequência do processo de diferenciação dá-se com o aparecimento das sépalas, estames, pistilos, ovários, anteras, pólen e óvulo. Quando o ovário e as anteras já estão formados, é possível distinguir as gemas floríferas das vegetativas por análise morfológica sob microscópio, o que para as condições do Sul do Brasil, ocorre a partir de maio.

A macieira caracteriza-se por possuir órgãos de frutificação mistos, ou seja, possuem folhas e flores na mesma gema. Estes órgãos são classificados em brindilas, esporões e gemas axilares. Os esporões podem ser divididos conforme a sua idade, ou seja, de dois ou mais anos. As brindilas são ramos longos (10 – 40 cm), formadas no ano anterior e apresentando uma gema na parte apical, os esporões são gemas de dois ou mais anos e as gemas axilares são as situadas na inserção das folhas das brindilas (PETRI et al., 2006).

Embora em muitos meristemas de frutificação da macieira a aparência externa possa ser um indicativo de florada, uma informação mais precisa pode ser obtida através da análise das gemas, cuja porcentagem real de gemas floríferas e em qual tipo de órgão ou ramo se encontram, fornece um direcionamento dos trabalhos de poda. Esporões mais velhos têm tendência de produzir frutos pequenos, de qualidade inferior em relação aos esporões jovens desenvolvidos em ramos de três anos ou menos (CAMELATTO; NACHTIGALL, 1990).

O período de florescimento é um dos principais eventos durante o ciclo produtivo de espécies frutíferas sob o ponto de vista econômico, visto que neste momento será definida a frutificação. Neste período interagem fatores ambientais e fisiológicos que definirão as próximas etapas da frutificação, e conseqüentemente da produção. A floração é o momento em que a planta necessita utilizar as reservas acumuladas, sendo que o crescimento vegetativo pode ser um competidor por hidratos de carbono com a floração, podendo influenciar a frutificação efetiva. Embora a quantidade de flores fecundadas necessária para uma produção plena seja em torno de 0,5 a 10% do total (DENNIS, 1996), em condições adversas à polinização e quando a intensidade da floração for pequena, pode ser necessário melhorar a frutificação efetiva. O aumento da frutificação efetiva é desejado em certas cultivares de macieira, onde, devido a condições ambientais adversas, principalmente durante o período de florescimento, ocorre uma acentuada queda de flores. Nas condições do Sul do Brasil é frequente ocorrer floradas intensas e uma baixa frutificação efetiva. Sendo a macieira uma das espécies de fruteiras de clima temperado que requer polinização cruzada para atingir altos rendimentos, é necessário, o plantio de duas ou mais cultivares e condições climáticas favoráveis a polinização e fecundação.

As plantas polinizadoras devem possuir pólen compatível com a cultivar a ser polinizada e exibir coincidência entre a data da floração ao longo dos anos. A macieira requer polinização cruzada para produção comercial, necessitando o plantio de duas ou mais cultivares com período de floração coincidente no mesmo pomar. Assim altos rendimentos com a cultura da macieira só podem ser esperados se as condições para a polinização e fecundação forem favoráveis (PETRI, 2006). Problemas relacionados à polinização e fecundação podem reduzir tanto a produção quanto a qualidade de frutos, pela diminuição da frutificação efetiva e do número de sementes formados por fruto (FREE, 1993; BRAULT; OLIVEIRA, 1995; KEULEMANS et al., 1996). A necessidade da polinização cruzada decorre da auto-incompatibilidade existente em muitas cultivares de macieira (WEIRTHEIM; SCHIMDT, 2005), que limita a autofertilização de flores de uma mesma cultivar,

reduzindo a frutificação efetiva. A auto-incompatibilidade é determinada geneticamente pelos alelos-S, em que determina a inibição do desenvolvimento do tubo polínico quando o alelo-S presente no pólen é similar a um dos alelos-S expressos no pistilo (OLMSTED, 1989).

As cultivares polinizadoras devem apresentar compatibilidade do alelo-S com a cultivar produtora, produzir pólen viável (CERTAL et al., 1999), além de apresentar florescimento coincidente com a cultivar a ser polinizada e com regularidade do florescimento em todos os anos. Segundo Warmund (2007), baixa frutificação efetiva ou baixa produção muitas vezes podem ser decorrente de polinização deficiente, devido à escolha inadequada das polinizadoras e não coincidência de floração entre as cultivares utilizadas.

Em condições de inverno ameno, onde as exigências em frio não são satisfeitas para quebrar a dormência, ocorre uma variabilidade na data de floração entre os anos, sendo que as cultivares de menor exigência em frio tendem a florescer mais cedo. Com os novos sistemas de plantio da macieira em alta densidade, em blocos, com uma única cultivar principal, busca-se polinizadoras que tenham esta única função e que passa ser intercalada sem ocupar o espaço da cultivar principal.

Para as condições sul brasileiras existem poucas informações sobre o comportamento fenológico para a determinação da época adequada para a realização da polinização e das causas da baixa frutificação efetiva, bem como sobre os efeitos decorrentes de polinização deficiente ou de outros fatores.

O conhecimento do hábito de frutificação da macieira é importante para a definição de diversas práticas culturais, tais como; poda, raleio e uso de reguladores de crescimento, visando uma melhor produção e qualidade dos frutos. Vários estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de determinar qual o tipo de estrutura floral é responsável pela formação de frutos de maior tamanho e qualidade comercial. A macieira possui órgãos de frutificação mistos, ou seja, produzem flores e folhas na mesma gema. Estes órgãos estão classificados em brindilas, esporões e gemas axilares.

A área foliar é apontada como um fator de grande importância para o desenvolvimento dos frutos, incluindo o processo de divisão celular e frutificação efetiva. Estruturas de frutificação associadas a maior área foliar apresentam maior capacidade fotossintética, gerando maior produção de assimilados e reduzindo a competição entre os diferentes órgãos das plantas (COSTES, 2003; NACHTIGALL, 2000). Outros autores, no entanto, afirmam que o número de folhas não é suficiente para determinar a performance de uma gema (LAURI; TROTTIER, 2004; LAURI et al., 2006). A qualidade das flores está relacionada com o acúmulo de horas de frio durante o inverno (OUKABLI et al., 2003), mas também com as características do ramo onde essas flores se desenvolvem, como por exemplo, o diâmetro, comprimento, idade, número de folhas ou área foliar desses ramos, bem como sua composição química (NACHTIGALL, 2000). Verifica-se uma relação entre o número de flores e folhas em uma inflorescência, e que estes números estão ligados ao

comprimento e à idade do ramo. Da mesma forma, o processo de frutificação efetiva esta ligado ao número de folhas e flores que a inflorescência apresenta.

Apesar de depender de uma série de fatores como a quantidade de frutos na estação anterior, condições ambientais, tempo natural de queda de folhas, perda acidental da folhagem, data da colheita e suprimento de nitrogênio (KONZA, et al., 2003), a frutificação efetiva é o resultado de uma cadeia de eventos casualmente relacionados, que basicamente envolvem a posição da inflorescência dentro da arquitetura da planta, o que afeta o crescimento vegetativo, fato que está fortemente ligado ao desenvolvimento da inflorescência (LAURI et al., 1996). A posição da gema dentro da copa exerce influência sobre o formato do fruto. Webster (1976), trabalhando com maçã 'McIntosh', observou que frutos de gemas terminais apresentam um formato mais alongado do que frutos provenientes de gemas axilares. Já, Rodriguez e Rodriguez (1977) verificaram formato comercialmente mais adequado em frutos desenvolvidos na porção inferior do ramo, considerando que nesta posição, o tamanho da estrutura de frutificação e a área foliar são maiores que no topo do ramo.

2. METODOLOGIA

2.1. Época de indução e diferenciação floral da macieira

Gemas de macieira das cvs. Gala, Fuji e Daiane foram coletadas ao longo do ciclo e identificadas em gemas vegetativas e floríferas. Também foram marcadas 20 gemas de cada estrutura de frutificação (brindila e esporão), que foram desfolhados ao longo do ciclo, e na floração seguinte foram avaliados para determinar o período de indução floral

2.2. Época de indução e diferenciação floral da macieira em Vacaria

O experimento foi realizado no pomar da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria, RS. Foram utilizadas plantas das cvs. Royal Gala e Fuji com 7 anos de idade, enxertadas sobre o porta-enxerto M-7. O experimento foi realizado de setembro de 2007 a outubro/2009.

Para a determinação da época de indução floral, a partir da primeira semana de outubro de 2007 foram realizadas pulverizações semanais de giberelina desde a plena floração até 70 dias após a plena floração (11 aplicações) nas cvs. Royal Gala e Fuji. Foi utilizado o produto comercial ProGibb[®], que contém 10% de ácido giberélico, na concentração de 100 mg.L⁻¹. O produto foi aplicado com pulverizador costal sobre toda a planta, até o ponto de gotejamento.

Nas mesmas cultivares, realizou-se, também, o raleio manual de flores e frutos, desde a plena floração até 70 dias após (11 realizações de raleio), deixando-se apenas uma flor ou fruto por cacho floral, sempre que possível a flor central.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com 12 tratamentos por cultivar (11 pulverizações de ácido giberélico ou realizações de

raleio mais o tratamento testemunha), quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando 48 plantas por cultivar.

No mês de outubro de 2008 foi realizada a contagem das gemas florais e vegetativas de dois ramos sub-mestres por planta, calculando-se a porcentagem de floração (gemas floríferas).

2.3. Período Efetivo de Polinização

O experimento foi conduzido com as cvs. Gala, Fuji e Daiane. As polinizações foram realizadas nos estádios fenológicos de balão rosado (E2), flor aberta (F2) e flor aberta após 24 horas (G). Foram avaliadas a frutificação efetiva em diferentes estruturas de frutificação, a germinação dos grãos de pólen e crescimento do tubo polínico.

2.4. Caracterização fisiológica de gemas de macieira e retorno da floração e frutificação

Foram marcadas 50 estruturas de frutificação para cada uma das cvs. Daiane, Fuji e Gala e para órgãos do tipo brindila, esporão e gemas axilares, onde foram feitas as observações de crescimento dos frutos, área foliar e peso dos frutos. Também foi acompanhado o crescimento dos frutos com um a cinco frutos por inflorescência. O crescimento dos ramos de um e dois anos foram avaliados em plantas com dois anos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Época de indução e diferenciação floral da macieira

A partir de 15/01 foi possível identificar através de análise microscópica as gemas floríferas e vegetativas (Figura 1), destacando-se que a Cv. Gala já apresentava flores totalmente desenvolvidas, enquanto que na cv. Fuji houve um pequeno atraso no desenvolvimento floral. Houve pouca diferença entre as estruturas de frutificação quanto à percentagem de gemas floríferas (Tabela 1). Observa-se que as brindilas e os esporões apresentaram pequenas diferenças para ambas as cultivares, sendo numericamente superior em esporões, o que se pode ocasionar um atraso na paralisação do crescimento das brindilas.

A desfolha promoveu uma redução no retorno da floração, quando realizada até 16/02 nas três cultivares estudadas. A redução foi maior em estruturas de frutificação do tipo esporão em relação à brindila (Tabela 2 e Figura 1). Até 16/02 a redução do retorno da floração foi maior, nas cultivares Gala e Fuji, supondo-se que até esta data estava ocorrendo o processo de indução floral. Na cv. Daiane, em brindilas, a partir de 16/01 a redução foi menos acentuada (Tabela 2). Quando a desfolha foi realizada em 01/05, induziu um maior retorno de floração, mostrando que nesta época já havia ocorrido a diferenciação floral. Os resultados evidenciam que o processo de indução floral da macieira em condições de clima ameno se prolonga por período superior a 60 dias após a plena floração. Também se observou que a indução floral das gemas axilares está associada ao período de crescimento,

principalmente na cultivar Gala, que apresenta maior intensidade de floração em gemas axilares comparada às cvs. Fuji e Daiane.

Tabela 1. Porcentagem de gemas floríferas de macieira cvs. Gala e Fuji. Caçador, SC, 2009.

CULTIVAR	Brindila	Esporão
Gala	71,6	88,3
Fuji	75,0	78,3

Tabela 2. Porcentagem de gemas floríferas sob desfolha em diferentes datas, nas estruturas de brindila e esporões nas macieiras cvs. Gala, Fuji e Daiane. Caçador, SC, 2009.

Data da desfolha	Porcentagem de gemas com flores					
	Gala		Fuji		Daiane	
	Brindila	Esporão	Brindila	Esporão	Brindila	Esporão
08/11/07	35	0	45	10	30	5
27/12/07	25	5	30	5	40	20
16/01/08	30	10	25	20	65	20
16/02/08	20	15	25	25	70	25
01/05/08	100	40	80	70	85	30
Teste	80	100	65	55	90	85

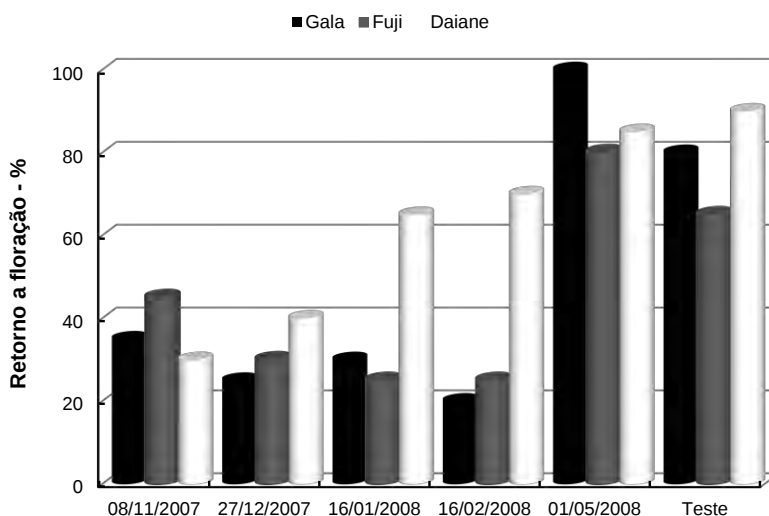


Figura 1. Porcentagem de retorno a floração sob desfolha em diferentes datas nas estruturas de frutificação do tipo brindila nas macieiras cvs Gala, Fuji e Daiane. Caçador, SC, 2009.

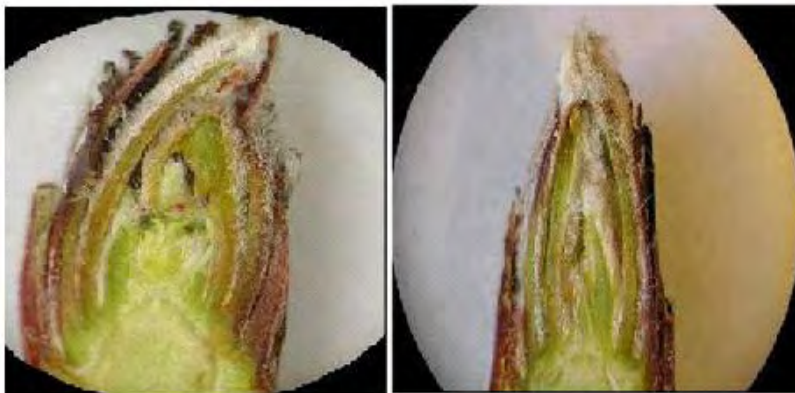


Figura 2. Gema florífera (Esquerda); Gema vegetativa (Direita)

3.2. Época de indução e diferenciação floral da macieira em Vacaria

A aplicação de giberelina em intervalos semanais desde a plena floração até 70 dias após a plena floração, não provocou efeito na porcentagem de gemas floríferas formadas no ano subsequente, tanto para a cv. Royal Gala como para a cv. Fuji (Figuras 3 e 4). O resultado não permite estabelecer com exatidão a época de indução floral das cultivares. Entretanto, considerando que as menores porcentagens de gemas floríferas formadas indicam efeito inibitório da aplicação hormonal (ácido giberélico) sobre a indução floral, pode-se considerar o período compreendido desde a plena floração até 42 dias após como o de maior sensibilidade para ambas as cultivares. Isso indicaria que a partir de 42 dias após a plena floração a resposta cessaria e a indução floral estaria concluída.

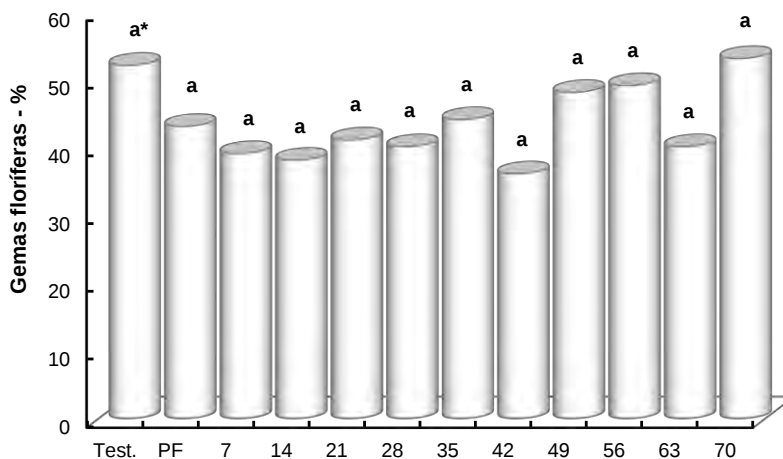


Figura 3. Efeito da aplicação exógena de giberelina sobre a formação de gemas floríferas na cv. Royal Gala.

PF = plena floração; 7, 14 = dias após a plena floração.

* Indica comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Lobos e Yuri (2006) em trabalho realizado no Chile, na região de San Clemente (35°33' latitude Sul e 71°24' de longitude Oeste) obtiveram menor retorno floral, com aplicação de giberelina, no período compreendido entre 7 e 21 dias após a plena floração para a cv. Royal Gala. Para a cv. Fuji, a exemplo dos resultados de nosso experimento, os autores não conseguiram detectar diferenças significativas entre os tratamentos. Li et al. (1995), por outro lado, obtiveram o maior efeito da aplicação de giberelina na cv. Red Fuji entre 45 e 54 dias após a plena floração.

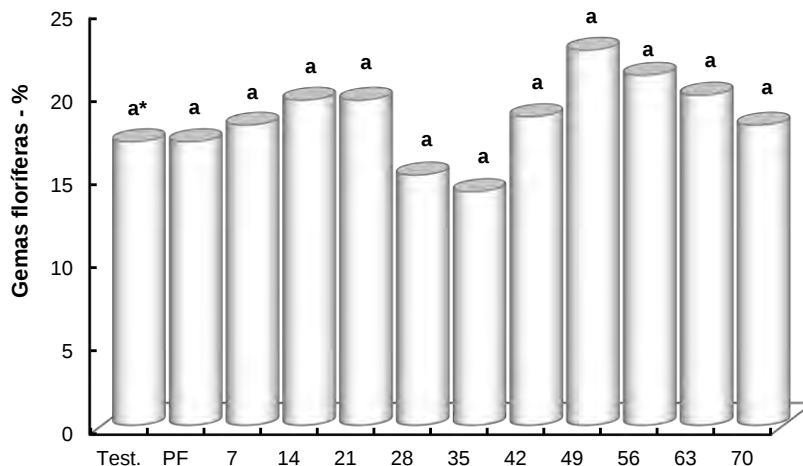


Figura 4. da aplicação exógena de giberelina sobre a formação de gemas floríferas na cv. Fuji.

PF = plena floração; 7, 14 ... = dias após a plena floração.

* Indica comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na cv. Royal Gala, plantas que não receberam a aplicação de giberelina (tratamento testemunha) apresentaram 51,82% de formação de gemas floríferas, enquanto os tratamentos com giberelina variaram de 33,54% aos 42 dias a 52,87% aos 70 dias. Para a cv. Fuji, plantas testemunha apresentaram 16,38% de gemas floríferas, enquanto os tratamentos com giberelina variam de 13,93% aos 35 dias a 22,80% aos 49 dias após a plena floração. A formação de gemas floríferas foi bem superior na cv. Royal Gala em relação à cv. Fuji.

O tipo de giberelina utilizada, no caso GA₃, e/ou a concentração aplicada, não adequada para as cultivares em estudo e condições do pomar, pode ter contribuído para a não obtenção de resultados mais consistentes. Tromp (1982) observou diferenças significativas na redução da floração de macieiras tratadas com GA₃, GA₄, GA₇ e GA₄₊₇.

3.3. Raleio manual

Nesse experimento, a maior porcentagem de gemas floríferas formadas sugere que o raleio pode ter proporcionado uma diminuição na concentração endógena de giberelina (sementes do fruto) e reduzido a competição por nutrientes das gemas próximas ao fruto, fatos que favoreceriam o retorno floral.

Apesar da existência de diferenças estatísticas observadas na cv. Royal Gala (Figura 5) não é possível determinar o período exato de indução floral, pois ocorreu uma variabilidade considerável nos resultados, sem um período destacado. Para a cv. Fuji, não se observou diferenças estatísticas entre os tratamentos (Figura 6). A ausência de resultado com a realização do raleio manual também foi observada por Lobos e Yuri (2006) nas cvs. Fuji, Royal Gala e Red Chief. Por outro lado, Li et al. (1995) observaram aumento do retorno floral quando a remoção das flores/frutos foi realizada até 35 dias após a plena floração. Observou-se, novamente, maior produção de gemas floríferas na cv. Royal Gala em relação à cv. Fuji.

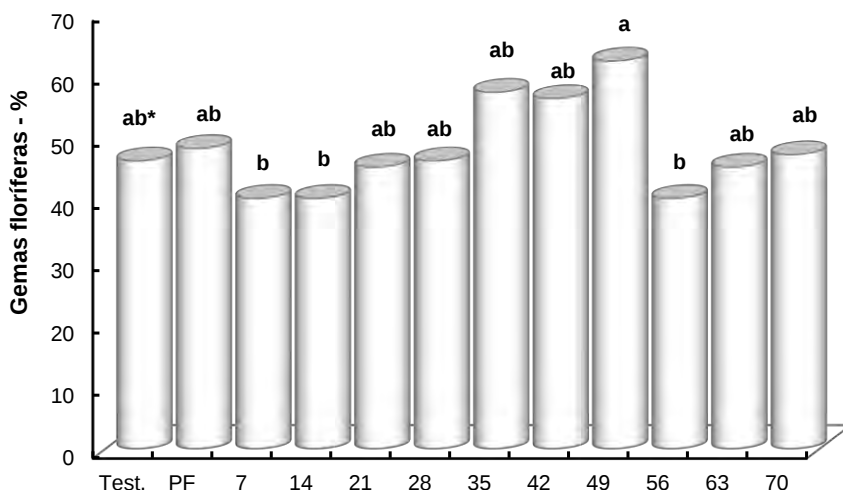


Figura 5. Efeito do raleio manual sobre a formação de gemas floríferas na cv. Royal.

PF = plena floração; 7, 14 ... = dias após a plena floração.

* Indica comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

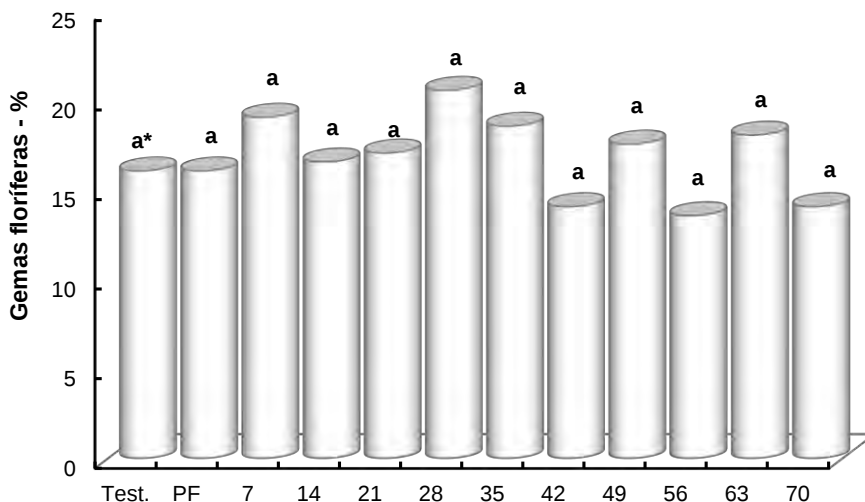


Figura 6. Efeito do raleio manual sobre a formação de gemas floríferas na cv. Fuji.

PF = plena floração; 7, 14 = dias após a plena floração.

* Indica comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4. Período Efetivo de Polinização

Em 2007, para as três cultivares observou-se um baixo índice de frutificação efetiva, independente do estágio de polinização (Tabela 3 e Figura 7). Isto demonstra que a baixa frutificação efetiva não esteve ligada ao problema de polinização, pois os grãos de pólen foram depositados nos estigmas. Observou-se que houve a germinação dos grãos de pólen e o crescimento do tubo polínico. Estes resultados evidenciam que a baixa frutificação efetiva deve estar relacionada a outros fatores pós polinização, tendo-se como hipótese a competição entre crescimento vegetativo e órgãos de frutificação ou a própria reserva das gemas.

No ano de 2008, observou-se uma alta frutificação efetiva (Tabelas 4 e 5, Figura 8), o que reforça a hipótese da competição com o crescimento vegetativo e as substâncias de reserva, visto que as plantas ficaram com uma baixa produtividade no ano anterior. Quando comparamos as estruturas de frutificação verificamos que esporões e gemas axilares tiveram uma menor frutificação efetiva em relação a brindilas, sendo mais acentuada em gemas axilares. Isto complementa os dados de área foliar, de acordo com os quais esporões têm uma menor área foliar, o que pode estar relacionado a um menor conteúdo de reservas de carboidratos neste tipo de estrutura de frutificação.

Tabela 3. Frutificação efetiva em diferentes estádios fenológicos de polinização, em brindilas das cvs. Gala, Fuji e Daiane. Caçador, SC, 2007.

Estádios Fenológicos	Frutificação efetiva (%)		
	Daiane	Fuji	Gala
E2	15,2	17,5	21,8
F2	17,0	51,1	17,0
G	13,0	21,5	14,6

Tabela 4. Frutificação efetiva em diferentes estádios fenológicos de polinização, em brindilas das cvs. Gala, Fuji e Daiane, Caçador, SC, 2008.

Estádios Fenológicos	Frutificação efetiva (%)		
	Daiane	Fuji	Gala
E2	129,0	122,9	101,9
F2	132,2	131,5	114,8
G	115,5	114,6	92,6

Tabela 5. Frutificação efetiva em diferentes estádios fenológicos de polinização, em esporões das cvs. de Gala, Fuji e Daiane, Caçador, SC, 2008.

Estádios Fenológicos	Frutificação efetiva (%)		
	Daiane	Fuji	Gala
E2	46,9	21,8	34,8
F2	49,7	28,1	39,8
G	37,2	20,7	27,3

Tabela 6. Frutificação efetiva em diferentes estádios fenológicos de polinização, em gemas axilares, esporões e brindilas na cv. Gala. Caçador, SC, 2008.

Estádios Fenológicos	Frutificação efetiva (%)		
	Gemas axilares	Esporão	Brindila
E2	15,2	74,3	101,9
F2	11,9	66,7	114,8
G	17,3	68,8	92,6
Sem polinização	5,1	31,4	96,9

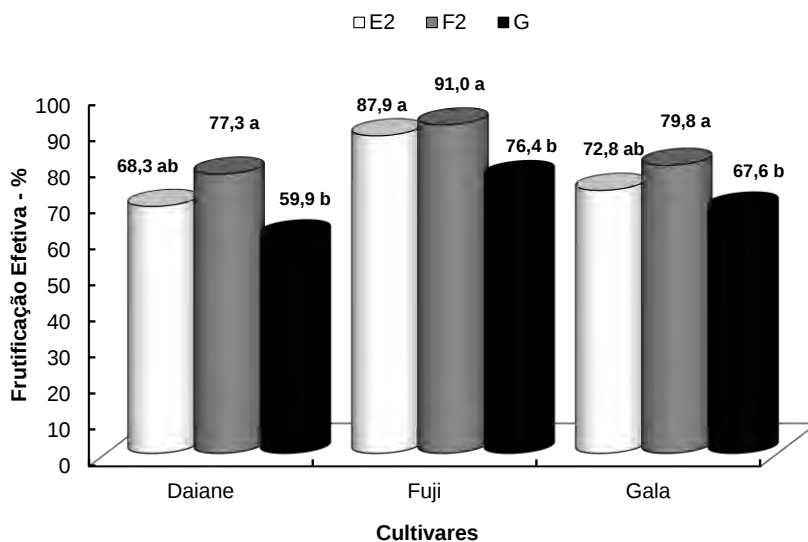


Figura 7. Frutificação efetiva em diferentes estádios fenológicos nas cvs. Daiane, Fuji e Gala. Caçador, SC, 2007. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

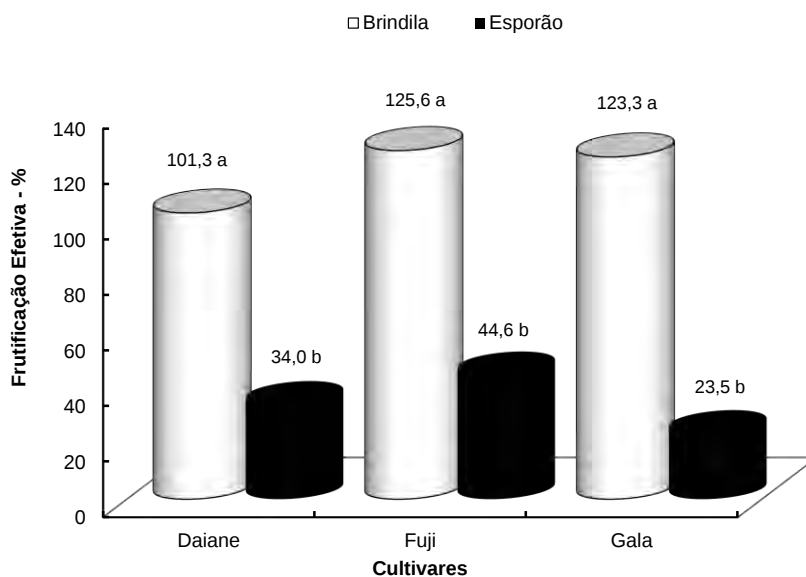


Figura 8. Frutificação efetiva em diferentes estruturas de frutificação nas cvs. Daiane, Fuji e Gala. Caçador, SC, 2008. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.5. Caracterização fisiológica de gemas de macieira e retorno da floração e frutificação

Observou-se um comportamento fenológico diferenciado para as três cultivares estudadas. Na cv. Gala houve uma antecipação da floração em brindilas, principalmente em relação as gemas axilares, exibindo uma intensa floração. Nas cvs. Fuji e Daiane houve a antecipação da floração nos esporões em relação às brindilas.

A área foliar apresentou grandes variações com relação às estruturas de frutificação, observando-se uma reduzida área foliar em esporões, principalmente em esporões fracos (Tabelas 7, 8 e 9). A maior área foliar foi observada em brindilas. O número de folhas acompanhou a área foliar, sendo menor em esporões fracos e maior em brindilas (Tabela 8). A área foliar mostrou relação com o diâmetro dos frutos, pois com o aumento da área foliar associada às estruturas de frutificação observou-se o aumento do diâmetro dos frutos (Tabela 9). O menor peso médio dos frutos foi observado em gemas axilares, seguido de esporões e brindilas, porém o número de sementes por fruto foi significativamente superior em brindilas em relação a esporão e gemas axilares (Figura 9 e 10). Os resultados do diâmetro médio dos frutos, taxa de crescimento e peso médio dos frutos, em relação ao número de frutos por inflorescência apresentaram pequenas diferenças, onde um ou cinco frutos por inflorescência apresentaram comportamento similar (Tabelas 10, 11 e 12). Estas informações fornecem subsídios às práticas de raleio e poda, as quais devem dar preferência à produção de estruturas de frutificação do tipo brindila ou esporões fortes.

O comprimento médio dos ramos evidencia um forte crescimento no primeiro e segundo ano, sendo superior na cv. Fuji em relação a cv. Gala. O comprimento médio do primeiro ano na cv. Fuji foi de 82,2 cm e no segundo ano de 60,3 cm perfazendo ao final do segundo ano um comprimento médio de 142,5cm e na cv. Gala 128,2 cm (Tabela 13). Isto evidencia a necessidade de revisão dos conceitos adotados em condução de plantas e densidade de plantio e o sistema de poda e condução.

Tabela 7. Área foliar (cm²) associada a diferentes estruturas de frutificação nas cvs. Gala, Fuji e Daiane. Caçador, SC, 2009.

Estruturas	Cv. Gala	Cv. Fuji	CV. Daiane
Esporão fraco	39,5 d	39,6 e	55,9 d
Esporão forte	43,3 d	81,8 d	96,9 c
Brindila curta - gema fraca	61,3 c	150,1 c	200,5 b
Brindila curta - gema forte	99,5 b	221,8 b	200,8 b
Brindila longa - gema fraca	273,4 a	442,5 a	338,1 a
Brindila longa - gema forte	273,4 a	420,7 a	346,1 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Área foliar (cm²) e número médio de folhas em diferentes estruturas de frutificação nas cvs. Gala, Fuji e Daiane. Caçador, SC, 2009.

Estruturas de frutificação	Gala		Fuji		Daiane	
	Área foliar (cm ²)	Nº de folhas	Área foliar (cm ²)	Nº de folhas	Área foliar (cm ²)	Nº de folhas
Esporão fraco	6,1 d	5,5 c	7,6 c	3,8 d	7,5 c	6,0 c
Esporão intermediário	8,8 c	7,0 bc	9,4 bc	5,6 c	8,1 c	8,0 bc
Esporão forte	11,9 b	9,0 b	10,5 b	8,1 b	11,7 b	9,1 b
Brindila	22,1 a	14,9 a	16,0 a	14,3 a	21,1 a	17,8 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Área foliar (cm²) e diâmetro médio das frutas (mm) em diferentes estruturas de frutificação nas cvs. Gala e Daiane. Caçador, SC, 2009.

Estruturas de frutificação	Gala		Daiane	
	Área foliar (cm ²)	Diâmetro dos frutos (mm)	Área foliar (cm ²)	Diâmetro dos frutos (mm)
Esporão fraco	34,3 c	56,4 c	43,6 c	51,0 c
Esporão intermediário	60,4 c	62,1 b	58,4 c	57,3 b
Esporão forte	107,2 b	66,2 a	103,1 b	65,9 a
Brindila	323,9 a	66,5 a	346,9 a	67,8 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

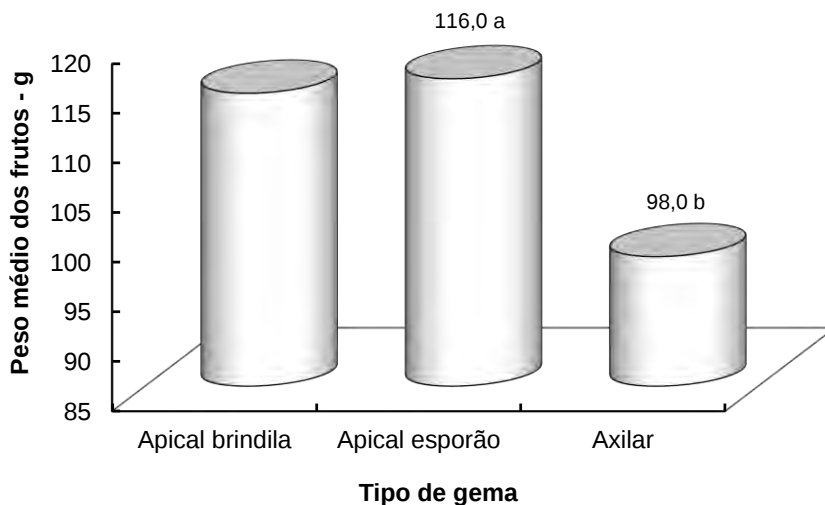


Figura 9. Peso médio dos frutos por estruturas de frutificação na cv. Fuji. Caçador, SC, 2009. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

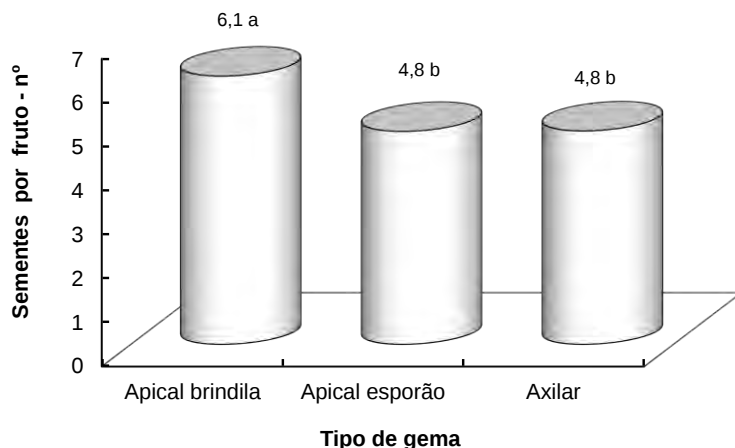


Figura 10. Número médio de sementes por fruto em diferentes estruturas de frutificação na cv. Fuji. Caçador, SC, 2009. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Diâmetro médio dos frutos de inflorescências com diferentes números de frutos na cv. Fuji. Caçador, SC, 2008.

Tratamentos	Diâmetro Médio dos Frutos						C.V. (%)
	23/11	05/12	20/12	03/01	20/01	11/04	
1 Fruto/Inflorescência	21,43 abF	27,82 abE	34,34 abD	39,92 abC	45,38 aB	59,63 aA	14,87
2 Frutos/Inflorescência	21,33 abF	28,14 aE	35,36 aD	41,53 aC	46,48 aB	59,09 aA	12,97
3 Frutos/Inflorescência	22,56 aF	28,86 aE	35,43 aD	40,96 aC	45,51 aB	60,97 aA	8,64
4 Frutos/Inflorescência	19,86 bE	27,16 abD	34,29 abC	39,40 abB	43,55 abA	-	12,99
5 Frutos/Inflorescência	19,27 bE	25,71 bD	32,04 bC	37,29 bB	41,05 bA	-	13,41
C.V. (%)	17,76 %	12,77 %	12,12 %	11,42 %	11,01 %	14,08 %	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Taxa de crescimento médio dos frutos de inflorescências com diferentes números de frutos na cv. Fuji. Caçador, SC, 2008.

Tratamentos	Taxa de Crescimento dos Frutos					
	23/11-05/12	05/12-20/12	20/12-03/11	03/01-20/01	20/01-11/04	C.V. (%)
1 Fruto/Inflorescência	131,18 aA	123,42 aB	116,03 aC	113,89 aC	134,80 aA	5,81
2 Frutos/Inflorescência	136,44 aA	124,39 aB	116,30 aBC	112,51 abC	135,76 aA	8,03
3 Frutos/Inflorescência	129,31 aA	122,99 aB	116,62 aC	110,32 bD	122,75 aB	3,41
4 Frutos/Inflorescência	139,50 aA	126,19 aB	117,50 aC	112,44 abC	-	7,99
5 Frutos/Inflorescência	135,61 aA	124,68 aB	116,88 aC	112,80 abC	-	7,73
C.V. (%)	10,41 %	3,52 %	3,60 %	2,76 %	8,28 %	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Diâmetro, comprimento e peso médio dos frutos de inflorescências com diferentes números de frutos na cv. Fuji. Caçador, SC, 2009.

Tratamentos	Colheita 14/11/2006		
	Diâmetro Médio dos Frutos (mm)	Comprimento Médio dos frutos (mm)	Peso Médio dos Frutos (g)
1 Fruto/Inflorescência	59,63 a	47,64 a	104,27 a
2 Frutos/Inflorescência	59,09 a	49,60 a	112,93 a
3 Frutos/Inflorescência	60,97 a	54,35 a	147,00 a
4 Frutos/Inflorescência	—	—	—
5 Frutos/Inflorescência	—	—	—
C.V. (%)	14,08 %	14,85 %	40,74 %

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Comprimento médio dos ramos (cm) no primeiro e segundo ano, nas cvs. Gala e Fuji. Caçador, SC, 2009.

Cultivares	1º Ano	2º Ano	Comprimento acumulado dos ramos (cm)
	Comprimento dos ramos (cm)	Comprimento dos ramos (cm)	
Gala	69,5	58,7	128,2
Fuji	82,2	60,3	142,5

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ O período de indução e diferenciação floral da macieira, nas condições do Sul do Brasil mostra uma tendência a se prolongar ao longo do ciclo. As gemas axilares na cv. Gala continuam em processo de indução floral enquanto houve crescimento vegetativo das brindilas.
- ✓ Outros fatores além da polinização e fecundação estão influenciando a baixa frutificação efetiva. Como hipótese mais provável é a competição entre floração e crescimento vegetativo.
- ✓ A área foliar dos esporões foi reduzida, influenciando o tamanho dos frutos e na frutificação efetiva.
- ✓ Houve um crescimento excessivo dos ramos em macieiras nos primeiros anos após o plantio, indicando a necessidade de adaptar um sistema de poda ao crescimento e densidade de plantio.
- ✓ O crescimento excessivo contribuiu para a formação de estruturas de frutificação fracas.
- ✓ O sistema de poda deve orientar a formação de brindilas.
- ✓ A área foliar das estruturas de frutificação exibe uma relação com a necessidade de frio. Isto permite formular a hipótese de que há relação entre necessidade de frio e o nível de reservas de hidratos de carbono.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAAB, G.; AHRWEILER-NEUENAUER, B. Zweijährige Erfahrungen mit der knospenuntersuchung. **Obstbau**, Neustadt an der Weinstrasse, v. 13, p. 460-469, 1988.
- BRAULT, A.; OLIVEIRA, D. Seed number and an asymmetry index of 'McIntosh' apples. **Hortscience**, Alexandria, v. 30, p. 44-46, 1995.
- CAMELATTO, D.; NACHTIGALL, G. R. Influência da posição e do tipo de ramo frutífero na qualidade das maçãs. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v. 2, p. 29-35, 1999.
- CERTAL, A. C.; SANCHEZ, A. M.; KOKKO, H.; BROOHTAERTS, W.; OLIVEIRA, M. M.; FEIJÓ, J. A. S-Rnases in apple are expressed in the pistil along the pollen tube growth path. **Sexual Plant Reproduction**, Nova Iorque, v. 12, p. 94-98, 1999.
- COSTES, E. Winter bud content according to position in 3-year-old branching system in "Granny Smith" apple. **Annals of Botany**, London, v. 92, p. 581-588, 2003.
- DENNIS JUNIOR, F. G. Flowering, pollination and fruit set and development. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. (Ed.). **Apples, botany, production and uses**. Wallingford: CABI, 2003. p. 156-166.
- DENNIS JUNIOR, F. G. Fruit set. In: THE FRUIT physiology: growth e development. Washington, DC: Good Fruit Grower, 1996. p. 165.
- EBERT, A.; KREUZ, C. L.; RAASCH, Z. S.; ZAFARI, G. R.; BENDER, R. J. **Capacidade de produção da macieira**. Florianópolis: Epagri, 1987. p. 23. (Epagri. Boletim técnico, 41).
- EBERT, A.; KREUZ, C. L.; RAASCH, Z. S.; ZAFARI, G. R.; PETRI, J. L. **Raleio dos frutos da macieira no Alto Vale do Rio do Peixe em Santa Catarina**. Florianópolis: Empasc, 1988. 65 p.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1993.
- JACKSON, J. E.; PALMER, J. W.; PERRING, M. A.; SHARPLES, R. O. Effects of shade on the growth and cropping os apples trees. III. Effects on fruit growth, chemical composition and quality at harvest and after storage. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 52, p. 267-282, 1997.
- KEULEMANS, J.; BRUSSELLE, A.; EYSEN, R.; VERCAMMEN, J.; VAN DAELE, G. Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 42, p. 201-210, 1996.
- KONZA, P.; NYÉKI, J.; SOLTSZ, M.; SZABO, Z. **Floral byology, pollination and fertilization in temperate zone fruti species and grapes**. Budapest: AkadémiaiKiadó, 2003. 621 p.
- LAURI, P.; MAGUYLO, K.; TROTTIER, C. Architecture and size relations: an essay on the apple (*Malus domestica*, ROSACEAE) tree. **American Journal of Botany**, Nova Iorque, v. 93, p. 357-368, 2006.
- LAURI, P.; TÉROUANNE, E.; LESPINASSE, P. Quantitative analysis of relationships between inflorescence size, bearing-axis size and fruit set: an apple tree case study. **Annals of Botany**, London, v. 77, p. 277-286, 1996.
- LAURI, P.; TROTTIER, C. Patterns of size and fate relationships of contiguous organs in the apple (*Malus domestica*) crown. **New Phytologist**, Oxford, v. 163, p. 533-546, 2004.
- LI, S.; MENG, Z.; LIU, H.; TU, Y. Critical period of flower bud induction in Red Fuji and Ralls Janet apple trees. **Gartenbauwissenschaft**, v. 60, p. 240-245, 1995.
- LOBOS, G. A.; YURI, J. A. Inducción y diferenciación floral de cuatro cultivares de manzano in Chile. **AgriculturaTécnica**, Talca, v. 66, p. 141-150, 2006.
- MARINO, F.; GREENE, D. W. involvement of gibberellins in the bienal bearing of 'Early McIntosh' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 106, p. 593-596, 1981.

- MEADOR, D. B.; TAYLOR, B. H. Effect of early season foliar sprays of GA4+7 on russetting and return bloom of 'Golden Delicious' apple. **Hortscience**, Alexandria, v. 22, p. 412-415, 1987.
- NACHTIGALL, G. R. **Estruturas frutíferas na qualidade de maçãs das cultivares Gala e Fuji**. 2000. 57 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- OLMSTED, R. G. The origin and function of self-incompatibility in flowering plants. **Sexual Plant Reproduction**, Nova Iorque, v. 2, p. 127-136, 1989.
- OUKABLI, A.; BARTOLINI, S.; VITTI, R. Anatomical and morphological study of apple (*Malus x domestica* Borkh.) flower buds growing under inadequate winter chilling. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 78, p. 580-585, 2003.
- PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 229-260.
- PETRI, J. L.; SOUZA, A.; LEITE, G. Análise de gemas de macieira como subsídio para orientação da poda. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 19, p. 53-56, 2006.
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução a brotação em macieira. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis, 2006. p. 261-297.
- RODRIGUEZ, R.; RODRIGUEZ, M. Efect de la posición y del tipo de estructuras fructíferas sobre la calidad del fruto de manzanos cv. Fuji em Rio Negro y Neuquén Argentina. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, n. 90, p. 10-12, 1997.
- RYUGO, K. Promotion and inhibition of flower initiation and fruit set by plant manipulation and hormones, a review. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 179, p. 301-307, 1986.
- TROMP, J. Flower-bud formation in apple as affected by various gibberellins. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 57, p. 277-282, 1982.
- WARMUND, M. R. **Pollinating fruit crops**. Columbia: University of Missouri, 2007. Disponível em: <<http://extension.missouri.edu/explorepdf/agguides/hort>>. Acesso em: 20 nov. 2007.
- WEBSTER, D. Factors affecting shape of McIntosh Apple fruit. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 56, p. 95-105, 1976.
- WEIRTHEIM, S. J.; SCHMIDT, H. Flowering, pollination and fruit set. In: FUNDAMENTALS of temperature zone tree fruit production. Leiden: Backhuys, 2005. p. 216-239.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

- FIORAVANÇO, J. C.; ALMEIDA, G. K.; SILVA, V. C. Efeito da Promalina (GA4+7 + 6BA) na produção e desenvolvimento dos frutos da macieira cv. Royal Gala. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 2, p. 143-149, 2010.
- HANSEN, M. R. **Avaliação biológica de estruturas florais em macieira e sua relação com a qualidade do fruto**. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B.; MARAFON, A. C. Erger e nitrato de cálcio na brotação de gemas de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURAL, 54., 2008, Vitória. **Anais e Palestras...** [S.l.: s. n.], 2008.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B.; LEONETTI, J. F.; MARAFON, A. C.; SIMÕES, F. Fenologia, brotação de gemas e produção de frutos de macieira em resposta à aplicação de cianamida hidrogenada e óleo mineral. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 961-971, 2009.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Budbreak induction in apple trees by erger and calcium nitrate application. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 884, p. 511-516, 2010.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Erger and calcium nitrate concentration for budbreak induction in apple trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 872, p. 239-244, 2010.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; HERTER, F. G. Brotação de gemas em macieiras Imperial Gala e Fuji Suprema pelo uso de Erger e nitrato de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 343-350, 2010.

HERTER, F. G.; HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; MARAFON, A.C. Caracteres correlacionados na brotação de gemas de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURAL, 54., 2008, Vitoria. **Anais e Palestras...** [S.l.: s. n.], 2008.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; COUTO, M.; HAWERROTH, F. J. Increasing apple fruit set on 'Condessa' using growth regulators. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 884, p. 537-544, 2010.

LEONETTI, J. F.; HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; MARAFON, A. C. Fenologia do florescimento da macieira pela aplicação de cianamida hidrogenada e óleo mineral In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURAL, 54., 2008, Vitoria. **Anais e Palestras...** [S.l.: s. n.], 2008.

LEONETTI, J. F.; HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; MARAFON, A. C. Estimativa da área foliar de macieira (*Malus domestica* Borkh.) através de dimensões lineares do limbo foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURAL, 54., 2008, Vitoria. **Anais e Palestras...** [S.l.: s. n.], 2008.

MADAIL, R.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B. Avaliação fonológica de diferentes órgãos florais em três cvs. de macieira. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 59., 2008, Natal. **Anais e resumos...** [S.l.: s.n.], 2008. v.I, p. 313-313.

MADAIL, R.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B.; PETRI, J. L. Influence of flower structure in the flower production and fruit set in some apple cultivars. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 872, p. 309-312, 2010.

MADAIL, R.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B.; PETRI, J. L. Length / Diameter ratio of apples produced on different fruiting structures of three apple cultivars. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 872, p.221-224, 2010.

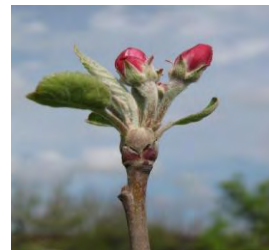
PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B. Maturação, qualidade e queda pré-colheita de maçãs Imperial Gala em função da aplicação de aminoetoxivinilglicina. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 599-608, 2010.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; HAWERROTH, F. J. Effect of growth regulators on 'Gala' apple fructification. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 884, p. 331-336, 2010.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; HAWERROTH, F. J. Reduction of shoot growth and winter pruning by Prohexadione Calcium application. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATING CANOPY, ROOTSTOCKS AND ENVIRONMENTAL PHYSIOLOGY IN ORCHARD SYSTEMS, 9., 2008, Geneva - EUA. **Programand Abstracts**. Geneva: Cornell University, 2008. p. 119-120.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; HAWERROTH, F. J. Time of Erger Application for Budbreak Induction in Apple Trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 872, p. 205-210, 2010.

Caracterização da dormência hiberna em gemas de macieira



Henrique Pessoa dos Santos¹

Luís Fernando Revers²

Gabriel Berenhauser Leite³

João Bernardi⁴

1. INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus x domestica* Borkh), como outras espécies de clima temperado, apresenta no final do ciclo a queda de folhas e o estabelecimento da dormência hiberna (endodormência). Durante a endodormência, a maioria das cultivares desta espécie necessita de regularidade e intensidade de baixas temperaturas ($> 600\text{h}$, $T \leq 7,2^\circ\text{C}$), para que inicie a brotação e, conseqüentemente, se estabeleça um novo ciclo vegetativo e produtivo (PETRI et al., 2002). Entretanto, em regiões de clima temperado marginais, como a Região Sul do Brasil, mesmo com o emprego de práticas paliativas de manejo para alcançar um padrão adequado de brotação (ex.: tratamento químico), em muitos invernos ocorrem flutuações de temperatura que resultam em grandes quedas de produção (BERNARDES; GODOY, 1988). Estes efeitos são observados principalmente nas cultivares exigentes em frio, como Gala e Fuji, que, coincidentemente, são as de maior valor comercial. Neste cenário, o problema da quebra de dormência tende a ser mais acentuado quando se considera que a região Sul do Brasil está sujeita a aumentos médios de temperatura na ordem de 2°C até 2050, conforme as previsões de mudanças climáticas globais (HULME; SHEARD, 1999; LIMA et al., 2001). Essa é uma preocupação imediata e crescente na fruticultura de clima temperado nacional, pois, considerando-se todos estes cenários, se ações para compreender melhor a dormência e minimizar a dependência elevada de frio hiberna não iniciarem, o Brasil corre o risco de deixar a posição de exportador para o de importador de maçã.

A baixa temperatura é um fator ambiental de grande influência na endodormência de gemas, onde as respostas, em relação às baixas temperaturas, variam de acordo com a idade das gemas e influenciam no crescimento e na

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: henrique@cnpuv.embrapa.br

² Biólogo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: luis@cnpuv.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: gabriel@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador Aposentado da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS.

sobrevivência das plantas (CRABBÉ; BARNOLA, 1996). Os processos fisiológicos internos envolvidos na entrada e na saída da endodormência têm sido relacionados com modificações na estrutura celular e no metabolismo energético da gema, como a atividade de enzimas, síntese de nucleotídeos, síntese de proteínas, fluxo de carboidratos, suprimento de nutrientes, translocação de reservas a curta distância e regulação hormonal (STAFSTROM, 2000; MAUREL et al., 2004). Além disso, em alguns estudos da dormência de gemas e até mesmo de sementes, independente da espécie, sempre estão em evidência as espécies reativas de oxigênio (EROs: H_2O_2 , $O_2^{\cdot-}$, OH, etc.) e as enzimas relacionadas à manutenção do estado redox celular (PRASAD, 1996; FAUST et al., 1997; PACEY-MILLER et al., 2003). A tolerância à dessecação, princípio fundamental para estágios quiescentes do desenvolvimento das plantas, também depende de mecanismos para combater radicais livres, como a proteção de grupos tióis em proteínas através de moléculas de glutatona (KRANNER; GRILL, 1996). Com isto, destaca-se também que a cianamida hidrogenada, que é considerada um inibidor da enzima catalase, pode influenciar diretamente na quebra da dormência de gemas, independente da espécie e, portanto, tem sido utilizada no manejo químico paliativo da dormência (PETRI et al., 2002). No conjunto, isto evidencia que o metabolismo oxidativo celular pode ter influência sobre os processos de dormência e, possivelmente, ser um candidato ao mecanismo de controle dos efeitos da temperatura sobre os vários processos relacionados com a dormência. Portanto, a determinação dos níveis de glutatona reduzida (GSH) e oxidada (GSSG) pode apresentar-se como uma estratégia de análise para se caracterizar as relações entre o metabolismo oxidativo e a evolução do *status* de endodormência.

Neste cenário, destaca-se que, apesar de se ter conhecimento da ação de diferentes fatores sobre o metabolismo de endodormência, salientando a complexidade e variabilidade desse processo, ainda não se dispõe do conhecimento de como esses fatores se inter-relacionam e o que pode ser classificado como causa ou consequência. Portanto, esta atividade teve como enfoque dar um passo nesse processo, utilizando metodologias de análise de dormência de gemas em uma escala de maior magnitude de detalhes, como a determinação conjunta de metabólitos e a construção de bibliotecas supressivas subtrativas (DIATCHENKO et al., 1996) em gemas de macieiras contrastantes em requerimento de frio.

Os objetivos deste trabalho foram estabelecer relações entre os níveis endógenos de marcadores bioquímicos do metabolismo celular oxidativo com o processo de endodormência de gemas em macieira contrastantes em exigência de frio hibernal, bem como obter bibliotecas de cDNA representando genes diferencialmente expressos, influenciados pelo frio hibernal durante o estabelecimento e a finalização da endodormência.

2. METODOLOGIA

2.1. Material vegetal, amostragem e armazenamento

Em todos os experimentos desta atividade, considerando as análises de metabólitos e expressão gênica, empregaram-se no delineamento experimental as

mesmas amostras de gemas. As avaliações foram conduzidas na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves, RS, e foram divididas em duas estratégias distintas. Na primeira, foram utilizadas mudas de macieira das cultivares Imperial Gala e seu clone mutante Castel Gala, que apresenta a mutação natural de redução da exigência de frio, no período de inverno (DENARDI; SECCON, 2005). As mudas dessas cultivares foram previamente preparadas pelos pesquisadores Frederico Denardi (Epagri/EECd) e João Bernardi (Embrapa Uva e Vinho), em 2006, sendo enxertadas em porta-enxerto M7 e mantidas em sacos de 3 L com solo corrigido nutricionalmente. Após preparadas, as plantas foram mantidas em casa de vegetação na Embrapa Uva e Vinho, sob os cuidados dos pesquisadores Henrique P. Santos e Luis Fernando Revers (Figura 1). No outono de 2007, as plantas de ambos os genótipos, com aproximadamente 10 gemas cada, foram colocadas em fitotron (2,5 x 3,0 x 2,8 m; com controle de fotoperíodo, de temperatura e de umidade) e submetidas a um regime de temperatura de aproximadamente 1000 horas/7°C. Durante esse período, foram realizadas amostragens de gemas para a análise da evolução da endodormência, conforme metodologia descrita por Balandier (1992) e Herter (1992). Essa análise foi realizada com a colaboração do pesquisador Gabriel Berenhauser Leite (Epagri/EECd). Durante as amostragens, parte das gemas foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e mantidas a -80°C até o momento das análises.

Destaca-se que nestas amostragens, pelo efeito de juvenildade, as gemas apresentaram-se extremamente rudimentares (Figura 2). Deste modo, optou-se por não avançar nas análises previstas sobre esse material, pela dificuldade no processamento das pequenas gemas e pelo fato dos resultados serem afetados pela fase de desenvolvimento destas plantas em relação a uma planta adulta com capacidade produtiva.

Na segunda estratégia, foi preconizada a realização de amostragens de gemas de Gala e Castel Gala, em plantas adultas, situadas na propriedade do Eng. Agr. Jânio Seccon, em Monte Castelo, SC (Figura 3). Esta abordagem mostrou-se mais adequada ao estudo proposto porque foi realizada em plantas adultas e em condições naturais de desenvolvimento. Além disso, nessas amostragens utilizaram-se as plantas de Gala que deram origem à mutação Castel Gala.

As amostragens ocorreram em abril, maio, julho, agosto e setembro de 2007, sendo correlacionadas com o início do período da endodormência (abril), com a evolução (maio e julho) e com a saída da dormência da Castel Gala (agosto) e da Gala (setembro). Foram, também, obtidos dados meteorológicos deste mesmo período da região de Monte Castelo junto à Epagri, os quais possibilitaram calcular a disponibilidade de frio e relacioná-la com as variáveis bioquímicas que foram obtidas nas amostras de gemas. Todas essas amostras foram congeladas em nitrogênio líquido no campo (Figura 4) e armazenadas em freezer a -80°C, em Bento Gonçalves, para a realização das análises detalhadas nos experimentos 1 e 2, descritos a seguir.

No segundo ciclo de produção da macieira, na vigência do projeto, foi realizado o segundo período de amostragens de gemas de Gala e Castel Gala, em

plantas adultas, nas mesmas plantas no ciclo anterior, na propriedade do Eng. Agr. Jânio Secon, em Monte Castelo, SC. O contraste de exigência de frio hibernal observado entre Castel Gala e Gala no inverno de 2007 foi igualmente observado no inverno de 2008. As datas de amostragens nos invernos de 2007 e 2008 foram, respectivamente: 29/05/2007, 03/07/08, 13/08/2007 e 27/09/2007 e 20/05/2008, 01/07/2008, 29/07/08 e 17/09/2008. Em razão de diferenças climáticas entre os períodos, a antecipação da brotação da cultivar mutante Castel Gala reflete que o inverno de 2008 foi mais ameno. Foram igualmente obtidos dados meteorológicos do ano de 2008, da região de Monte Castelo, junto à Epagri, os quais foram usados para calcular a disponibilidade de frio que irá então ser relacionada com as variáveis bioquímicas que se obteve nestas amostras de gemas. Todas essas amostras foram armazenadas em freezer a -80°C , na Embrapa Uva e Vinho, para processamento.



Figura 1. Mudas de Gala e Castel Gala enxertadas em porta-enxerto M7. Dezembro/2006. Bento Gonçalves, RS.



Figura 2. Detalhe das gemas das mudas de Gala e Castel Gala, enxertadas em porta-enxerto M7, antes e após tratamento de temperaturas baixas, em fitotron. Julho/2007. Bento Gonçalves, RS.

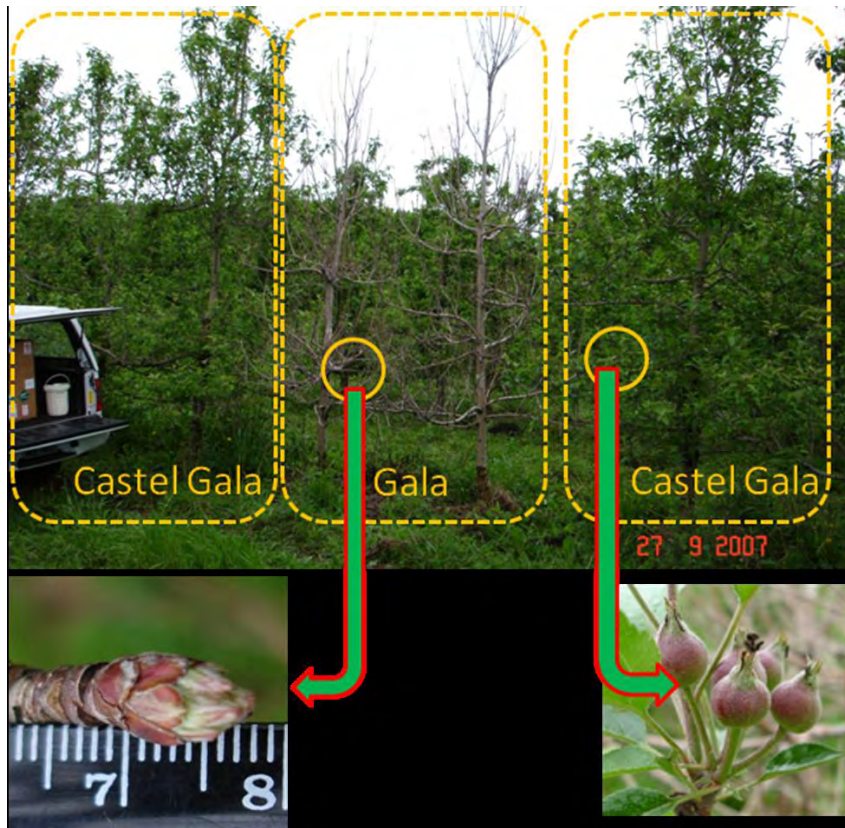


Figura 3. Contraste de exigência de frio hiberna e comportamento fenológico inicial entre as cultivares Gala e Castel Gala no ano de 2007. Na data indicada, enquanto a Castel Gala apresentava frutos de 1,5 cm de diâmetro a Gala apresentava, no máximo, gemas em estágio de ponta-verde.



Figura 4. Detalhe do momento de amostragem de gemas a campo, com congelamento em nitrogênio líquido, em diferentes momentos do período hiberna em pomar comercial das cultivares Gala e Castel Gala. Monte Castelo, SC. 2007.

2.2. Experimento 1. Estabelecimento de relações entre os teores endógenos de marcadores bioquímicos do metabolismo celular oxidativo com o processo de endodormência de gemas em macieira contrastantes em exigência de frio hiberna.

Considerando a importância do metabolismo oxidativo, foram determinados os teores de glutatona reduzida (GSH) e oxidada (GSSG) em gemas dormentes de Gala e Castel Gala, conforme as amostragens descritas acima e de acordo com o protocolo descrito por Kranner (1998). Destaca-se que esse protocolo foi desenvolvido para a quantificação desses compostos em fungos. Portanto, antes de se aplicar em análises diretas com gemas de macieira, foi necessária uma etapa de ajustes, envolvendo dois protocolos, um para glutatona total e outro para glutatona oxidada, sendo por diferença calculada a glutatona reduzida. Os ajustes desses protocolos serão descritos na seção resultados e discussão. O processamento das amostras foi realizado nas dependências da Embrapa Uva e Vinho, mas a análise cromatográfica foi efetuada no Laboratório de Proteínas Tóxicas na UFRGS, sob responsabilidade da professora Célia R. S. Carlini. Análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o teste de análise de variância não-paramétrica Kruskal-Wallis.

2.3. Experimento 2. Obter bibliotecas de cDNA representando genes diferencialmente expressos, influenciados pelo frio hiberna durante o estabelecimento e a finalização da endodormência.

Para a etapa de extração de RNA total foram utilizadas 10 gemas de esporões de Gala e de Castel Gala na entrada da endodormência (29/05/2007) e na saída da endodormência (13/08/2007), perfazendo, assim, quatro extrações de RNA. A extração de RNA total foi realizada segundo o protocolo modificado de Zeng & Yang (2002), adaptado para escala de purificação de tubos de microcentrífuga de 1,5 a 2,0 mL. Foi realizada a extração em cinco tubos de microcentrífuga que tiveram os seus volumes unidos antes da etapa de precipitação por cloreto de lítio. O RNA mensageiro das diferentes amostras foi purificado a partir de 150 µg de RNA total, utilizando o kit de purificação Poly(A) PuristTM da AMBION. Assim, originaram-se quatro purificados de Gala e Castel Gala na entrada da dormência e na superação da dormência.

O RNA Poly (A) obtido foi a matéria-prima inicial para a obtenção das bibliotecas supressivas subtrativas de cDNA. Utilizou-se o protocolo do PCR-SelectTM cDNASubtraction Kit (Clontech) e foram obtidas duas bibliotecas para cada data de coleta, totalizando quatro bibliotecas. A partir destas, foram obtidas bibliotecas supressivas que representam os genes expressos em Gala subtraídos dos genes expressos em Castel Gala na entrada (G1-K1) e na superação (G2-K2) da dormência e os genes expressos em Castel Gala subtraídos dos genes expressos em Gala na entrada (K1-G1) e na superação (K2-G2) da dormência.

3. RESULTADOS

3.1. Padronização do protocolo de determinação de glutathiona reduzida (GSH) e oxidada (GSSG) por HPLC, para caracterização bioquímica de gemas de macieira durante dormência hiberna:

Com o intuito de obter uma caracterização bioquímica da dormência hiberna em gemas de macieira e selecionar um marcador bioquímico do metabolismo oxidativo celular, foram realizadas amostragens de gemas dos modelos de macieira contrastantes para o quesito exigência de frio. As cultivares Gala standard e Castel Gala foram coletadas em 2007 e 2008 em pomar comercial de propriedade do Eng. Agr. Jânio Seccon, Monte Castelo, SC, seguindo um delineamento experimental completamente aleatório, em cada árvore, de coleta de gemas em esporões de no máximo 3 cm, independente da idade do ramo. As gemas foram coletadas em grupos individuais por planta, havendo duas e quatro árvores para estudo, respectivamente, das cultivares Gala e Castel Gala. Foram coletadas em média 40 gemas por árvore a cada evento de amostragem. As gemas foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido no campo (Figura 4). Esse material serviu de base para a adequação e padronização do protocolo de determinação de glutathiona reduzida (GSH) e oxidada (GSSG) por HPLC, descrito por Kranner (1998).

A glutathiona é um tripeptídeo, cujo aminoácido central é uma cisteína, portando um grupamento tiol (-SH) quando reduzido, ou formando uma ponte dissulfeto entre duas moléculas de glutathiona quando oxidado. As gemas dormentes de macieira foram trituradas manualmente em almofariz, com auxílio de nitrogênio líquido, e a extração foi realizada em tampão ácido. A partir disso, foram separadas frações do material extraído para dois protocolos paralelos (Figura 5). O protocolo A teve o objetivo de determinar a quantidade de glutathiona total em relação a massa fresca dos tecidos da gema submetidos à extração. Para tanto, utilizou-se ditioneitol (DTT) como agente redutor, e a marcação dos tióis livres (i.e., -SH do GSH original ou do GSH formado a partir da quebra de GSSG) foi feita com um fluoróforo específico, o monobromobimano (mBBr). O protocolo B, por sua vez, permitiu a determinação apenas da quantidade de GSSG (glutathiona oxidada) presente nas mesmas amostras de gema. Neste protocolo, inicialmente, bloqueou-se os tióis livres do GSH com NEM (N-etil-maleimido), retirou-se seu excesso com lavagens sucessivas de tolueno e, então, as pontes dissulfetos de GSSG foram reduzidas com DTT para se obter os novos grupos -SH passíveis de marcação pelo mesmo fluoróforo mBBr.

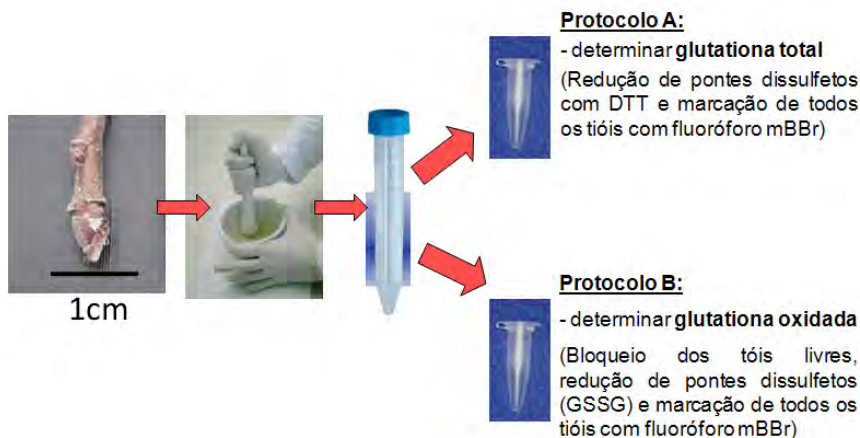


Figura 5. Representação das etapas de preparo das gemas para determinar glutatona total (protocolo A) e oxidada (protocolo B). DTT= ditioneitol; mBBR = monobromobimano.

A padronização do protocolo de extração exigiu várias estratégias e ajustes descritos abaixo:

- ✓ Houve a necessidade de remoção das brácteas lignificadas que envolvem a gema, usando nitrogênio líquido, antes da trituração fina das amostras, pois esses tecidos são altamente oxidados e podem alterar o resultado;
- ✓ Ao contrário do protocolo original, a extração de GSH e GSSG teve que ser efetuada em um tampão que não desestabilizasse as moléculas de interesse a partir de sua forma reduzida ou oxidada originais. Para tanto, foi adicionado EDTA e PVP na solução de extração. O tampão de extração otimizado resultante foi: 0,1M de HCl, 0,5% Triton-X, 1 mM de EDTA e 1,25% de PVP;
- ✓ Para melhor extração dos compostos a partir das gemas, o material foi deixado em meio de extração por 12h, a 4°C;
- ✓ Para reações que devem ser mantidas à temperatura ambiente, estabeleceu-se a temperatura fixa de 25°C;
- ✓ A degaseificação das soluções antes de seu uso foi retirada, pois essa etapa não acrescentou melhoria no processo analítico;
- ✓ Para garantir a estabilidade da amostra, foi aumentada a concentração inicial de CHES (de 200 mM para 300 mM CHES) presente no Tampão CHES;
- ✓ Para forçar uma maior reação dos grupos tióis com o fluoróforo (mBBR), aumentou-se a concentração inicial de DTT (de 3 mM para 20 mM DTT), com sucesso analítico. Na etapa seguinte após a extração, para manutenção da estequiometria, aumentou-se, também, a concentração inicial de NEM utilizada (de 50 mM para 100 mM NEM) na determinação de GSSG;

- ✓ A remoção de NEM e/ou de seus derivados usando tolueno, no protocolo B, é uma das etapas mais demoradas, mas não tem demonstrado interferência na reação da glutatona com o fluoróforo. Para aumentar a eficiência da separação das fases e evitar contaminação com tolueno, acrescentou-se um passo de centrifugação por 2 min entre cada uma das cinco lavagens com tolueno e outra, também, antes de ser transferido o material remanescente para as etapas seguintes;
- ✓ Em vista do custo do fluoróforo utilizado (mBBR, R\$ 367,00/25 mg), testou-se a substituição por OPA (o-ftaldeído). Porém, nos experimentos realizados, este novo fluoróforo demonstrou ser pouco específico em relação à derivatização de grupos tióis. Em função disso, manteve-se o uso do mBBR no protocolo;
- ✓ Para restringir possíveis interferências, foi acrescentado uma etapa de centrifugação e filtração das amostras após marcação nos protocolos e antes destas serem armazenadas em nitrogênio líquido até o momento das análises cromatográficas para quantificação.

Após a marcação com fluoróforo, as amostras foram analisadas por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) no laboratório da professora Célia Carlini/UFRGS (Figura 6), empregando-se uma separação em modo de fase reversa, em coluna do tipo C18 (ODS), com eluição por gradiente crescente de metanol, e detecção de mBBR por fluorescência (excitação: 380nm/emissão: 480nm). Os ajustes mais significativos nessa fase foram quanto ao gradiente e ao fluxo de eluição da amostra que foram utilizados, para otimizar a resolução dos picos do cromatograma e a diminuição na geração de resíduos (metanol).



Figura 6. Foto do cromatógrafo líquido de alta performance, situado no Laboratório de Proteínas Tóxicas, da professora Célia Carlini/UFRGS, equipado com coluna Shin-pack CLC-ODS (M), Shimadzu, (150mm x 4,6mm, tamanho da partícula de 5 μ m e diâmetro de poro 100 Å) e coluna guarda Shin-pack, Shimadzu, CLCG-ODS. Programado para um gradiente de eluição de 5% a 90% Metanol, pH 3,9.

Para os ensaios preliminares referentes à padronização do método, foram utilizados padrões do tripeptídeo glutationa, em sua forma reduzida (GSH) ou oxidada (GSSG), bem como derivados de sua quebra, o dipeptídeo γ -L-glutamil-L-cisteína (Glu-Cys) e o aminoácido L-cisteína (Cys). Porém, para a determinação de uma curva-padrão para a análise quantitativa das gemas de macieira foram usadas apenas concentrações crescentes do padrão de GSH submetidas ao protocolo A ou do padrão de GSSG submetidas ao protocolo B. Na Figura 7 estão expostas as curvas-padrão estabelecidas para os protocolos A e B.

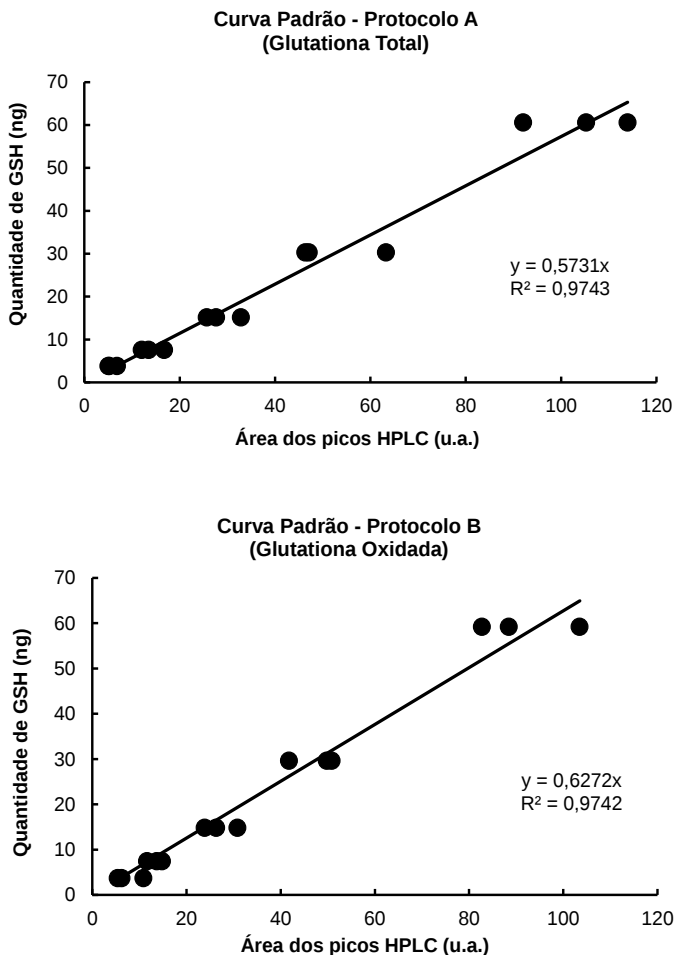


Figura 7. Curvas-padrão construídas de forma independente para os protocolos A ou B, usando triplicatas de amostras em concentrações crescentes dos padrões de glutationa reduzida (GSH) ou oxidada (GSSG), respectivamente, após processamento segundo o protocolo otimizado, descrito neste trabalho.

3.2. Utilização do protocolo de determinação de glutathiona reduzida (GSH) e oxidada (GSSG) por HPLC, para caracterização bioquímica de gemas de macieira durante dormência hiberna:

Gemas de macieiras Royal Gala coletadas em 2007 foram testadas inicialmente para se verificar a adaptação do protocolo a este tipo de tecido biológico e foram obtidos resultados satisfatórios na extração de glutathiona bem como na verificação de seu padrão cromatográfico. A Figura 8 apresenta o perfil cromatográfico com a identificação do pico de glutathiona em uma amostra de gema de macieira.

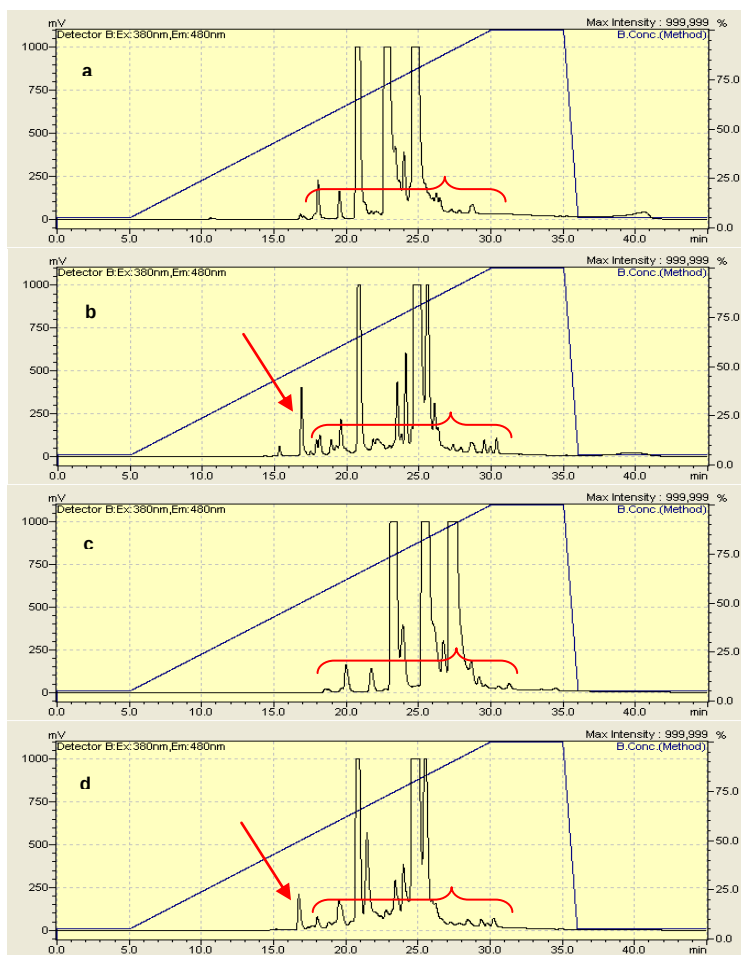


Figura 8. Perfil cromatográfico de amostra de gema de Gala segundo o protocolo A que avalia a quantidade de glutathiona total (b), ou protocolo B, referente apenas à quantidade de glutathiona oxidada (d), em comparação ao controle dos respectivos protocolos (a) ou (c). Amostra coletada em 13/08/2007 e processada conforme o protocolo otimizado neste trabalho. As setas indicam o pico de glutathiona nas amostras. Chaves indicam picos comuns entre controles e amostras.

Nas análises de amostras de gemas coletadas ao longo do período hibernar, foi possível constatar que a concentração de glutatona total e oxidada varia de modo crescente com o acúmulo de horas de frio, em ambas cultivares. Entretanto, destaca-se que em gemas de Castel Gala ocorre uma antecipação, em relação à Gala, no incremento da quantidade de glutatona em relação a massa fresca de gemas (Figura 9).

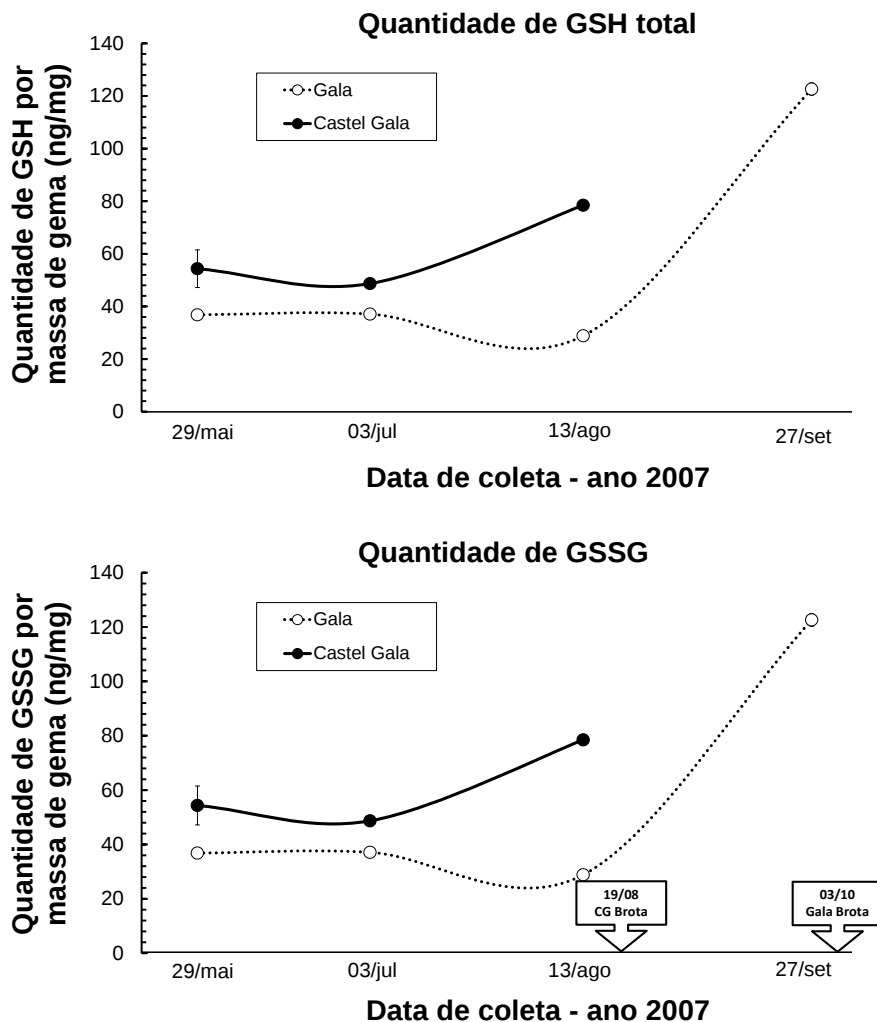


Figura 9. Evolução, durante a dormência, da quantidade de glutatona total e oxidada em relação à massa fresca de gemas de macieiras das cultivares Gala e Castel Gala (CG) amostradas em 2007. Setas indicam as respectivas datas de brotação.

No comparativo de evolução de glutatona total e oxidada (Figura 9), destaca-se que a variação total é inteiramente dependente da quantidade de glutatona oxidada (GSSG). Isto indica que o acúmulo de frio está diretamente associado ao incremento do metabolismo oxidativo nas gemas. Além disso, com esse parâmetro foi possível caracterizar o contraste fisiológico entre as cultivares em relação à exigência de frio hiberna para superar a endodormência. Portanto, as variações dos níveis de glutatona nas gemas dormentes podem auxiliar na melhor definição dos pontos de controle na regulação metabólica da endodormência.

3.3. Bibliotecas de cDNA representando genes diferencialmente expressos, influenciados pelo frio hiberna durante o estabelecimento e a finalização da endodormência.

A estratégia principal desta etapa do trabalho consistiu em gerar bibliotecas representando genes presentes ou mais expressos no início e no final do período de endodormência da cultivar Castel Gala, de menor exigência de frio, em relação à cultivar Gala. RNA Poly (A) obtido das amostras de gemas de ambas as cultivares no início e ao final do processo de dormência foi a matéria-prima inicial para a obtenção das bibliotecas supressivas subtrativas de cDNA conforme descrito por Diatchenko et al. (1996). Utilizou-se o protocolo do PCR-Select™ cDNASubtraction Kit (Clontech) e foram obtidas duas bibliotecas para cada período de amostragem, totalizando quatro bibliotecas, conforme representado na Figura 10. Dessa forma, foram geradas quatro bibliotecas que possivelmente representam os genes predominantemente expressos em Gala subtraídos dos genes expressos em Castel Gala na entrada (G1-K1) e na superação (G2-K2) da dormência, bem como os genes predominantemente expressos em Castel Gala subtraídos dos genes expressos em Gala na entrada (K1-G1) e na superação (K2-G2) da dormência. Ao todo foram obtidos 4241 transformantes. Foram, então, escolhidos aleatoriamente 384 transformantes de cada biblioteca para armazenamento a -80°C até a etapa de sequenciamento. Em virtude do ajuste orçamentário proposto pela financiadora (FINEP) a etapa do sequenciamento não foi contemplada neste projeto, porém está prevista para o projeto REDEMAÇÃ. A Figura 11 representa as diferentes etapas para obtenção das bibliotecas supressivas subtrativas.

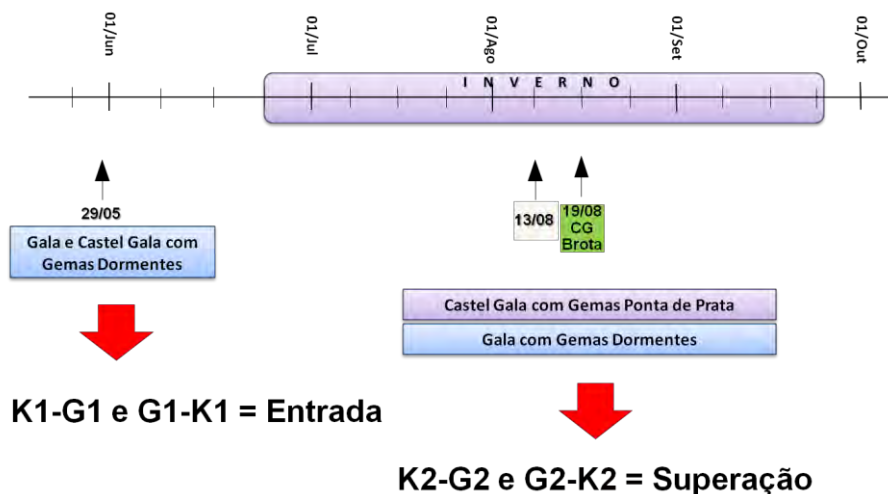


Figura 10. Representação esquemática dos momentos selecionados para construção das bibliotecas subtraídas durante o inverno de 2007. Datas de amostragem de gemas estão indicadas por setas. CG indica Castel Gala. Os quadros indicam os estádios fenológicos.

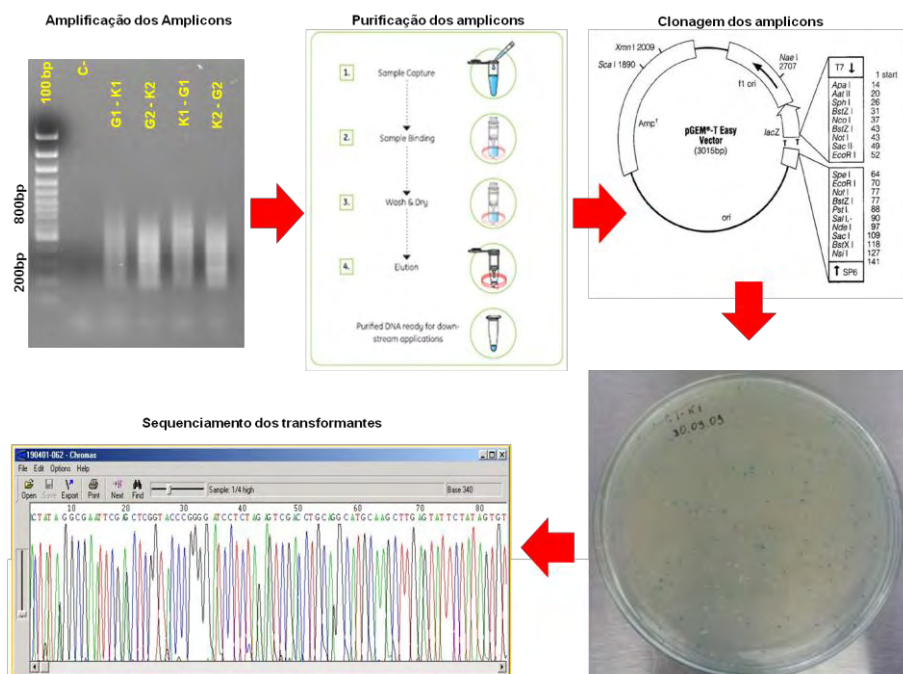


Figura 11. Representação das etapas de obtenção das bibliotecas supressivas subtraídas. C- indica o controle sem cDNA para amplificação. G1-K1, G2-K2, K1-G1 e K2-G2 representam as diferentes bibliotecas obtidas.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ O protocolo de avaliação e quantificação de glutatona foi padronizado para gemas de macieira.
- ✓ Os teores de glutatona total aumentam no final do ciclo de dormência, em conjunto com uma crescente oxidação desta molécula, atingindo o ápice de quantidade e oxidação às vésperas da etapa de superação da dormência/brotação.
- ✓ Gala e sua mutante Castel Gala diferem em quantidade e época de acúmulo de glutatona em gemas dormentes, sendo mais os teores mais baixos e mais antecipado em Castel Gala;
- ✓ Os resultados do perfil de glutatona oxidada/reduzida permitem caracterizar o estado fisiológico de dormência em que a gema se encontra.
- ✓ Quatro bibliotecas supressivas subtrativas foram obtidas durante a entrada e a superação do processo de endodormência para as cultivares Gala e Castel Gala.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALANDIER, P. *Étude dynamique de la croissance et du développement des bourgeons de quelques cultivars de pêcher cultivés à diverses altitudes sous le climat tropical de l'île de la Réunion*. 1992. 82 p. Thèse (Doctorat Physiologie Végétale) – Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand.
- BERNARDES, L. M.; GODOY, H. *A Cultura da Macieira no Paraná*. Londrina: IAPAR, 1988. p. 11-18 (IAPAR. Circular, 50)
- CRABBÉ, J.; BARNOLA, P. A. New conceptual approach to bud dormancy in woody plants. In: LANG, G. A. (Ed.). *Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology*. New York: CAB International, 1996. p. 83-113.
- DENARDI, F.; SECCON, J. J. Castel Gala: mutação de macieira 'Gala' com baixa necessidade de frio. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 18, p. 78-82, 2005.
- DIATCHENKO, L.; LAU, Y-F.C.; CAMPBELL, A. P.; CHENCHIK, A.; MOQADAM, F.; HUANG, B.; LUKYANOV, S.; LUKYANOV, K.; GURSKAYA, N.; SVERDLOV, E. D.; SIEBERT, A. P. D. Suppression subtractive hybridization: A method for generating differentially regulated or tissue-specific cDNA probes and libraries. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 93, p. 6025-6030, 1996.
- FAUST, M.; EREZ, A.; ROWLAND, L. J.; WANG, S. Y.; NORMAN, H. A. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiology basis for dormancy induction, maintenance, and release. *Hortscience*, Alexandria, v. 32, p. 623-629, 1997.
- HERTER, F. G. *Dormance des bourgeons et phénologie de quelques cultivars de pommier: effet de la température et interaction avec le génotype*. 1992. 82 p. Thèse (Doctorat Physiologie Végétale) – Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand.
- HULME, M.; SHEARD, N. *Cenários de alterações climáticas para o Brasil*. Norwich: Climatic Research Unit, 1999. 6 p.

- KRANNER, I. Determination of glutathione, glutathione disulphide and two related enzymes, glutathione reductase and glucose-6-phosphate dehydrogenase in Fungal and plant cells. In: VARMA, A. (Ed.). **Mychorrhiza manual**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1998. p. 227-241.
- KRANNER, I.; GRILL, D. Significance of thiol-disulfide exchange in resting stages of plant development. **Botanica Acta**, Stuttgart, v. 109, p. 8-14, 1996.
- LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Org.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 397 p.
- MAUREL, K.; LEITE, G. B.; BONHOMME, M.; GUILLIOT, A.; RAGEAU, R.; PÉTEL, G.; SARK, S. Trophic control of bud break in peach (*Prunus persica*) trees: a possible role of hexoses. **Tree Physiology**, Victoria, v. 24, p. 579-588, 2004.
- PACEY-MILLER, T.; SCOTT, K.; ABLETT, E.; TIGEY, S. CHING, A.; HENRY, R. Genes associated with the end of dormancy in grapes. **Functional & Integrative Genomics**, Berlin, v. 3, p. 144-152, 2003.
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. 743 p.
- PRASAD, T. A. Mechanism of chilling induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids and proteases activities. **Plant Journal**, Oxford, v. 10, p. 1017-1026, 1996.
- STAFSTROM, J. P. Regulation of growth and dormancy in pea axillary buds. In: VIÉMONT, J.-D.; CRABBÉ, J. (Ed.). **Dormancy in plants: from whole plant behaviour to cellular control**. Cambridge: University Press, 2000. p. 331-346.
- ZENG, Y.; YANG, T. RNA isolation from highly viscous samples rich in polyphenols and polysaccharides. **Plant Molecular Biology Report**, Athens, v. 20, p. 417a-417e, 2002.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

- ANZANELLO, R.; FIALHO, F. B.; SANTOS, H. P. dos; PERINI, P.; GASPERIN, C. A.; REVERS, L. F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H. Precocidade e uniformidade de brotação de gemas de macieira submetidas a diferentes regimes de temperatura durante o período de dormência. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 4., 2010, Bento Gonçalves. **Resumos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 13. Resumo.
- ANZANELLO, R.; PERINI, P.; FIALHO, F. B.; SANTOS, H. P. dos; REVERS, L. F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H. Temperatura e tempo de frio para indução e superação de dormência em gemas de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais**. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. 4 p. Resumo expandido.
- ANZANELLO, R.; SANTOS, H. P. dos; FIALHO, F. B.; REVERS, L. F.; PERINI, P.; GASPERIN, C. A.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G. A. B. Caracterização da evolução da dormência e requerimento de frio hibernar em gemas de macieira submetidas a diferentes ciclos diários de temperatura. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 23, p. 186-187, set. 2011. Suplemento. Resumos do XIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal e XIV Reunião Latino-Americana de Fisiologia Vegetal, 19 a 22 de setembro de 2011, Búzios, RJ.
- FALAVIGNA, V. S.; PERINI, P.; REVERS, L. F. Identificação de genes MADS-box associados à dormência no genoma da macieira. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 4., 2010, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 33. Resumo.

FALAVIGNA, V. S.; PERINI, P.; REVERS, L. F. Identification of dormancy-associated MADS-box genes in apple. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GENÉTICA MOLECULAR DE PLANTAS, 3., 2011, Ilhéus. **Anais...** [S.l.]: SBG, 2011. p. 68. 1 CD-ROM. Resumo.

FALAVIGNA, V. S.; PORTO, D.D.; BUFFON, V.; PASQUALI, G.; OLIVEIRA, P.R.D.; SANTOS, H. P. dos; REVERS, L. F. Hibridização supressiva substrativa aplicada à identificação de genes associados à dormência de gemas em macieira. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 4., 2010, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 32. Resumo.

GASPERIN, A. C.; ANZANELLO, R.; PERINI, P.; REVERS, L. F.; FIALHO, F. B.; SANTOS, H. P. dos. Influência das gemas laterais sobre a gema apical em ramos de macieira da cv. Castel Gala. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 4., 2010, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 41. Resumo.

PERINI, P.; BEKER, S.; ZANATTA, F.; REVERS, L. F.; SANTOS, H. P. dos. Caracterização do nível de oxidação de glutatona durante a dormência hiberna em gemas de macieira. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 41. Resumo.

PERINI, P.; PASQUALI, G.; MÁRGIS-PINHEIRO, M.; OLIVEIRA, P. R. D.; REVERS, L. F. Reference gene selection for gene expression studies in apple. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GENÉTICA MOLECULAR DE PLANTAS, 3., 2011, Ilhéus. **Anais...** [S.l.]: SBG, 2011. p. 60. 1 CD-ROM. Resumo.

PERINI, P.; PASQUALI, G.; MARGIS-PINHEIRO, M.; REVERS, L. F. Seleção de genes-referência para estudos de expressão gênica utilizando PCR quantitativa em macieiras. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 4., 2010, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 31. Resumos.

PERINI, P.; PASQUALI, G.; MARGIS-PINHEIRO, M. A. N.; REVERS, L. F. Caracterização do perfil transcricional em gemas de cultivares de macieira contrastantes para a exigência de frio durante a dormência hiberna. In: REUNIÃO ANUAL DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR DO CENTRO DE BIOTECNOLOGIA DA UFRGS, 12., 2010, Porto Alegre. **Livro de resumos.** Porto Alegre: UFRGS, 2010. p. 96. Resumo.

PORTO, D. D.; FALAVIGNA, V. S.; BUFFON, V.; PASQUALI, G.; OLIVEIRA, P. R. D.; SANTOS, H. P. dos; REVERS, L. F. Differential gene expression of two apple cultivars with contrasting chilling requirement. In: INTERNATIONAL ROSACEAE GENOMICS CONFERENCE, 5., 2010, Stellenbosch. **Programme & abstract book.** [S.l.: s.n., 2010]. Não paginado. Resumo P34.

PORTO, D. D.; FALAVIGNA, V. S.; BUFFON, V.; PASQUALI, G.; OLIVEIRA, P. R. D.; SANTOS, H. P. dos; REVERS, L. F. Differential gene expression of two apple cultivars with contrasting chilling requirement. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GENÉTICA MOLECULAR DE PLANTAS, 3., 2011, Ilhéus. **Anais...** [S.l.]: SBG, 2011. p. 63. Resumo.

Qualidade de maçãs baseada nas condições nutricionais e meteorológicas



Lucimara Rogéria Antonioli¹

Gilmar Ribeiro Nachtigall²

Flavio Bello Fialho³

Henrique Pessoa dos Santos⁴

Gilberto Nava⁵

Antonio Roque Dechen⁶

1. INTRODUÇÃO

A qualidade global e o potencial de armazenamento de maçãs são influenciados pelas condições de manejo do pomar e pelo estágio de maturação em que os frutos são colhidos, assim como pela presença de patógenos e de seu contato com os frutos. Maçãs colhidas precocemente apresentam boa conservação, mas normalmente são pequenas, com pouca coloração, sabor e aroma, sendo mais susceptíveis à escaldadura superficial durante o armazenamento. Já, os frutos colhidos tardiamente podem apresentar maior perda de firmeza de polpa, acidez e açúcares durante o armazenamento, sendo mais susceptíveis à degenerescência interna (KNEE; SMITH, 1989; BLANPIED; SILSBY, 1992). Os atributos de qualidade mais utilizados para determinação do estágio de maturação para colheita são: firmeza de polpa, índice de degradação do amido (índice de maturação), teor de sólidos solúveis, acidez titulável e cor de fundo da epiderme, muitos destes sendo utilizados, inclusive, durante o período de armazenamento para monitoramento da qualidade dos frutos.

Durante o armazenamento ou após a retirada das câmaras refrigeradas, os frutos podem apresentar uma série de distúrbios fisiológicos, responsáveis pela perda de qualidade. A lenticelose tem sido verificada em frutos das cultivares Gala e

¹ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: lucimara@cnpuv.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: bello@cnpuv.embrapa.br

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: henrique@cnpuv.embrapa.br

⁵ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: nava@epagri.sc.gov.br

⁶ Eng. Agrônomo, Professor do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas/ ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: ardechen@esalq.usp.br

Fuji e seus clones na última década. Sua causa é desconhecida, entretanto, sabe-se que sua ocorrência é mais freqüente em épocas secas e quentes, em áreas com excessiva adubação nitrogenada e em frutos de maior calibre e maior área de cor de superfície. A técnica de tingimento de lenticelas (CURRY; KUPFERMAN, 2004) associada aos índices de maturação (cor de fundo, amido e firmeza) pode indicar uma possível predisposição à ocorrência de lenticelose. As podridões constituem a maior causa de perdas após períodos relativamente longos de armazenamento, estando estimadas na ordem de 35%. Até o presente momento não se tem conhecimento da utilização de sistemas de previsão da qualidade baseados em parâmetros nutricionais e/ou meteorológicos, o que implica, na maioria das vezes, no completo desconhecimento da qualidade dos frutos quando da abertura das câmaras após armazenamento sob refrigeração normal ou refrigeração combinada com atmosfera controlada.

Quanto ao aspecto nutricional, sabe-se que alguns atributos físicos e químicos de qualidade de maçãs, como a firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis e coloração da epiderme estão bastante relacionados ao estado nutricional do pomar. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) e o potássio (K) são os encontrados em maior concentração nas maçãs e, por esse motivo, geralmente são os que mais influenciam os atributos físicos e químicos. O excesso de N na planta induz demasiado crescimento vegetativo, promovendo, com isso, o sombreamento dos frutos e reduzindo conseqüentemente, a coloração vermelha dos mesmos. A firmeza também tende a correlacionar-se negativamente com o teor de N na polpa de maçãs. Normalmente, a deficiência de potássio inibe a biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C, resultando em baixos teores de sólidos solúveis nos frutos. Com relação à coloração e acidez, o potássio tem comportamento inverso ao nitrogênio, correlacionando-se positivamente com a coloração e acidez dos frutos.

O baixo conteúdo de Ca nos frutos é o principal fator predisponente à ocorrência de “bitter pit” (FERGUSON; WATKINS, 1989; MEHERIUK et al., 1994; AMARANTE et al., 2005). O “bitter pit” é um distúrbio fisiológico verificado em todas as áreas de produção de maçãs do mundo. No Brasil, esse distúrbio ocorre principalmente em maçãs ‘Gala’, ‘Fuji’, ‘Catarina’ e ‘Golden Delicious’ (ARGENTA; SUZUKI, 1994; NACHTIGALL; FREIRE, 1998; AMARANTE et al., 2006). O sintoma primário é uma discreta mancha na polpa, de coloração escura, que se torna desidratada com o tempo, criando assim pequenas depressões na epiderme do fruto (FERGUSON; WATKINS, 1989). Apesar de aparecer normalmente durante a fase de frigoconservação, as causas e fatores predisponentes ao “bitter pit” estão presentes no pomar. Em casos extremos, os sintomas podem aparecer antes mesmo da colheita (FAUST; SHEAR, 1968; FERGUSON; WATKINS, 1989). Cultivares com baixa suscetibilidade sob condições de crescimento normais podem apresentar alta incidência de “bitter pit” sob circunstâncias agravantes, tais como pequena carga de fruto, verões secos, podas muito severas, adubação nitrogenada excessiva ou colheita antecipada (FERGUSON; WATKINS, 1989). Pode haver incidência em até 30% dos frutos provenientes de pomares mais propícios ao distúrbio, depois de alguns meses de frigoconservação (BASSO, 2002).

O adequado suprimento de Ca em maçãs retarda a maturação (POOVAIAH et al., 1988; SIDDIQUI; BANGERTH, 1995) e reduz a incidência de doenças (SHARPLES; JOHNSON, 1977) e de diversos distúrbios fisiológicos pós-colheita, especialmente o “bitter pit” (MEHERIUK et al., 1994). Além da deficiência de Ca, o desenvolvimento de “bitter pit” está relacionado com elevados conteúdos de outros nutrientes nos frutos, principalmente Mg, K e N (FERGUSON; WATKINS, 1989; ARGENTA; SUZUKI, 1994; NACHTIGALL; FREIRE, 1998; AMARANTE et al., 2006). Relações K/Ca, (K+Mg)/Ca e N/Ca altas resultam em frutos com maior susceptibilidade ao “bitter pit” (FAUST; SHEAR, 1968; FERGUSON; WATKINS, 1989; ARGENTA; SUZUKI, 1994; NACHTIGALL; FREIRE, 1998; BASSO, 2002; AMARANTE et al., 2006).

Entre os micronutrientes, o boro (B) merece destaque na nutrição da macieira, uma vez que tem sido freqüente a ocorrência de deficiência desse nutriente. Os sintomas de deficiência de B refletem no crescimento da planta e na qualidade dos frutos, os quais, em condições severas de deficiência, podem apresentar rachaduras. Os principais fatores que afetam a disponibilidade são a textura, teor de matéria orgânica, pH e umidade do solo. Com a elevação do pH do solo há diminuição na disponibilidade de B, em decorrência da maior adsorção química, notavelmente quando os valores são maiores que 6,3. Esse valor é atingido com freqüência em pomares de maçã. Alguns distúrbios fisiológicos provocados pela deficiência de cálcio podem ser intensificados ainda mais pela falta de B. Isto acontece devido ao efeito sinérgico existente entre os dois elementos na realização de funções, tais como: integridade da membrana celular, estrutura da parede celular, absorção e translocação do Ca para a parte aérea. O B, por atuar sobre o desenvolvimento do tubo polínico e germinação do grão de pólen pode melhorar a frutificação efetiva.

Nesse contexto, esta atividade teve como objetivo a disponibilização de um modelo matemático de previsão da qualidade de maçãs, a avaliação da eficiência do B aplicado via foliar em diferentes estágios vegetativos da macieira e sua associação com a aplicação desse nutriente via solo e a definição das causas de ocorrência de “bitter pit” em maçãs, no âmbito nutricional e de fluxo de seiva.

2. METODOLOGIA

2.1. Experimento 1: Diagnóstico da qualidade de maçãs armazenadas e sua possível correlação com as condições meteorológicas

Para o desenvolvimento do trabalho foi previsto a seleção de três a cinco empresas produtoras de maçãs em cada uma das regiões (Vacaria (RS), Fraiburgo (SC) e São Joaquim (SC)), sendo considerada, na escolha das empresas, a existência de estações meteorológicas próximas à área de produção e de *packing house* próprio com sistema de rastreabilidade implantado. Para isso, estava previsto a realização de levantamentos de dados meteorológicos e da qualidade de maçãs

armazenadas (firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis, murchamento, podridões e “bitter pit”) nos últimos cinco anos.

Foram coletadas informações a partir do banco de dados meteorológicos e de qualidade de maçãs armazenadas referentes às safras de 2004/05, 2005/06 e 2006/07 em três das seis empresas parceiras, sendo que em uma delas foi possível a coleta somente do histórico de qualidade dos frutos e nas duas restantes somente os dados meteorológicos.

2.2. Experimento 2: Monitoramento da qualidade de frutos de macieira em função do estado nutricional

Para a organização e ampliação da base de dados da maçã no RS e SC, foram utilizados resultados já obtidos junto ao setor produtivo (ação desenvolvida pela EPAGRI em parceria com a ABPM), bem como aqueles obtidos em pomares de produtores que demonstram interesse em participar da pesquisa (informações das produtividades correlacionadas com os resultados das análises químicas de folhas), cujas coletas foram realizadas por cultivar e região, nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, (ação coordenada pela Equipe de Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo da Embrapa Uva e Vinho, da EPAGRI/Caçador e EPAGRI/São Joaquim).

As amostras de folhas, coletadas no mês de novembro de cada safra, foram constituídas de aproximadamente 100 folhas por parcela, coletadas no terço médio dos ramos de ano. As amostras de fruto foram constituídas de dez frutos por parcela, coletados nos diferentes lados das plantas, por ocasião da colheita. Foram determinadas às concentrações de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) no tecido foliar e nos frutos (base seca), conforme metodologia descrita por Freire (1998).

Os resultados analíticos da análise foliar foram utilizados para a obtenção da regionalização das Normas DRIS, onde a partir do banco de dados existente, acrescido das informações obtidas, foram obtidas as Normas DRIS por região dos estados do RS e SC, selecionando-se as amostras que constituíram a população de referência das principais regiões produtoras, com base na produtividade elevada. As normas DRIS regionalizadas foram geradas, segundo metodologia descrita por Beaufils (1973).

2.3. Experimento 3: Avaliação de parâmetros de qualidade de maçãs na colheita e pós armazenamento refrigerado em empresas de Vacaria, Fraiburgo e São Joaquim

Safra 2006/07

As atividades realizadas na safra 2006/07 foram prévias à aprovação e início do projeto INOVAMAÇÃ e tiveram como objetivo a realização de um teste piloto de avaliação dos atributos de qualidade na colheita de frutos provenientes de cada uma das quadras de uma área comercial, localizada no município de Vacaria (Empresa 1 = E1). A colheita foi realizada no estádio de maturação comercial, sendo que cada

amostra, composta por 30 frutos, foi avaliada quanto ao calibre dos mesmos, tingimento de lenticelas, cor de cobrimento da epiderme, firmeza de polpa, índice de maturação, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH.

Safra 2007/08

A atividade teve início na primeira quinzena de fevereiro de 2008 com a colheita da 'Gala' e clones e foi finalizada em dezembro de 2008, quando foram avaliados os frutos da cultivar Fuji e clones armazenados durante 8 meses. Foram selecionadas, pelos técnicos de cada uma das seis empresas parceiras (Empresa 1 (E1), Empresa 2 (E2), Empresa 3 (E3) em Vacaria, RS; Empresa 4 (E4), Empresa 5 (E5) em Fraiburgo, SC e Empresa 6 (E6) em São Joaquim, SC) entre 30 e 40 quadras que constituíram as áreas de estudo. Destas quadras foram obtidas informações quanto à cultivar predominante, porta-enxerto e ano de implantação do pomar. A colheita foi realizada no estágio de maturação comercial, idêntico ao utilizado pelas empresas. Foram colhidas 9 amostras de 30 frutos de cada uma das quadras de 'Gala' e clones, das quais uma foi avaliada na colheita (avaliação inicial) e as demais foram armazenadas nas câmaras comerciais, sendo avaliadas mensalmente durante 8 meses. Já para a cultivar Fuji e clones foram colhidas 5 amostras, sendo uma avaliada na colheita e as demais em intervalos de 2 meses.

A condição de armazenamento dos frutos (temperatura (°C), umidade relativa (UR%), atmosfera controlada (%O₂ e %CO₂), uso de 1-metilciclopropeno (1MCP) foi a utilizada por cada uma das empresas. De cada amostra de 30 frutos foi avaliado o calibre e a incidência de podridões e/ou distúrbios fisiológicos. Deste total foram obtidos 2 lotes de 15 frutos, sendo um deles destinado ao teste de tingimento de lenticelas e o outro às determinações de qualidade: cor de epiderme (cobrimento e fundo), cor de polpa, firmeza de polpa, índice de maturação, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH. Na avaliação da colheita foram retiradas amostras de polpa destinadas à determinação da composição química (macronutrientes). Os dados foram sistematicamente tabulados, de forma a estarem disponíveis para inserção no modelo preliminar de previsão da qualidade dos frutos.

Safra 2008/09

A atividade seguiu a mesma sistemática de colheita e armazenamento, no entanto, as áreas de trabalho foram reduzidas a, aproximadamente, 20 quadras por empresa, de onde foram colhidas cinco amostras constituídas por 30 frutos, sendo uma avaliada na colheita e as demais em intervalos de 2 meses. A colheita da 'Gala' e clones teve início em 09 de fevereiro e a da cv. Fuji e clones em 19 de março de 2009. A última coleta de frutos armazenados ocorreu em 04 de dezembro de 2009.

2.4. Experimento 4: Previsão da Qualidade de maçãs

Para o desenvolvimento do trabalho foi prevista a seleção de empresas produtoras de maçãs em cada uma das regiões (Vacaria (RS), Fraiburgo (SC) e São Joaquim (SC)), sendo considerada, na escolha das empresas, a existência de estações meteorológicas próximas à área de produção e de *packing house* próprio com sistema de rastreabilidade implantado. O modelo matemático envolvendo dados

de qualidade e condições meteorológicas, previa a inserção ou subtração de fatores correlacionados com a qualidade dos frutos. Ao término, tinha-se como objetivo a obtenção de um modelo matemático de previsão de qualidade baseado nas condições meteorológicas, nutricionais e qualidade de frutos na colheita.

2.5. Experimento 5: Utilização de boro nas variedades Imperial Gala e Fuji Suprema

O experimento foi conduzido no município de São Joaquim, SC em um pomar comercial com as cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala, estabelecido em 1999, no espaçamento de 5m entre filas e 1,5m entre plantas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso e com tratamentos arranjos em parcelas sub-divididas. A parcela principal abrigou as épocas de aplicação foliar de B: Sem aplicação, na fase de botão rosado (0,3 % ácido bórico) e em pós-colheita (0,6 % ácido bórico). Na sub-parcela foram distribuídas as doses de B via solo: 0, 2,5 e 5,0 kg ha⁻¹, as quais foram aplicadas na faixa de projeção da copa a cada 2 anos, iniciando em 2002. As avaliações foram realizadas em 2007, 2008 e 2009.

2.6. Experimento 6: Identificação das causas de ocorrência de “bitter pit”

Para a execução deste experimento estava previsto iniciar um mapeamento de características dos pomares (porta-enxerto, cultivar, idade de pomar, condições meteorológicas e condições nutricionais) que favoreceram a ocorrência de “bitter pit” nos últimos anos nas três regiões produtoras de maçãs (Vacaria, Fraiburgo e São Joaquim). Para tanto, seriam utilizados os dados obtidos a partir do experimento “Diagnóstico da qualidade de maçãs armazenadas e sua possível correlação com as condições meteorológicas”. Também estava previsto realizar acompanhamento do fluxo de seiva ao longo do período de desenvolvimento e maturação dos frutos, utilizando sensores de balanço de energia do TDP acoplado a data-logger.

Este experimento teve como objetivos principais (i) caracterizar o fluxo de seiva e concentração de minerais nos frutos ao longo do desenvolvimento e (ii) relacionar os dados fisiológicos/bioquímicos com as variações meteorológicas e com a incidência de “bitter pit” na pós-colheita. Para atingir esses objetivos, estabeleceram-se como estratégias a determinação do fluxo de seiva e o acompanhamento temporal do acúmulo de minerais em maçãs, ao longo da safra, em conjunto com o monitoramento das condições meteorológicas ao longo das safras e a avaliação da qualidade dos frutos em pós-colheita quanto à ocorrência de “bitter pit”.

2.7. Experimento 7: Previsão da qualidade de maçãs em função do estado nutricional

As atividades foram constituídas de coletas de frutos de macieira, realizadas no período de colheita, por cultivar e região e de características de qualidade dos frutos, nas safras 2007/08 e 2008/09, em pomares de produtores que demonstram interesse em participar da pesquisa e em experimentos de adubação com N e K já implantados; análises químicas de frutos e análises características de qualidade dos

frutos; monitoramento da eficiência de modelos através de variáveis de produção e qualidade.

Foram determinadas as concentrações de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) no tecido foliar e nos frutos (base seca), conforme metodologia descrita por Freire (1998). Para as análises qualitativas das frutas, por ocasião da colheita, foram obtidas amostras de frutos de cada pomar, onde se determinou o teor de sólidos solúveis (SS), a firmeza de polpa, a acidez titulável (AT) e a coloração da epiderme. O teor de SS ($^{\circ}\text{Brix}$) foi determinado através de refratômetro digital. A firmeza da polpa (N) foi medida com penetrômetro digital, com ponteira de 11 mm, efetuando-se duas leituras em lados opostos na região equatorial dos frutos, após remoção de uma pequena porção da epiderme. A acidez titulável (% ácido málico) foi determinada por meio da diluição de 10 mL da amostra em 90 mL de água destilada, e posterior titulação com solução de NaOH 0,1 N, até pH 8,10. A coloração da epiderme foi determinada por meio de colorímetro, utilizando o sistema $L^*a^*b^*$, onde L^* representa a luminosidade e o índice a^* é coordenada de croma, variando de $-a^*$ (verde) a $+a^*$ (vermelho) com variação entre -60 a $+60$. As medidas foram feitas na face mais colorida do fruto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1: Diagnóstico da qualidade de maçãs armazenadas e sua possível correlação com as condições meteorológicas

Foram coletadas informações a partir do banco de dados meteorológicos e de qualidade de maçãs armazenadas referentes às safras de 2004/05, 2005/06 e 2006/07 em três das seis empresas parceiras, sendo que em uma delas foi possível a coleta somente do histórico de qualidade dos frutos e nas duas restantes somente os dados meteorológicos. Considerando as dificuldades enfrentadas no acesso às informações necessárias e constantes nos bancos de dados das empresas, optou-se por trabalhar com dados coletados durante a execução do projeto nas safras agrícolas 2007/08 e 2008/09. Estas informações necessárias para elaboração do modelo matemático foram coletadas nos experimentos 2 e 3. Contudo, o modelo preliminar de previsão da qualidade de maçãs não foi executado pelo pesquisador responsável pela atividade.

3.2. Experimento 2: Monitoramento da qualidade de frutos de macieira em função do estado nutricional

Nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10 foram coletadas amostras de folha em pomares comerciais das regiões de Vacaria – RS, Fraiburgo – SC e São Joaquim – SC, totalizando 232, 275 e 184 amostras por safra, respectivamente, as quais foram preparadas e analisadas quimicamente para quantificação das concentrações de macro e micronutrientes.

As distribuições de frequência das concentrações de macro e micronutrientes em folhas de macieira de pomares do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, considerando os resultados das coletas em novembro das safras 2007/08 a 2009/10, são apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3 e os resultados da análise estatística descritiva na Tabela 1. Mesmo considerando que os pomares selecionados são representativos de áreas de alta produtividade e qualidade, apresentando bom nível tecnológico de manejo do pomar, observou-se alta variabilidade nas concentrações de Fe, Mn e Zn (valores de variância da amostra e coeficiente de variação), isto pode ser atribuído à contaminação da amostra por produtos fitossanitários, utilizados para o controle de doenças e pragas, ou adubação foliar com micronutrientes.

Para os demais nutrientes estudados, a variabilidade observada pode ser considerada adequada, apresentando valores de desvio padrão, variância da amostra e coeficiente de variação adequados. Os micronutrientes apresentaram um coeficiente de variação maior em relação aos macronutrientes, principalmente para Fe, Mn e Zn. Com exceção dos nutrientes P, Mg, Cu, Fe e Zn, os demais nutrientes apresentaram distribuição próxima a normalidade, segundo o critério de Shapiro-Wilk.

Tabela 1. Estatística descritiva das concentrações de macronutrientes das amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, nas safras 2007/08 (232 amostras), 2008/09 (275 amostras) e 2009/10 (184 amostras)

Descritor	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	g/kg					mg/kg					
Safra 2007/08											
Média	26,7	1,95	15,5	10,0	3,4	2,2	7,1	92,2	108,1	249,4	38,9
Desvio Padrão	2,6	0,36	3,2	2,1	0,6	0,3	1,4	71,0	60,8	150,7	16,6
Maior	34,0	3,50	25,0	18,0	5,2	3,3	19,0	387,0	630,0	628,0	191,0
Menor	20,0	1,40	6,0	6,0	2,0	1,5	5,0	13,0	45,0	20,0	21,0
Safra 2008/09											
Média	24,1	2,28	14,2	9,9	3,4	1,9	8,8	180,1	111,4	95,6	42,7
Desvio Padrão	3,8	0,40	2,8	2,6	0,8	0,3	3,1	106,9	101,7	55,4	12,0
Maior	36,0	3,70	22,0	19,0	5,7	2,8	51,0	548,0	840,0	326,0	77,0
Menor	11,0	1,50	6,0	5,0	2,0	1,1	4,0	16,0	34,0	15,0	24,0
Safra 2009/10											
Média	26,8	2,23	16,7	9,4	3,5	1,9	7,7	94,2	99,5	250,7	46,4
Desvio Padrão	3,1	0,32	2,5	1,6	0,6	0,3	1,2	59,6	51,8	171,3	8,9
Maior	34,0	3,70	23,0	12,0	4,9	2,7	12,0	317,0	401,0	726,0	67,0
Menor	20,0	1,50	10,0	5,0	2,2	1,3	5,0	17,0	45,0	33,0	26,0

Confrontando os resultados obtidos com o critério de faixa de suficiência (BASSO et al., 1986), com exceção das concentrações de N, Mn e Zn, as concentrações dos demais nutrientes situaram-se dentro da faixa considerada normal, com pequeno número de amostras situadas nas faixas abaixo do normal e acima do normal. Considerando as concentrações médias de nutrientes, pode-se observar que as concentrações estão dentro da faixa considerada normal para a

cultura, segundo o critério de faixas de suficiência, com exceção das concentrações de N, Mn e Zn, cujos valores situaram-se na faixa considerada acima do normal. Os resultados evidenciam, nas três safras avaliadas, elevado número de amostras com concentrações de nitrogênio acima da concentração considerada normal, bem como elevado número de amostras com concentrações de cálcio abaixo da concentração considerada normal.

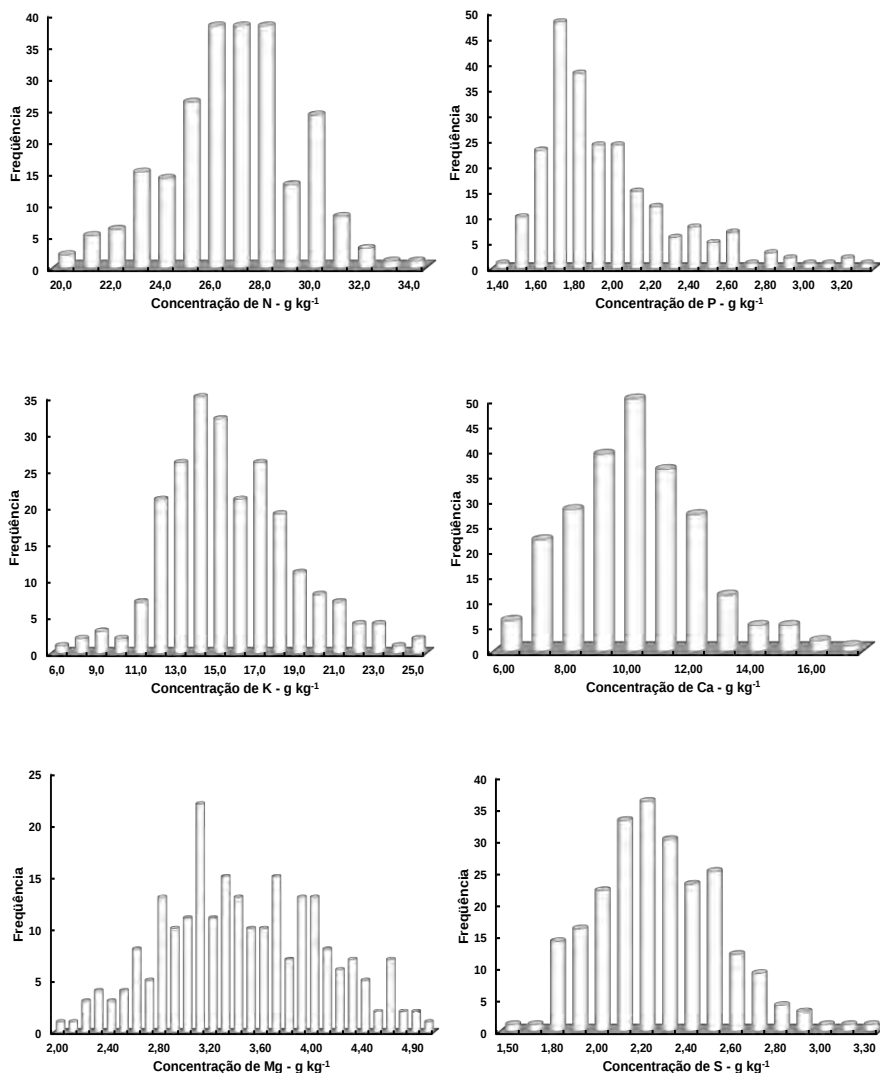


Figura 1. Distribuição de frequência das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas 232 amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2007/08.

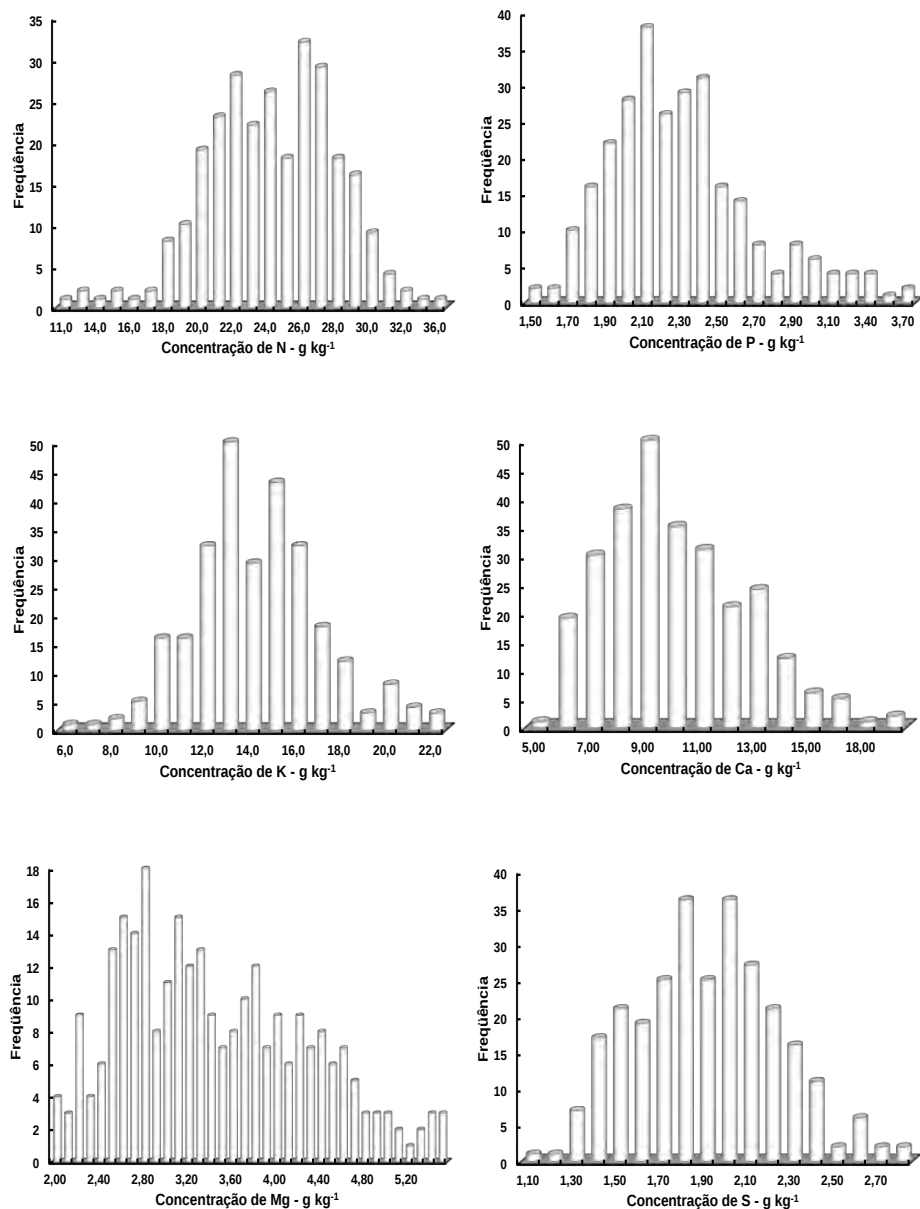


Figura 2. Distribuição de frequência das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas 232 amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2008/09.

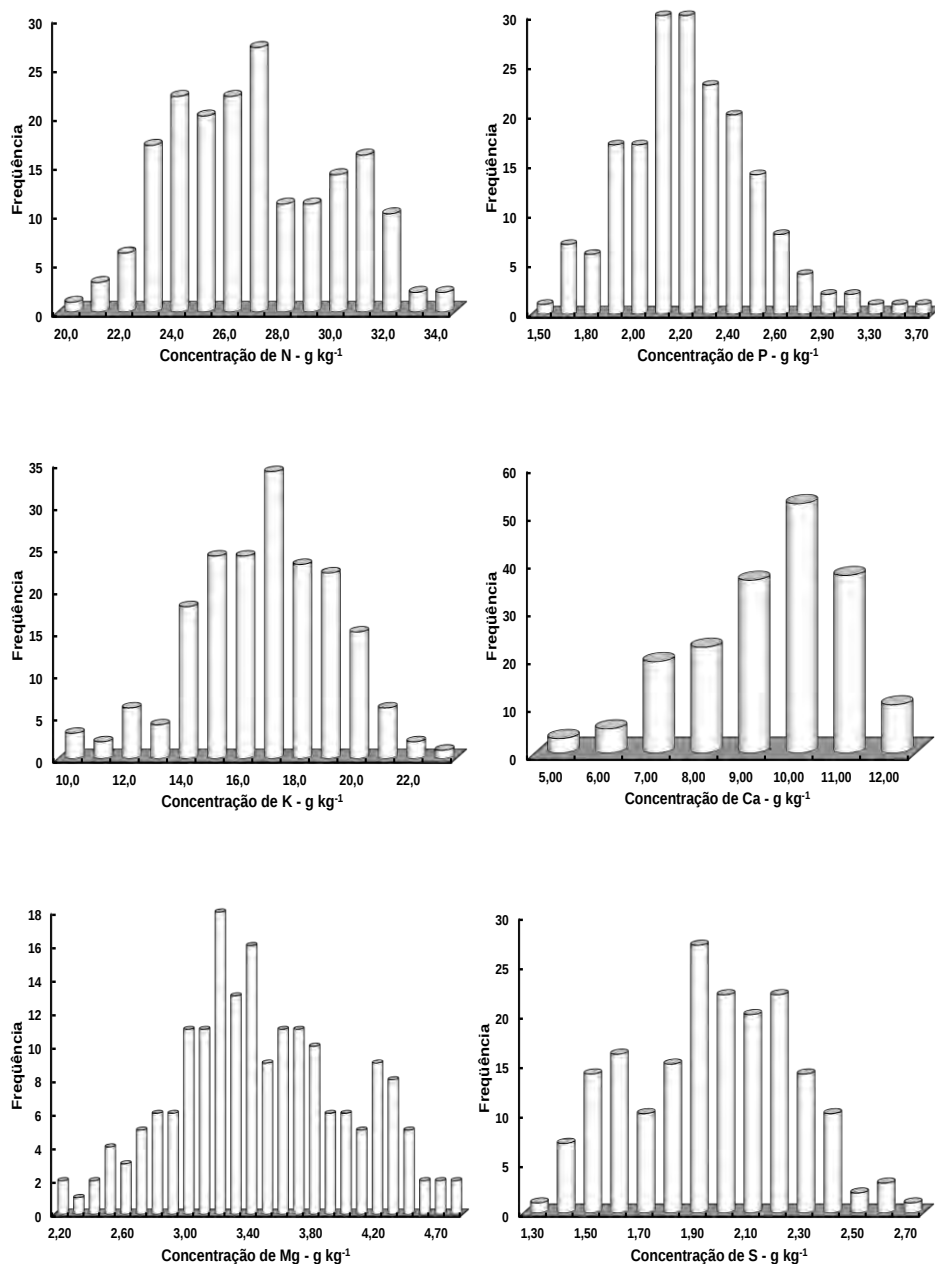


Figura 3. Distribuição de frequência das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas 232 amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2009/10.

Para o estabelecimento das Normas DRIS para a cultura da macieira no sul do Brasil (Tabela 2) foi obtido a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores das relações das concentrações dos nutrientes, dois a dois, das amostras de folhas coletadas em novembro, das safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, das populações de alta e baixa produtividade. Para as duas populações foram excluídos os resultados referentes às concentrações de ferro, manganês e zinco, cujos valores extrapolaram a concentração considerada acima do normal para a cultura (BASSO et al., 1986).

Verificou-se elevado coeficiente de correlação entre a produção de frutos (t/ha) e o Índice de Balanço Nutricional (IBN) das plantas (Figura 4). Estes resultados indicam que para a coleta em novembro podem ser utilizadas as normas DRIS geral e a específica para novembro, enquanto que para a coleta em fevereiro deve ser utilizada a norma geral. Contudo, deve-se considerar que a percentagem de concordância no diagnóstico nutricional entre o método DRIS e o critério de faixas de suficiência pode ser aumentada se os níveis nutricionais estabelecidos pelo critério de faixas de suficiência foram estabelecidos para amostragem no período de novembro.

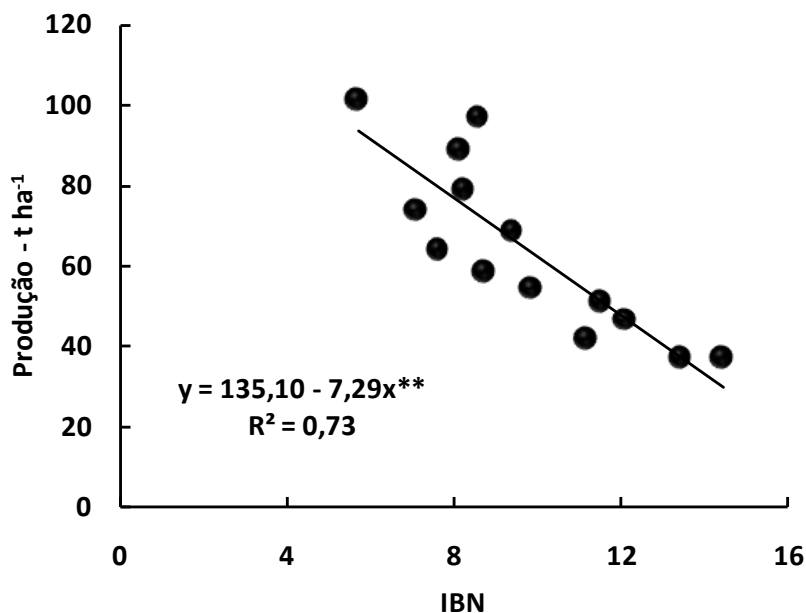


Figura 4. Relação entre a produção de frutos (t/ha) e o Índice de Balanço Nutricional (IBN) das plantas considerando as amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10.

Tabela 2. Norma DRIS para a cultura da macieira no sul do Brasil, considerando a coleta de folhas em novembro.

NORMA DRIS					Macieira				
N°	Relação	Média	CV	s	N°	Relação	Média	CV	s
1	P/N	0,0701	17,5808	0,0123	29	S/Ca	0,146	25,424	0,037
2	K/N	0,6712	28,0367	0,1882	30	B/Ca	3,254	27,898	0,908
3	N/Ca	2,0602	18,9464	0,3903	31	Cu/Ca	0,731	38,891	0,284
4	N/Mg	7,6140	28,7364	2,1880	32	Fe/Ca	10,710	37,413	4,007
5	S/N	0,0712	20,3480	0,0145	33	Ca/Mn	0,128	67,092	0,086
6	B/N	1,5763	19,3201	0,3045	34	Zn/Ca	3,388	82,236	2,786
7	Cu/N	0,3564	36,0023	0,1283	35	S/Mg	0,544	38,248	0,208
8	Fe/N	5,2374	34,4388	1,8037	36	B/Mg	11,905	32,160	3,829
9	N/Mn	0,2520	65,6791	0,1655	37	Cu/Mg	2,726	44,088	1,202
10	N/Zn	1,1467	81,3368	0,9327	38	Fe/Mg	39,177	44,225	17,326
11	K/P	10,0137	39,4697	3,9524	39	Mg/Mn	0,034	51,122	0,017
12	P/Ca	0,1419	17,0650	0,0242	40	Zn/Mg	11,465	82,881	9,503
13	P/Mg	0,5259	27,1166	0,1426	41	S/B	0,047	25,982	0,012
14	S/P	1,0429	25,5437	0,2664	42	S/Cu	0,214	29,787	0,064
15	B/P	23,3820	30,0526	7,0269	43	S/Fe	0,015	44,633	0,007
16	P/Cu	0,2156	33,8642	0,0730	44	S/Mn	0,019	86,644	0,016
17	Fe/P	75,7206	35,4866	26,8707	45	S/Zn	0,082	86,398	0,071
18	P/Mn	0,0175	60,7739	0,0106	46	B/Cu	4,880	38,060	1,857
19	Zn/P	23,1152	81,9890	18,9519	47	B/Fe	0,356	49,664	0,177
20	K/Ca	1,4011	37,9963	0,5324	48	B/Mn	0,383	64,774	0,248
21	K/Mg	5,2042	44,0016	2,2899	49	B/Zn	1,720	73,701	1,268
22	S/K	0,1134	33,5334	0,0380	50	Fe/Cu	15,974	38,762	6,192
23	K/B	0,4289	23,9855	0,1029	51	Mn/Cu	15,424	52,649	8,121
24	K/Cu	2,0635	42,5745	0,8785	52	Cu/Zn	0,405	92,135	0,373
25	K/Fe	0,1554	61,9735	0,0963	53	Fe/Mn	1,159	82,583	0,957
26	K/Mn	0,1623	76,5315	0,1242	54	Fe/Zn	6,237	91,595	5,713
27	K/Zn	0,6583	69,7714	0,4593	55	Zn/Mn	0,165	51,332	0,085
28	Ca/Mg	3,7470	27,1548	1,0175					

CV = Coeficiente de Variação (%);

s = Desvio Padrão

Os resultados obtidos para a concentração de macro e micronutrientes em folhas nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, para as regiões de Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC são apresentados na Figura 5.

Em termos gerais, as concentrações de nitrogênio e de cálcio foram maiores, enquanto que as de potássio foram menores na região de São Joaquim/SC, quando comparadas às concentrações das demais regiões. Para micronutrientes, destaca-se o fato das amostras das regiões de Vacaria/RS e Fraiburgo/SC apresentarem teores de ferro e manganês bem superiores aos da região de São Joaquim/SC, o que pode estar relacionado ao tipo de solo onde estão situados os pomares de macieira nestas regiões, uma vez que em Vacaria/RS e Fraiburgo/SC predominam solos classificados como latossolos, enquanto que em São Joaquim predominam solos classificados como neossolos.

A concentração de macro e micronutrientes em frutos na safra 2008/09, para as regiões de Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC são apresentados na Figura 6 e 7. Destacam-se as baixas concentrações de cálcio nos frutos, independente da região de cultivo, bem como as maiores concentrações de nitrogênio e potássio nos frutos das regiões de Vacaria/RS e de Fraiburgo/SC, comparadas às concentrações verificadas na região de São Joaquim/SC.

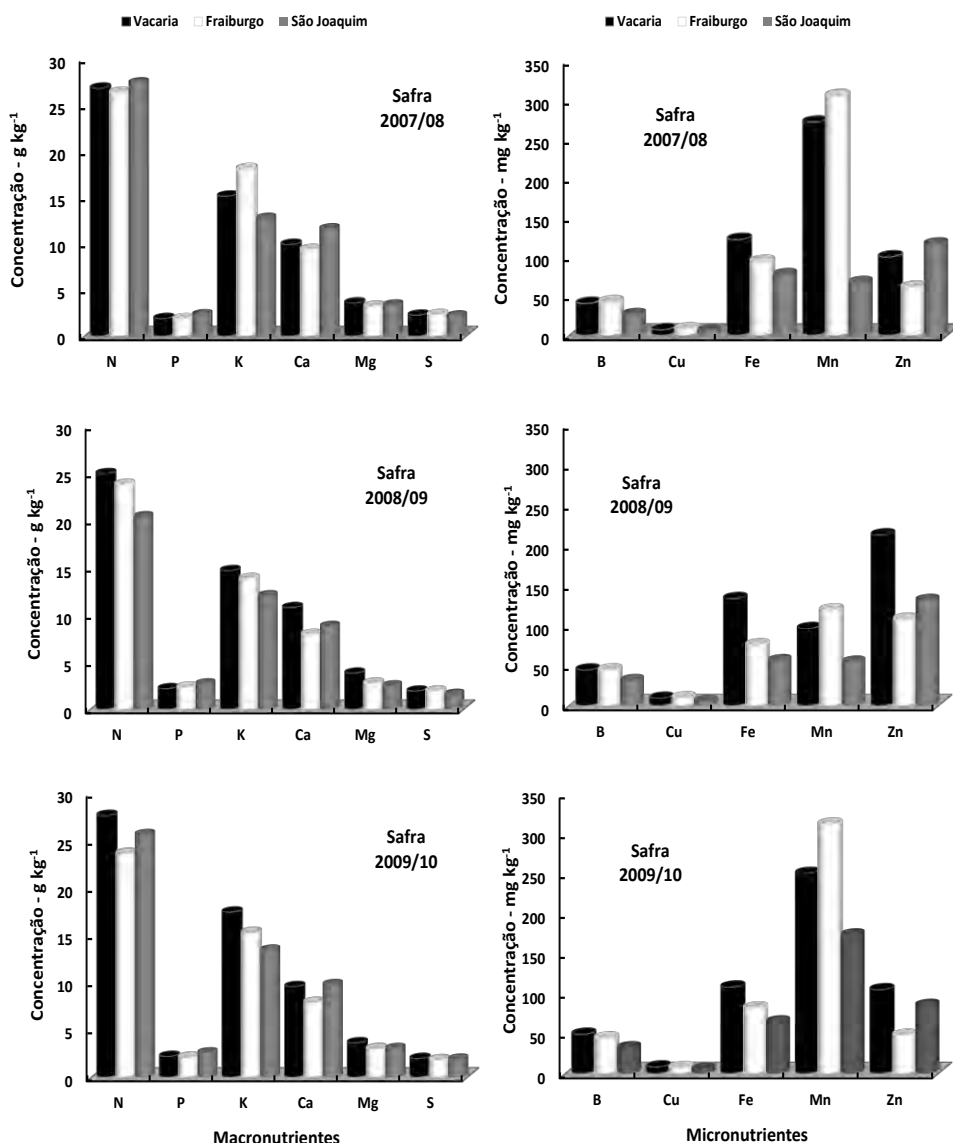


Figura 5. Concentração média de macro e micronutrientes das amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, nas safras 2007/08 (232 amostras), 2008/09 (275 amostras) e 2009/10 (184 amostras).

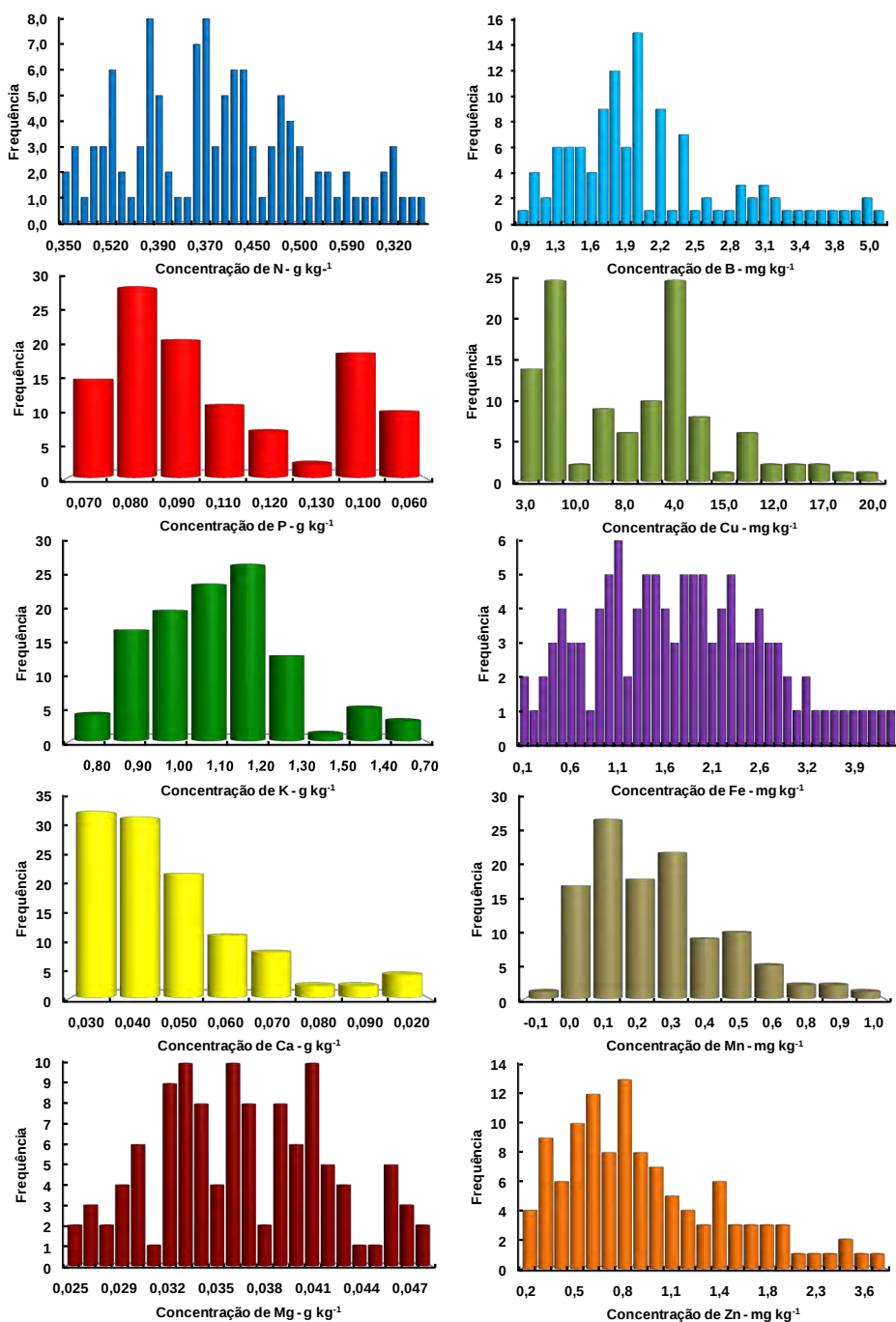


Figura 6. Distribuição de frequência das concentrações de macro e micronutrientes nas amostras de frutos de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2008/09.

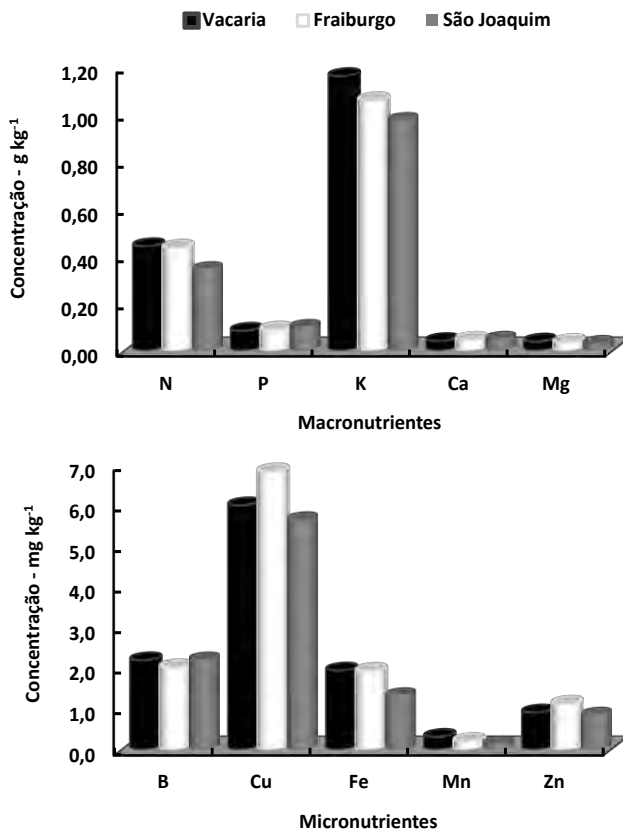


Figura 7. Concentração média de macro e micronutrientes das amostras de frutos de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2008/09.

3.3. Experimento 3: Avaliação de parâmetros de qualidade de maçãs na colheita e pós armazenamento refrigerado em empresas de Vacaria, Fraiburgo e São Joaquim

As Figuras 8, 9 e 10 tratam de informações de qualidade de frutos recém-colhidos nas safras 2006/07 (teste piloto), 2007/08 e 2008/09, sendo considerada somente a empresa 1 (E1), localizada no município de Vacaria, RS. Quanto à firmeza de polpa, pode-se observar uma grande variação entre as quadras colhidas numa mesma safra e no decorrer das safras consecutivas. Verificou-se que os valores de firmeza variaram entre 65,4 e 74,9 N; 67,2 e 75,3 N e entre 65,6 e 81,9 N para as safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09, respectivamente, evidenciando que, apesar da variação, os limites mínimos e máximos foram muito semelhantes no decorrer das três safras estudadas. De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação da Maçã, os valores de resistências mínima e máxima para maçãs 'Gala' e clones são de 9 e 19 lbs/pol^2 , respectivamente, equivalentes a 40,05 e 84,55 N.

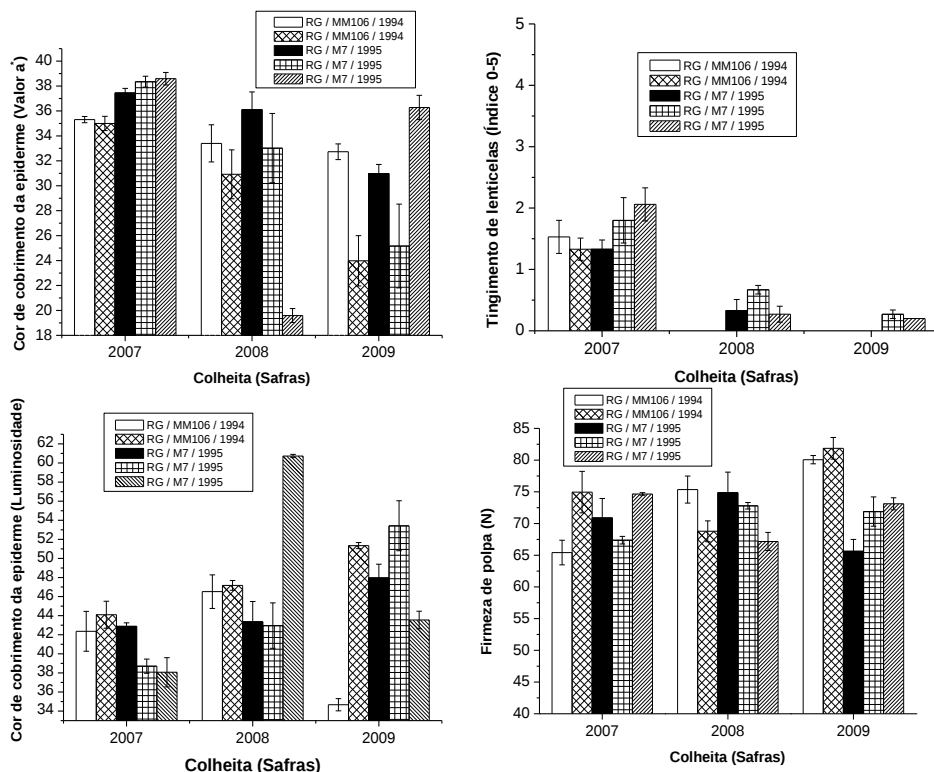


Figura 8. Firmeza de polpa (N), tingimento de lenticelas (índice 0-5), cor de cobrimento (parâmetros L e a) de maçãs 'Royal Gala' colhidas no município de Vacaria, RS nas safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09. (Cultivar Royal Gala / Porta-enxerto / Ano de implantação do pomar).

A técnica de tingimento de lenticelas (CURRY; KUPFERMAN, 2004) consiste na imersão dos frutos em solução colorida e posterior infiltração a vácuo. Através do tingimento, o teste proporciona uma indicação do número de lenticelas com algum tipo de fissura não reparada, o que pode indicar a predisposição à ocorrência de distúrbios fisiológicos, como a lenticelose. Verificou-se que na safra 2006/07, o índice máximo observado foi 2,06, ou seja, até 25% da área superficial do fruto com lenticelas tingidas, ao passo que na safra 2007/08 foi de 0,67 e na safra 2008/09 foi de 0,27. Como tais fissuras podem ser decorrentes, dentre outros fatores, de elevadas temperaturas noturnas durante o período de alongamento celular, pode-se supor que o período que antecedeu a primeira safra estudada apresentou condições meteorológicas favoráveis à ocorrência das fissuras, que não se repetiram nos anos subsequentes. Na elaboração do modelo matemático de previsão da qualidade tais fatores deverão ser considerados.

O valor L* da cor de cobrimento da epiderme indica a luminosidade da amostra, variando de 0 (preto) a 100 (branco). Exceto pelos valores mínimo (34,7) e

máximo (60,7) observados, os demais valores oscilaram entre 38,1 e 53,4. O valor a^* da cor indica a variação entre o verde (-60) e o vermelho (+60). Na primeira safra estudada, os valores apresentaram-se mais homogêneos, variando de 35 a 38,6, ao passo que nos anos subsequentes observou-se maior variação neste parâmetro com valores mínimos de 19,6 e máximos de 36,3, o que indica que as maçãs 'Royal Gala' avaliadas na safra 2006/07 apresentavam epiderme mais colorida.

Uma vez que a coloração da epiderme pode estar relacionada à nutrição da planta bem como à insolação da área, tais fatores deverão ser considerados na elaboração do modelo matemático de previsão da qualidade.

TINGIMENTO DE LENTICELAS - ESCALA GALA & CLONES					
					
0 Não há tingimento de lenticelas.	1 Poucos pontos tingidos. Ausentes na maior parte do fruto. Frutos com um ponto tingido receberão nota 1.	2 Aumento gradativo no número de pontos tingidos. Pode ocorrer em > n° na porção apical do fruto.	3 Maior número de pontos tingidos. Presentes em até 1/2 da área superficial do fruto. Pontos concentrados ou não.	4 Os pontos tingidos estão presentes em quase toda a área superficial do fruto, de forma concentrada ou não.	5 Os pontos tingidos estão presentes, de forma concentrada, em toda a área superficial do fruto.
Lab. Pós-Colheita / CNPUV					

Figura 9. Escala de tingimento de lenticelas para maçãs 'Gala' e clones.

Dentre os materiais 'Gala Standart', 'Galaxy' (ou 'Brasil Gala'), 'Baigent' e 'Royal Gala', observou-se, nas amostras avaliadas na safra 2006/07, maior frequência de frutos de calibre 120 para 'Gala' (22,9%) e 'Baigent' (23,0%), e maior frequência do calibre 135 para maçãs 'Galaxy' (23,3%) e 'Royal Gala' (23,9%). Para a safra 2007/08, observou-se maior frequência do calibre 120 para maçãs 'Galaxy' (23,9%) e do calibre 135 para maçãs 'Baigent' (27,6%) e 'Royal Gala' (20,1%). Já, na safra 2008/09, o calibre 120 prevaleceu nas cvs. Galaxy (24,4%) e Royal Gala (25,3%) e o calibre 135 prevaleceu na cv. Baigent, com 29,2% dos frutos. Observou-se, nas três safras estudadas, que aproximadamente 72 a 78% dos frutos avaliados das cvs. Galaxy, Baigent e Royal Gala eram dos calibres 110, 120, 135 e 150, equivalentes a frutos com massa entre 115 e 171g (Figuras 10 A, C e E).

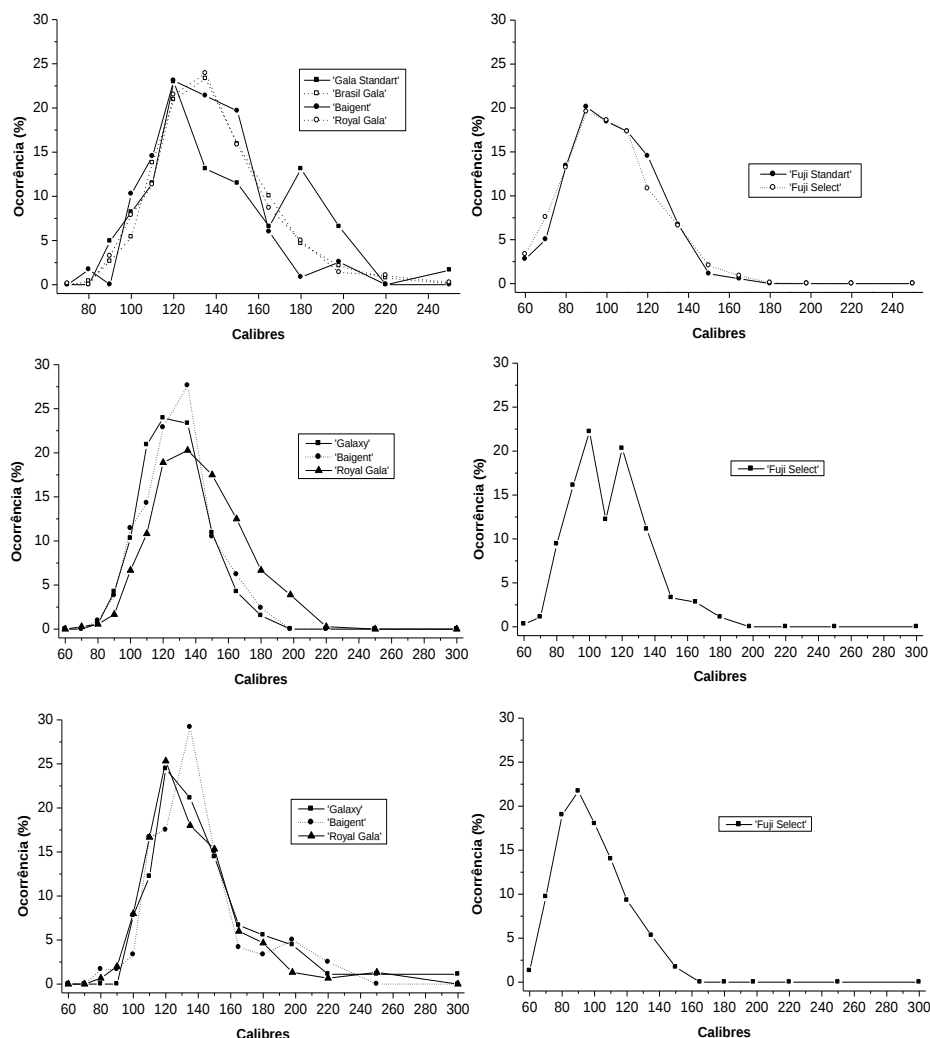


Figura 10. Calibres de maçãs 'Gala' e clones (A, C, E) e 'Fuji' e clones (B, D, F) colhidas em Vacaria, RS, nas safras 2006/07 (A e B), 2007/08 (C e D) e 2008/09 (E e F).

Para a cv. Fuji prevaleceu o calibre 90 nas safras 2006/07 e 2008/09 com 19,6% e 21,7%, respectivamente. Na safra 2007/08 observou-se maior frequência do calibre 100, com 22,2% dos frutos. Nas três safras estudadas, aproximadamente 80% das maçãs 'Fuji' avaliadas pertenciam aos calibres 80 a 120, ou seja, frutos com massa entre 142 e 240g (Figuras 10 B, D e F).

Não houve diferença entre os materiais 'Galaxy', 'Baigent' e 'Royal Gala', quanto ao índice de tingimento de lenticelas nas safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09. Maçãs 'Gala Standart' não apresentaram tingimento de lenticelas na safra 2007/08 (Figura 11A). Quanto aos frutos da cv. 'Fuji', observou-se, na safra 2006/07, valor ligeiramente superior na 'Fuji Select', sem atingir, no entanto, o índice 2 na escala, equivalente a até 25% da área superficial do fruto com lenticelas tingidas (Figura 11B).

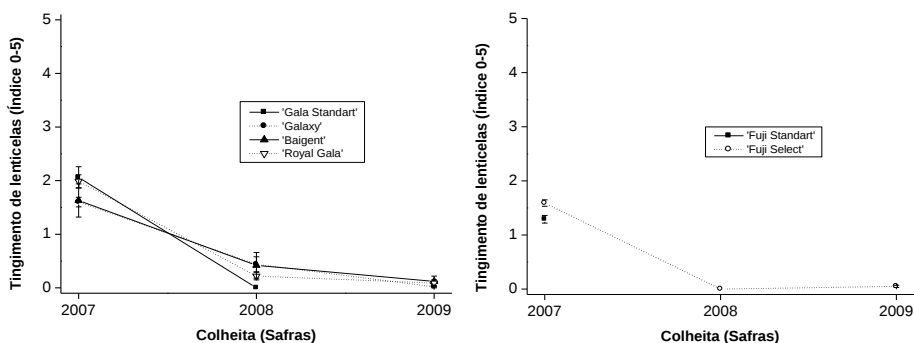


Figura 11. Tingimento de lenticelas (índice 0 a 5) de maçãs 'Gala' e clones (A), 'Fuji' e clones (B) colhidas em Vacaria, RS, nas safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09.

As Figuras 12 e 13 trazem informações de qualidade de frutos recém-colhidos nas safras 2007/08 e 2008/09, sendo consideradas três empresas (E1, E2 e E3), do município de Vacaria, RS, uma empresa (E4) localizada em Urupema, SC, e uma empresa (E5) localizada em Fraiburgo, SC.

Quanto à firmeza de polpa, observou-se diferença significativa nos frutos colhidos em safras consecutivas, no entanto, não houve um padrão de aumento ou redução da firmeza. O valor mínimo de firmeza observado foi 71,2N (Figura 12A).

Independente da área de estudo e da safra, maçãs 'Galaxy' foram colhidas com índice de maturação mínimo de 2,87 (Urupema, safra 2008/09) e máximo de 4,8 (Vacaria, safra 2008/09), na escala de 1 a 5 (Figura 12B).

Os maiores índices de tingimento de lenticelas nas maçãs 'Galaxy' avaliadas foram observados nas empresas E1 e E2, localizadas em Vacaria, na safra 2007/08, não sendo observado tingimento de lenticelas nos frutos provenientes de Urupema. Convém salientar, no entanto, que os máximos valores encontrados estavam abaixo de 0,5 na escala de 0 a 5 (Figura 12C).

Os valores de pH foram maiores na safra 2008/09, independente da área de estudo (Vacaria e Urupema), ao passo que os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável foram menores para o mesmo período (Figuras 12D, E, F). Com tais

resultados pode-se inferir que apesar das maçãs 'Galaxy' terem sido colhidas na safra 2008/09 em estágio de maturação superior ao de 2007/08, os frutos apresentavam menor teor de sólidos solúveis e menor percentual de ácido málico. Convém salientar que tais atributos contribuem para a qualidade global do fruto e aceitabilidade do mesmo pelo consumidor.

Maçãs 'Galaxy' colhidas na safra 2008/09 apresentaram luminosidade da epiderme superior à das maçãs colhidas na safra anterior, bem como menor valor a^* da cor de cobrimento (Figuras 12G e H), o que significa dizer que tais frutos apresentaram maior brilho e menor intensidade da cor vermelha na área de cobrimento.

Com tais resultados pode-se inferir que as maçãs 'Galaxy' colhidas em 2008/09 apresentaram qualidade sensorial inferior às maçãs colhidas na safra anterior, dada pelos atributos de cor de epiderme, teor de sólidos solúveis e percentual de ácido málico.

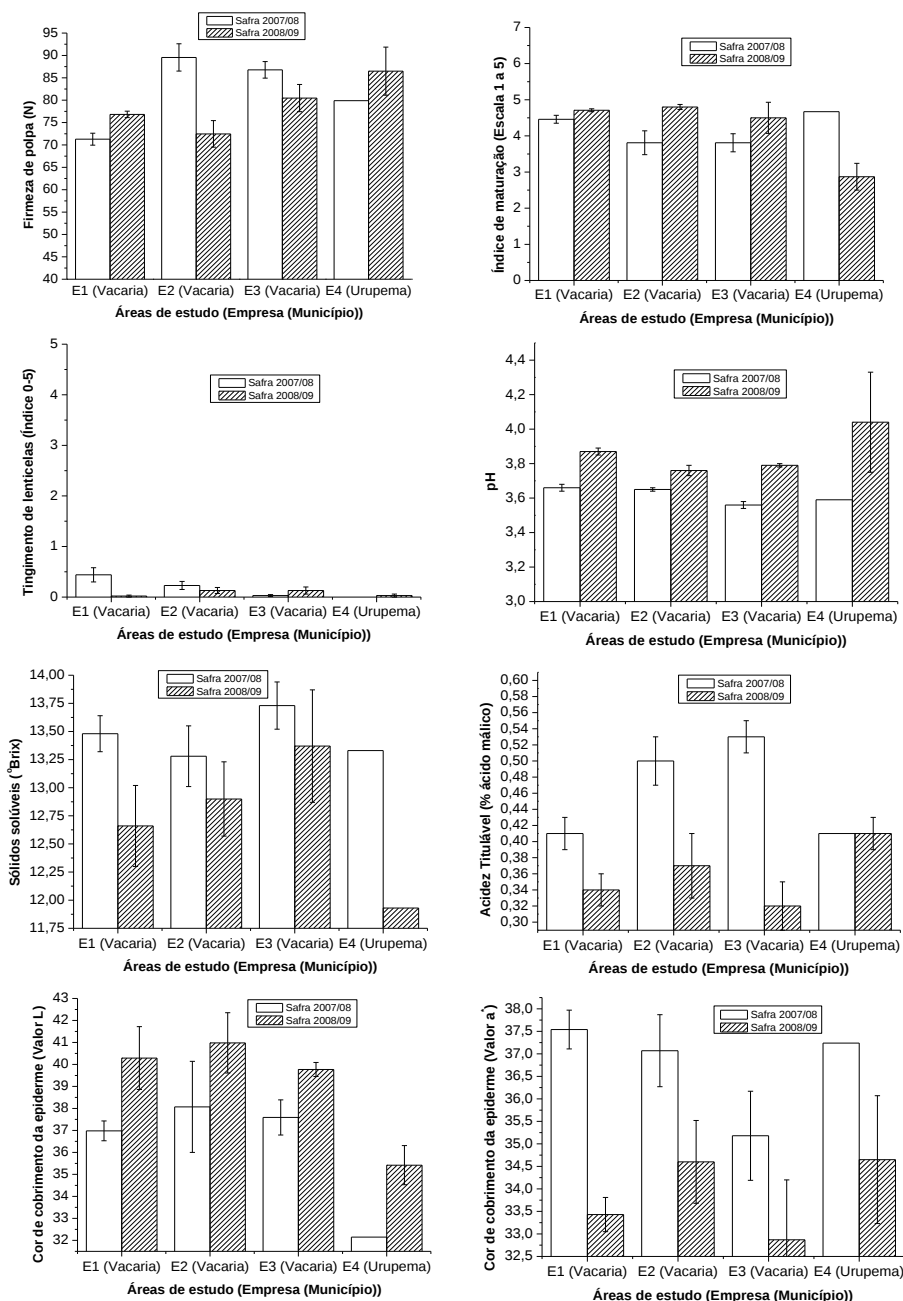


Figura 12. Firmeza de polpa (N), índice de maturação (escala 1-5), tingimento de lenticelas (índice 0-5), pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ácido málico) e cor de cobrimento da epiderme (valores L e a) de maçãs 'Galaxy' provenientes de diferentes áreas de produção (E1, E2 e E3) localizadas nos municípios de Vacaria (RS) e Urupema (SC) nas safras 2007/08 e 2008/09.

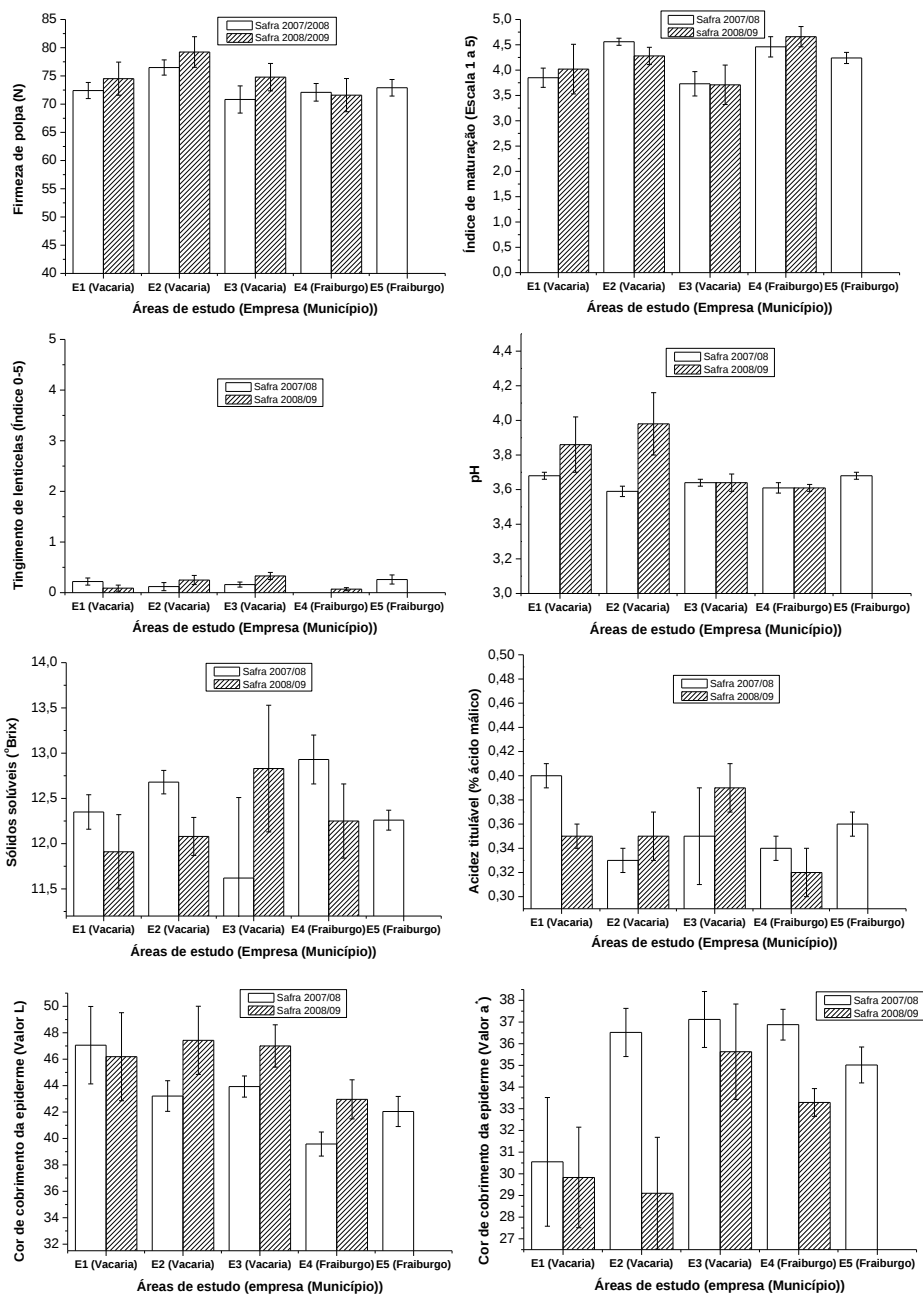


Figura 13. Firmeza de polpa (N), índice de maturação (escala 1-5), tingimento de lenticelas (índice 0-5), pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ácido málico) e cor de cobrimento da epiderme (valores L e a') de maçãs 'Royal Gala' provenientes de diferentes áreas de produção (E1, E2 e E3) localizadas nos municípios de Vacaria (RS) e Fraiburgo (SC) nas safras 2007/08 e 2008/09.

Observou-se um aumento na firmeza de polpa de maçãs 'Royal Gala' avaliadas na safra 2008/09 provenientes das três empresas localizadas no município de Vacaria, RS. O mesmo comportamento não foi observado nos frutos provenientes de Fraiburgo, SC (Figura 13A). Independente da área de estudo e da safra, maçãs 'Royal Gala' foram colhidas com índice de maturação mínimo de 3,7 (Vacaria, safra 2008/09) e máximo de 4,7 (Fraiburgo, safra 2008/09), na escala de 1 a 5 (Figura 13B). Os valores de índice de tingimento de lenticelas foram muito próximos, independente da área de estudo (empresa, município) e safra. O maior índice observado foi 0,33 na escala de 0 a 5 (Figura 13C).

Foram observados maiores valores de pH em maçãs 'Royal Gala' provenientes das empresas E1 e E2 (Vacaria, RS) colhidas na safra 2008/09. Nas demais empresas (E3 e E4) não foi observada diferença entre os frutos das diferentes safras (Figura 13D). Quanto ao teor de sólidos solúveis, observou-se uma redução nos frutos provenientes das empresas E1, E2 (Vacaria, RS) e E4 (Fraiburgo, SC) durante a safra 2008/09, ao passo que se constatou um aumento significativo no teor de sólidos solúveis de maçãs 'Royal Gala' provenientes da empresa E3 (Vacaria, RS) no mesmo período (Figura 6E). Nesta mesma área de estudo foi observado um aumento significativo na percentagem de ácido málico (acidez titulável), enquanto que nas demais áreas (E1 e E4) constataram-se uma redução na acidez (Figura 13F).

Assim como em maçãs 'Galaxy', os frutos da cv. Royal Gala colhidos na safra 2008/09 apresentaram luminosidade da epiderme superior à dos frutos colhidos na safra anterior, bem como menor valor a^* da cor de cobrimento (Figuras 13G e H), o que significa dizer que tais frutos apresentaram maior brilho e menor intensidade da cor vermelha na área de cobrimento.

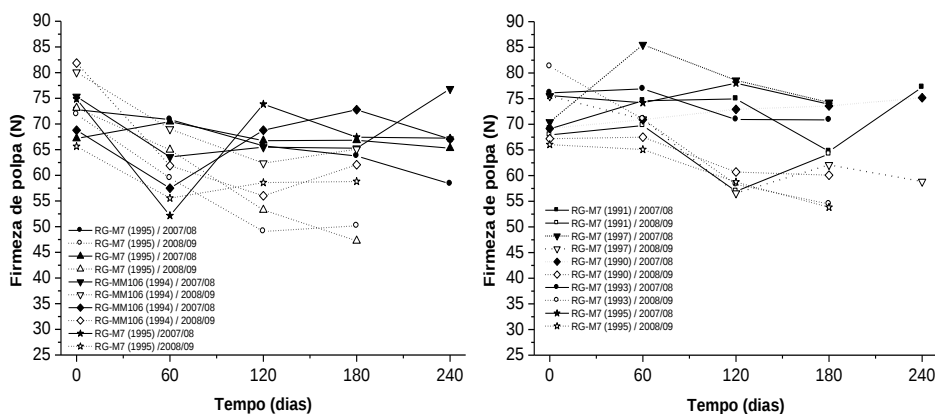


Figura 14. Firmeza de polpa (N) de maçãs 'Royal Gala' provenientes de duas áreas de produção localizadas nos municípios de Vacaria-RS (A) e Fraiburgo-SC (B) nas safras 2007/08 e 2008/09, durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada (Valores médios; Cultivar porta-enxerto (ano de implantação do pomar) / Safra).

Quanto à firmeza de polpa de maçãs 'Royal Gala' provenientes de Vacaria-RS, foi observado que os frutos colhidos na safra 2007/08 mantiveram-se com elevada firmeza de polpa até o término do armazenamento refrigerado (valores oscilando entre 58,3 e 76,8N aos 240 dias), ao passo que os frutos colhidos na safra seguinte apresentaram vida útil de 180 dias sob refrigeração e atmosfera controlada, sendo que, neste período, os valores de firmeza variaram entre 47,2 e 65,0 N (Figura 14A). As amostras foram descartadas por apresentarem praticamente 100% de podridão, possivelmente em decorrência das más condições de armazenamento proporcionadas por algumas das empresas parceiras, tais como a manutenção das amostras sobre o chão molhado, ao invés de mantê-las em caixas plásticas conforme delineamento previamente estabelecido (Figura 15).



Figura 15. Maçãs 'Royal Gala' colhidas na safra 2008/09 e mantidas por 240 dias em armazenamento sob atmosfera controlada.

Assim como os frutos provenientes de Vacaria-RS, maçãs 'Royal Gala' colhidas na safra 2008/09 provenientes de Fraiburgo-SC apresentaram redução acentuada na firmeza durante o período de armazenamento. Aos 120 dias de armazenamento, observou-se que a firmeza de polpa variou entre 56,6 e 60,7 N para os frutos colhidos na safra 2008/09, ao passo que para os frutos colhidos na safra anterior, no mesmo período de armazenamento, a firmeza de polpa oscilou entre 70,9 e 78,6 N (Figura 14B).

Não foram observadas diferenças quanto à firmeza de polpa de maçãs 'Fuji' provenientes de áreas de diferentes idades (anos de implantação do pomar) localizadas em duas empresas, Vacaria-RS e São Joaquim-SC, durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada (Figura16).

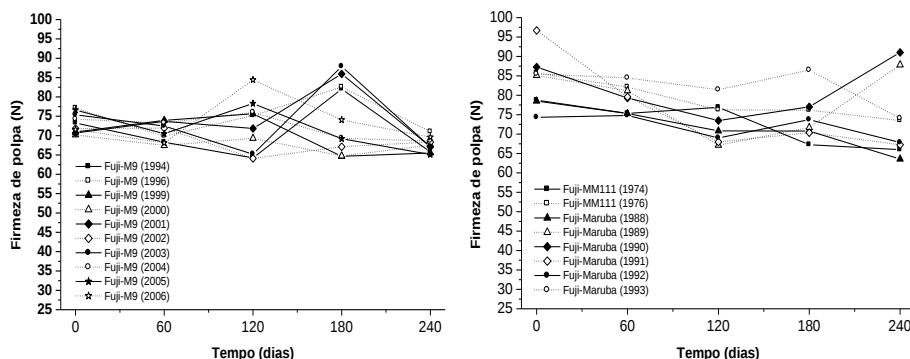


Figura 16. Firmeza de polpa (N) de maçãs 'Fuji' provenientes de áreas com diferentes anos de implantação localizadas nos municípios de Vacaria (RS) e São Joaquim (SC) na safra 2007/08, durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada (Valores médios; Cultivar porta-enxerto (ano de implantação do pomar)).

De maneira geral, os resultados obtidos na avaliação dos frutos colhidos nas safras 2007/08 e 2008/09 indicam que os frutos da safra 2007/08 apresentaram melhores atributos de qualidade na colheita e durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada. Convém salientar, no entanto, que tais informações são meramente descritivas e que o objetivo deste experimento foi gerar um banco de dados de qualidade de frutos na colheita e durante o armazenamento para, juntamente com os dados meteorológicos e nutricionais, fornecer informações para a elaboração do modelo matemático de previsão de qualidade.

3.4. Experimento 4: Previsão da Qualidade de maçãs

Não houve geração de resultados.

3.5. Experimento 5: Utilização de boro nas variedades Imperial Gala e Fuji Suprema

Resultados 2007

Em nenhuma safra houve interação entre as doses de B aplicadas via solo e foliar. Somente efeitos principais ocorreram. Em 2007, os maiores teores foliares de

B da cultivar Imperial Gala foram obtidos na dose máxima de B aplicada ao solo ou quando aplicado via foliar na época da floração (Tabela 4). Para a cultivar Fuji Suprema, não houve efeito significativo das épocas de adubação foliar sobre os teores foliares de B, porém, incremento dos teores desse nutriente nas folhas foi observado com o aumento das doses de B aplicadas via solo (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de boro nas folhas de macieira Fuji Suprema em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2007

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	40,0	40,7	39,0	39,9 b
2,5	49,0	42,3	39,7	43,7 ab
5,0	49,3	47,0	45,3	47,2 a
Médias	46,1 a	43,3 a	41,3 a	

Tabela 4. Teores de boro nas folhas de macieira Imperial Gala em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2007

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	34,3	31,3	31,7	32,4 b
2,5	36,0	34,3	31,7	34,0 ab
5,0	38,7	36,3	34,0	36,3 a
Médias	36,3 a	33,9 ab	32,4 b	

Resultados 2008

Nesta safra, não houve efeito significativo das épocas de aplicação foliar de boro para nenhuma das cultivares (Tabelas 5 e 6). Entretanto, para a cultivar Fuji Suprema, a dose máxima de boro aplicada via solo aumentou significativamente os teores foliares do nutriente quando comparado à testemunha e à dose intermediária de boro. Esses resultados têm comportamento diferente dos obtidos na safra anterior, para a cultivar Imperial Gala (Tabela 6). Não houve nenhuma interação positiva da aplicação de boro, seja via foliar ou via solo, sobre os teores foliares de cálcio na macieira.

Tabela 5. Teores de boro nas folhas de macieira Fuji Suprema em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2008

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	38,3	37,7	40,0	38,7 a
2,5	36,3	40,0	39,3	38,5 a
5,0	41,7	40,7	45,3	42,5 b
Médias	38,8 a	39,4 a	41,5 a	

Tabela 6. Teores de boro nas folhas de macieira Imperial Gala em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2008

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	37,0	31,0	32,0	33,3 a
2,5	36,3	34,7	35,0	35,3 a
5,0	36,0	35,3	35,0	35,4 a
Médias	36,4 a	33,6 a	34,0 a	

Resultados 2009

Independentemente de cultivar ou forma de aplicação de boro (via solo ou foliar) não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores foliares de boro nas folhas. Possivelmente, as condições ambientais favoráveis à absorção de boro tenham suprido satisfatoriamente a necessidade de boro nesta safra. Observa-se, que mesmo na testemunha, os teores foliares de boro foram superiores aos obtidos nos anos anteriores. Os solos da região de São Joaquim, bem como das demais regiões produtoras de maçã do Brasil possuem altos teores de matéria orgânica, sendo que esta representa uma importante fonte de B às plantas, especialmente quando as condições ambientais favorecem o processo de mineralização.

Tabela 7. Teores de boro nas folhas de macieira Fuji Suprema em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2009

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	41,3	42,5	42,9	42,2 a
2,5	42,9	44,5	49,2	45,5 a
5,0	41,7	41,5	44,2	42,5 a
Médias	42,0 a	42,8 a	45,43 a	

Tabela 8. Teores de boro nas folhas de macieira Imperial Gala em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2009

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	45,9	42,3	39,7	42,6 a
2,5	44,3	42,4	47,1	44,6 a
5,0	48,9	42,9	46,1	46,0 a
Médias	46,4 a	42,5 a	44,3 a	

A análise química da polpa fresca dos frutos, realizada somente para a cultivar Imperial Gala e somente na safra 2009, indicou aumento linear do teor de boro nos frutos em função do aumento das doses de boro aplicadas ao solo (Figura 17). Entretanto, a adubação foliar foi ineficiente em aumentar os teores de boro nos frutos, os quais foram quantificados 3,8; 3,7 e 3,5 mg kg⁻¹ para as épocas de pós-colheita, testemunha e floração, respectivamente.

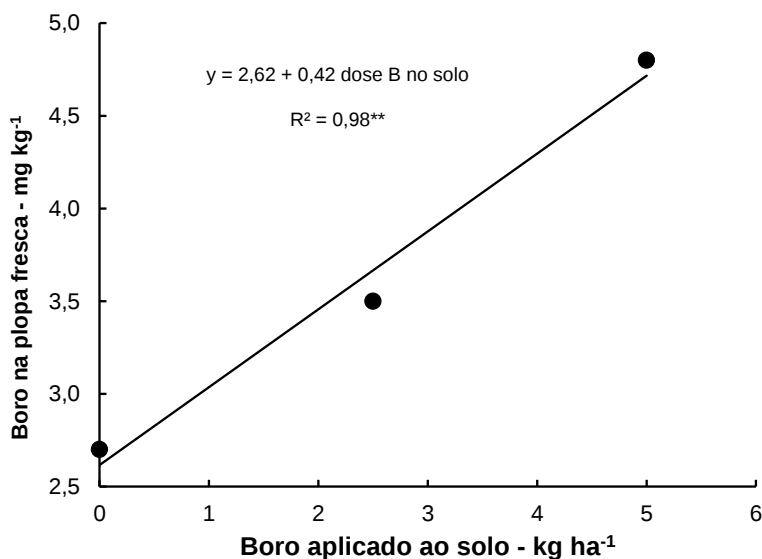


Figura 17. Teores de boro na polpa fresca de maçãs, Imperial Gala, em função de doses do nutriente aplicadas ao solo, safra 2009.

3.6. Experimento 6: Identificação das causas de ocorrência de “bitter pit”

Para atingir os resultados iniciou-se um processo de compra do equipamento de medição de fluxo de seiva do tipo TDP, o qual foi solicitado no dia 20/07/2007, pois este é essencial para a relação do fluxo de seiva com o conteúdo de nutrientes

e a presença ou ausência do sintoma de “bitter pit”. Quanto ao local para desenvolver os ensaios, foi prospectado a utilização da mesma área em que foram desenvolvidos os ensaios de irrigação, na Estação Experimental de Fruticultura Temperada da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS, de forma a relacionar também o sintoma de “bitter pit” com a variação na disponibilidade hídrica/nutricional para as plantas.

Em setembro de 2008 o equipamento para medição do fluxo de seiva do tipo TDP foi recebido e iniciaram-se os testes do mesmo. Destaca-se que a instalação da área com irrigação sofreu atraso, não sendo possível o início da instalação do equipamento para teste nesta área. Para agilizar os testes o equipamento foi montado em uma área experimental da Unidade em Bento Gonçalves-RS, para ajustar os parâmetros de instalação/funcionamento e calibração, os quais ocorreram ao longo do ano de 2009. Por ocasião do início dos testes, foi observado que os cabos do equipamento não apresentavam as dimensões necessárias e que a durabilidade das pilhas do Datalogger era extremamente baixa, inviabilizando a condução dos ensaios sem uma fonte extra de energia. Dessa forma, foi iniciada uma pesquisa orçamentária para a aquisição de cabos e de um painel solar para viabilização do experimento, o qual não foi possível adquirir com a previsão orçamentária deste projeto. Além disto, nestes primeiros testes, também foi detectado que o equipamento apresentou problemas para efetuar a retirada dos dados registrados na memória. Portanto, apesar das diversas tentativas, infelizmente, até o momento, ainda não foi possível instalar o equipamento para a finalidade proposta neste experimento. Atualmente, o equipamento ainda está sendo consertado na empresa representante da marca no Brasil, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda.

3.7. Experimento 7: Previsão da Qualidade de maçãs em função do estado nutricional

Embora fosse esperado identificar relações entre as concentrações de determinados nutrientes nas folhas e as variáveis qualitativas analisadas nos frutos, para este estudo, considerando o conjunto de resultados das três regiões avaliadas, não foi possível identificar relações significativas entre as concentrações de macronutrientes nas folhas e os atributos de qualidade de maçãs. Possivelmente este fato esteja relacionado à variabilidade de cultivares e de condições intrínsecas das regiões avaliadas.

Na análise estratificada por região, verificou-se relação significativa e positiva entre a concentração de potássio nas folhas e a acidez titulável dos frutos e entre a concentração de potássio nas folhas e a intensidade de cor vermelha da epiderme dos frutos (valor a^*) e relação significativa e negativa entre a concentração de nitrogênio nas folhas e a intensidade de cor vermelha da epiderme dos frutos (valor a^*), para as amostras de frutos da região de São Joaquim/SC (Figura 18). Para as regiões de Vacaria/Rs e Fraiburgo/SC não foram observadas relações significativas entre estas variáveis. Para os demais nutrientes nas folhas (fósforo, cálcio,

magnésio e enxofre) e os atributos de qualidade dos frutos (sólidos solúveis e firmeza da polpa) não foram identificadas relações significativas.

Estes resultados, possivelmente estejam relacionados ao fato de que as concentrações de potássio foram maiores nos pomares da região de São Joaquim/SC, em comparação às demais regiões, e que se verificou elevado número de amostras com concentrações de nitrogênio e potássio acima do normal, o que pode ser atribuído às condições climáticas nessa safra e ao manejo de nutrientes e da fertilidade do solo.

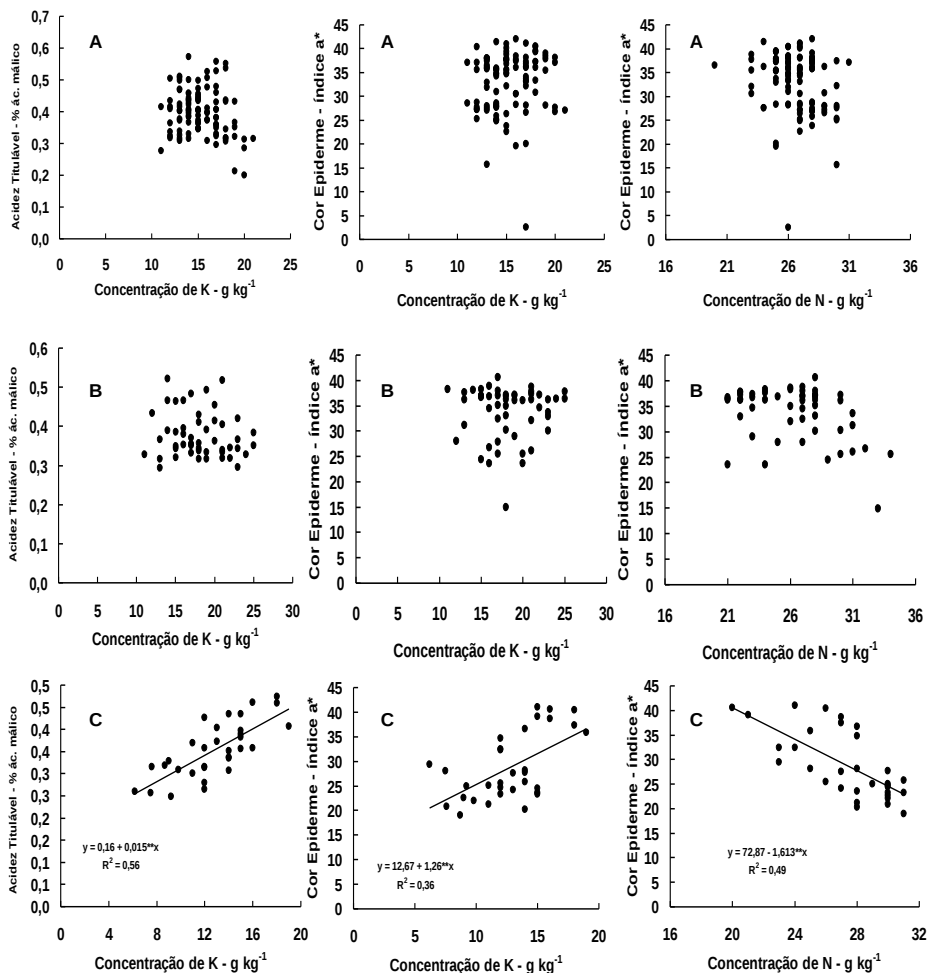


Figura 18. Relação entre a concentração de K e a acidez titulável (1), entre a concentração de K e a cor da epiderme dos frutos - coordenada de croma, variando de $-a^*$ (verde) a $+a^*$ (vermelho) (2) e entre a concentração de N e a cor da epiderme dos frutos (3), nas regiões de Vacaria/RS (A), Fraiburgo/SC (B) e São Joaquim/SC (C), safra 2007/08.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Os resultados evidenciam elevado número de amostras com concentrações de nitrogênio acima da concentração considerada normal, bem como elevado número de amostras com concentrações de cálcio abaixo da concentração considerada normal;
- ✓ Independentemente de cultivar ou forma de aplicação de boro (via solo ou foliar) não houve efeito significativo da aplicação de boro sobre os teores foliares do nutriente nas folhas de macieira;
- ✓ Nas três safras estudadas, cerca de 72 a 78% dos frutos avaliados das cvs. Galaxy, Baigent e Royal Gala pertenciam aos calibres 110, 120, 135 e 150, equivalentes a frutos com massa entre 115 e 171g e 80% das maçãs 'Fuji' avaliadas pertenciam aos calibres 80 a 120, ou seja, frutos com massa entre 142 e 240g;
- ✓ Maçãs 'Royal Gala' provenientes de Vacaria, RS apresentaram, na safra 2006/07, índice máximo de tingimento de lenticelas de 2,06, ou seja, até 25% da área superficial do fruto com lenticelas tingidas, ao passo que na safra 2007/08 foi de 0,67 e na safra 2008/09 foi de 0,27;
- ✓ Para a região produtora de maçãs de São Joaquim/SC, a acidez titulável e a intensidade de cor vermelha dos frutos aumentam com a elevação das concentrações de potássio nas folhas, enquanto as concentrações de nitrogênio nas folhas reduzem a intensidade de cor vermelha dos frutos. Para as regiões produtoras de maçãs de Vacaria/RS e Fraiburgo/SC, os resultados não mostraram relação entre concentração de macronutrientes nas folhas e os atributos de qualidade dos frutos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, C. V. T. do; CHAVES, D. V.; ERNANI, P. R. Composição mineral e severidade de "bitter pit" em maçãs 'Catarina'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 51-54, 2006.
- AMARANTE, C. V. T. do; ERNANI, P. R.; CHAVES, D. V. Fruit infiltration with Magnesium is a feasible way to predict bitter pit susceptibility in 'Gala' apples grown in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 682, p. 1271-1274, 2005.
- ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de bitter pit em maçã cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 16, p. 267-277, 1994.
- BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 609-636.
- BASSO, C.; WILMS, F. W. W.; SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. In: MANUAL da cultura da macieira. Florianópolis: EMPASC-DID, 1986. p. 236-265.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS):** a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).

BLANPIED, G. D.; SILSBY, K. J. **Predicting harvest date windows for apples.** Ithaca: Cornell Cooperative Extension, 1992. 12 p.

CURRY, E.; KUPFERMAN, E. **Predicting susceptibility of 'Gala' apples to lenticel breakdown disorder:** guidelines for using the dye uptake test. [S.l.: s.n.], 2004. 7 p. Disponível em: <<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/aniline-blue.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2006.

FAUST, M.; SHEAR, C. B. Corking disorders of apple: a physiological and biochemical review. **Botanical Review**, Nova Iorque, v. 34, p. 441-469, 1968.

FERGUSON, I. B.; WATKINS, C. B. Bitter-pit in apple fruit. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 11, p. 289-355, 1989.

FREIRE, C. J. S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário.** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 208 p.

KNEE, M.; SMITH, S. M. Variation in quality of apple fruits stored after harvest on different dates. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 64, p. 413-419, 1989.

MEHERIUK, M.; PRANGE, R. K.; KIDSTER, P. D.; PORRITT, S. W. **Postharvest disorders of apples and pears.** Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 1994. 67 p. (Agriculture and Agri-Food Canada. Publication, 1737/E).

NACHTIGALL, G. R.; FREIRE, C. J. da S. Previsão da incidência de "Bitter pit" em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 20, p. 158-166, 1998.

POOVAIAH, B. W.; GLENN, G. M.; REDDY, A. S. N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 10, p. 107-152, 1988.

SHARPLES, R. O.; JOHNSON, D. S. The influence of calcium on senescence changes in apples. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 85, p. 450-453, 1977.

SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples-influence of fruit size. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, p. 263-269, 1995.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; BOSCO, L. C.; DE PAULA, V. A.; BRAUNER, P. C.; CASAMIALI, B.; MARODIN, G. A. B.; NACHTIGALL, G. R. Necessidades e disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, Brasil. In: REUNIÓN ARGENTINA, 13.; LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGÍA, 6., 2010, Bahía Blanca, Argentina. **Agrometeorología sin fronteras en el año internacional del acercamiento de las culturas:** actas. Bahía Blanca: Asociación Argentina de Agrometeorología, 2010. Não paginado. RALDA 2010.

NACHTIGALL, G. R.; ANTONIOLLI, L. R. Qualidade de frutos de macieira em função do estado nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20, 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, ES: INCAPER, 2008. p. 1-5. 1 CD-ROM.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. DRIS como método diagnóstico de nutrição mineral de plantas. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R.; PUGA, A. P. (Ed.). **Nutrição de Plantas:** diagnose foliar em hortaliças. Jaboticabal, SP: FCAV: CAPES: FAPESP: FUNDUNESP, 2010. p. 185-198.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R.; NAVA, G. Estado Nutricional de pomares de macieira no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO

E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., FERTBIO2008, 2008, Londrina. **Resumos...** Londrina, PR : SBSCS: IAPAR: UEL, 2008. p. 1-4.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. Adubação foliar: fatos e mitos. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97, 2010. Suplemento. Artigo apresentado no 9º Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, São Joaquim, SC, de 22 a 24 de junho de 2010.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; BASSO, C.; NACHTIGALL, G. R. Composição mineral das folhas da macieira "Fuji" em resposta a nitrogênio e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBSCS, 2009. 1 CD-ROM. 4 p.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; BASSO, C.; NACHTIGALL, G. R.; KATSURAYAMA, J. M. Composição mineral de folhas e vigor da macieira "Fuji" em resposta a nitrogênio e potássio. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 77-83, jul. 2010.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; BASSO, C.; PEREIRA, A. J.; NACHTIGALL, G. R. Composição mineral das folhas e vigor da macieira Fuji em resposta a nitrogênio e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20, 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008. p. 1-5. 1 CD-ROM.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 39, n. 1/2, p. 96-107, 2008.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.; ROCCO, M. A. Adubações anuais com nitrogênio e potássio por longo prazo influenciam o rendimento e a composição mineral de maçãs 'Fuji' em São Joaquim, SC, Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja: SBSCS: IAPAR: UEL. 2008. 4 p. 1 CD-ROM.

NAVA, G.; NACHTIGALL, G. R. Resposta da macieira 'Fuji' à adubação orgânica e manejo de plantas espontâneas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. **Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. v. 2, Não paginado. Resumo expandido.

Métodos de conservação da qualidade da fruta



Luiz Carlos Argenta¹
Lucimara Rogéria Antonioli²
Gilberto Nava³

1. INTRODUÇÃO

A refrigeração, a atmosfera controlada (AC) com baixo O₂ e alto CO₂, a inibição da ação do etileno com 1-MCP e o emprego de máquinas modernas de classificação e embalagem dos frutos são as principais tecnologias adotadas comercialmente nos principais centros de produção de maçãs, inclusive no Brasil, para redução da deterioração da qualidade de maçãs após a colheita.

Métodos de aprimoramento da AC para aumento dos seus benefícios sobre a conservação da qualidade de maçãs têm sido testados nas principais regiões de produção há décadas. Esses estudos tem permitido identificar (1) os regimes de temperatura, O₂ e CO₂ seguros (aplicáveis comercialmente) específicos para cada cultivar, localizações geográficas e período de armazenagem, (2) os benefícios da AC rápida para cultivares precoces e da AC lenta para cultivares tardias, (3) as variações dos benefícios da AC com baixo etileno para diferentes cultivares e regiões, (4) os benefícios da AC com ultra-baixo O₂ (< 1%) e (5) os benefícios da combinação 1-MCP + AC específicos para cada cultivar, estágio de maturação e região de produção.

Os principais fatores que tem limitado a expansão do período de armazenagem de maçãs no Brasil tem sido a incidência de podridões em cvs. Por outro lado, os sintomas de danos mecânicos depreciam a qualidade e estão entre os distúrbios de maior incidência em maçãs 'Gala' e 'Fuji', bem como a perda de firmeza e a incidência do distúrbio 'polpa amarronzada' em cvs. Gala e a incidência de escaldadura superficial e dano por CO₂ em cvs. Fuji. Nesse capítulo são relatados os resultados de experimentos desenvolvidos para avaliar: 1) Os efeitos da remoção do etileno em câmara de atmosfera controlada sobre a conservação da

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 591, CEP 89500-000, Caçador, SC. E-mail: argenta@epagri.sc.gov.br.

² Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: lucimara@cnpuv.embrapa.br.

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: nava@epagri.sc.gov.br.

qualidade de maçãs 'Gala'; 2) A interação entre temperatura de armazenagem e maturação na colheita para maçãs 'Gala' tratadas e não tratadas com 1-MCP; 3) Os efeitos da AC com ultra-baixo oxigênio sobre a conservação da qualidade de maçãs 'Fuji Suprema' e 'Kiku'; 4) Os efeitos da fertilização de pomares com boro sobre a maturação e qualidade de maçãs 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' na colheita e após a armazenagem; 5) E a incidência e magnitude dos danos mecânicos que podem ocorrer em maçãs nas diversas etapas das operações de colheita, classificação e embalagem.

A AC com baixo etileno pode aumentar a conservação de maçãs 'McIntosh' (Liu, 1977), 'Bramley's seedling' (KNEE; HATFIELD, 1981), 'Golden Delicious' (LANGE; FICA, 1984), 'Empire' (BLAMPIED, 1985), especialmente sob alto O_2 ($>2\%$) e de maçãs 'Cox's' (STOW; GENG, 1990) mesmo sob AC com baixo O_2 . Por outro lado, outros estudos indicam que a armazenagem de maçãs 'Delicious', 'Golden Delicious', 'Idare' e 'Cortland', sob AC (3% de O_2 + 3% de CO_2) sob baixo etileno (<1 ppm) não promove aumento significativo da conservação da qualidade dos frutos comparado a AC com alto (10 ppm ou 500 ppm) etileno (LIU, 1977). Lau (1989), também não observou benefícios significativos da remoção do etileno para maçãs 'Golden Delicious', 'Red Delicious' e 'Spartan' armazenadas sob $1,5\%$ de O_2 ou em 'McIntosh' armazenadas sob $2,2\%$ de O_2 . Para varias cultivares de maçãs, a remoção do etileno tem pouco efeito quando armazenadas sob $1,5\%$ de O_2 , mas pode aumentar a conservação da firmeza de maçãs de algumas cultivares quando armazenadas sob concentração O_2 de 2% ou mais (LIDSTER et al., 1983; LIU, 1985; LAU, 1989; GRAEL, 1990; NARDIN, 1990). A maioria dos estudos indica que a remoção do etileno é mais efetiva, se os frutos forem colhidos em estágio pré-climactérico que nos frutos colhidos tardiamente. Os benefícios da AC com baixo etileno para conservação de maçãs 'Gala' no Brasil têm sido demonstrados ao nível experimental (BRACKMANN et al., 2003), mas, aparentemente não tem sido evidentes ao nível comercial, pelo menos para algumas empresas.

O distúrbio 'polpa amarronzada' em maçãs 'Gala' tem sido considerado uma forma de degenerescência senescente por que é mais frequente e severa em frutos colhidos tardiamente e após longos períodos de armazenagem e de prateleira (ARGENTA; MONDARDO, 1994). Entretanto, há observações (dados não publicados) que 'polpa amarronzada' em maçãs 'Gala' também pode se desenvolver em frutos colhidos em estágio pré-climatérico e que apresentam, após a AC, firmeza da polpa superior 14 lb e cor de fundo verde claro. Essas observações têm gerado a hipótese que o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' em maçãs 'Gala' pode ser afetado pela interação temperatura de armazenagem, atmosfera de armazenagem e maturação na colheita.

A maioria dos novos pomares de 'Fuji' são dos clones 'Suprema', 'Kiku' e 'Mischima'. A alta intensidade de cor vermelha desses clones favorece a colheita precoce dos frutos. A colheita precoce é uma importante estratégia para redução da incidência de podridões dos frutos durante a armazenagem. No entanto, frutos de 'Fuji' colhidos precocemente são mais susceptíveis a escaldadura superficial durante a armazenagem. O tratamento 1-MCP previne eficientemente (até 100% de controle)

o desenvolvimento de escaldadura superficial em maçãs (FAN et al., 1999). Da mesma forma, AC rápida com O₂ ultra-baixo também reduz o desenvolvimento de escaldadura superficial em maçãs 'Granny Smith' (ZANELLA et al., 2005). Maçãs cvs. Fuji são suscetíveis ao dano por CO₂ (ARGENTA et al., 1994), especialmente quando colhidas tardiamente (ARGENTA et al., 2002). Entretanto, tanto o tratamento 1-MCP quanto a AC rápida aumentam o risco de dano por CO₂ (ARGENTA et al., 2000 e 2001).

Boro é um micronutriente mineral essencial ao crescimento e desenvolvimento de plantas. A função do boro ao nível molecular ainda é pouco entendida embora haja evidência de seu papel na síntese de componentes e estrutura da parede celular, estabilidade de membranas celulares, metabolismo de auxinas, ácidos nucleicos (RNA) e carboidratos e sobre o transporte de açúcares (MARSCHNER, 1995). Aparentemente, o boro tem papel importante no transporte e na estabilização do cálcio nas membranas e por isso, sua deficiência pode aumentar a expressão de distúrbios associados a deficiência de cálcio como a formação de cortiça na epiderme (MEHERIUK et al., 1994). Suplementação de boro na primavera pode aumentar a frutificação efetiva em fruteiras de clima temperado (FAUST, 1986). Adicionalmente, aplicações de boro nas semanas que antecede a colheita pode antecipar a maturação e favorecer o desenvolvimento de coloração avermelhada de maçãs (NACHTIGALL et al., 2004). No entanto, os efeitos da fertilização de pomares com boro sobre a conservação da qualidade de maçãs Galas e Fujis após a colheita não tem sido relatados no Brasil.

Os danos mecânicos podem ocorrer durante a colheita, transporte, beneficiamento e expedição e se caracterizam por lesões internas e/ou externas que causam depreciação da aparência e eventuais alterações fisiológicas associadas a senescência dos frutos. A cultivar, firmeza e turgescência da polpa, o estágio de maturação, o período de armazenamento, a temperatura do fruto e as condições da linha de beneficiamento e classificação são os principais fatores que podem alterar o risco de ocorrência de danos mecânicos (SEGATORI, 2008). A severidade dos danos causados por impactos nas linhas de beneficiamento é decorrente da velocidade de trabalho do equipamento, e portanto, velocidade com que os frutos são transportados, e das diferenças de altura entre os pontos de transferência. Dessa forma, o nível de impacto pode ser reduzido através da eliminação ou minimização das diferenças de altura entre os componentes da linha, controle da velocidade de transporte dos frutos, utilização de materiais com capacidade de absorção da energia de impacto e sincronização dos componentes da linha (HYDE; ZHANG, 1992; SEGATORI, 2008).

Atualmente, os principais estudos sobre danos mecânicos em frutas e verduras têm sido desenvolvidos com uso do instrumento 'esfera instrumentada'. Essa esfera, feita de plástico rígido, contém um sensor de impactos e um microprocessador que pode registrar o momento de ocorrência, a intensidade e a duração dos impactos em qualquer etapa dos processos de colheita, transporte, classificação e embalagem dos frutos. A esfera instrumentada (Techmark, Inc., Lansing, USA) substitui, com vantagens, o teste realizado com maçãs, destacando a

precisão e a rapidez de obtenção dos resultados. O equipamento vem sendo utilizado nas avaliações de linhas de beneficiamento de batatas (HYDE et al., 1992), cebola (BAJEMA; HYDE, 1995), laranjas (MILLER; WAGNER, 1991; FERREIRA et al., 2006), maçãs (BROWN et al., 1990) e tomate (SARGENT et al., 1992; FERREIRA et al., 2005).

2. METODOLOGIA

2.1. Armazenagem sob AC com baixo etileno

Maçãs 'Royal Gala' e 'Imperial Gala' de plantas tratadas e não tratadas com AVG (RetainTM, 830 g ha⁻¹) foram colhidas em pomar comercial de Fraiburgo em diferentes estádios de maturação. Os frutos foram tratados ou não com 1 ppm de 1-MCP (SmartFreshSM) e então armazenadas sob AC na presença ou ausência de agente oxidante de etileno KMnO₄. Os frutos foram armazenados em câmaras de AC de 0,150 m³ a 0,5°C sob aproximadamente 1,5 % de O₂ mais 2,5 % de CO₂ por 7 meses. As atmosferas de armazenagem foram estabelecidas 72 h após a colheita pela injeção de N₂ e, então, corrigidas automaticamente a intervalos de 90 minutos pela injeção de N₂ comprimido e adsorção do CO₂ em colunas de carvão ativado. Após a armazenagem, os frutos foram mantidos na temperatura de 23°C sob atmosfera do ar por 7 dias.

As concentrações de etileno nas câmaras foram mantidas abaixo de 0,1 ppm (AC com baixo etileno) pelo uso de permanganato de potássio (KMnO₄). Nas AC sem KMnO₄ (AC com alto etileno) as concentrações de etileno aumentaram gradativamente de aproximadamente 5 ppm (nos primeiros meses) a 50 ppm nos últimos meses pela injeção de etileno externo. Os frutos foram analisados quanto a firmeza da polpa (com penetrômetro motorizado digital), índice de amido (escala 1 a 9; 1=100% de amido, 9=0% de amido), conteúdo de sólidos solúveis, acidez titulável, e desenvolvimento de distúrbios fisiológicos (polpa amarronzada e rachaduras) e podridões. A severidade do distúrbio 'polpa amarronzada' (escurecimento difuso da polpa, mais intenso na região peduncular) foi estimado visualmente dando-se nota 1) para ausência de sintoma, 2) dano inicial, 3) dano moderado e 4) dano severo. A rachadura senescente foi avaliada como ausente ou presente. A severidade de podridões foi avaliada dando-se notas 1) para ausência de sintoma, 2) dano inicial, 3) dano moderado a severo. O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados com 4 blocos de 30 frutos-repetição por tratamento, pomar e estádio de maturação. Cada bloco correspondeu a uma câmara de AC. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Fisher ($p=0,05$).

2.2. Armazenagem de maçãs Gala sob AC com diferentes temperaturas

O experimento foi conduzido em 2006, 2007 e 2008. Maçãs 'Imperial Gala' e 'Royal Gala' tratadas e não tratadas com 1-MCP foram armazenadas por aproximadamente 8 meses sob AC com aproximadamente 1,5% O₂ mais 2,0% de CO₂. As temperaturas médias de armazenagem foram -0,5°C e +0,5°C em 2006 e

2007 e de $-0,9^{\circ}\text{C}$ e $+0,5^{\circ}\text{C}$ em 2008. Em cada ano, foram colhidos frutos de três pomares de Fraiburgo. Colheram-se frutos com firmeza média de 17 a 19 lb de três pomares. Em um dos três pomares houve uma segunda colheita (tardia) de frutos com firmeza entre 16 e 17 lb, dependendo do ano. Os frutos foram analisados na colheita e sete dias depois de retirados das câmaras de armazenagem quanto a firmeza da polpa, índice de amido, conteúdo de sólidos solúveis (açúcares), acidez titulável, e desenvolvimento de distúrbios fisiológicos (polpa amarronzada e rachadura senescente) e podridões. A incidência e severidade do distúrbio polpa amarronzada (escurecimento difuso da polpa, mais intenso na região peduncular) e rachadura senescente foram avaliadas conforme descrito no experimento 1. O delineamento experimental usado foi de blocos ao acaso, com 4 blocos de 50 frutos-repetições por tratamento e pomar. Cada bloco correspondeu a uma câmara de AC. Os efeitos de temperatura foram determinados pelo teste F.

2.3. Armazenagem de Clones de Fuji sob AC com ultra baixo O_2

Maçãs 'Fuji', 'Fuji Suprema' e 'Kiku' foram colhidas precocemente (firmeza maior que 17 lb, amido menor que 6,5 na escala 1-9). Parte dos frutos foi tratada com 1 ppm de 1-MCP (SmartFreshSM). Os frutos foram armazenadas sob AC convencional (1,5 a 2% de O_2 + 0,3 a 0,8% de CO_2) ou sob AC Dinâmica com ultra baixo O_2 (0,3 a 0,5% por 66 dias, 0,6 a 0,8% por 110 dias e 0,9 a 1% por 64 dias) e CO_2 entre 0,3 a 0,4%. Os frutos foram armazenados por aproximadamente 240 dias em ambas as câmaras. As ACs foram estabelecidas aproximadamente 15 dias após a colheita dos frutos. O aumento da concentração do oxigênio na AC Dinâmica foi realizado com base no aumento da emissão de fluorescência de uma amostra de frutos. Os frutos foram analisados após a AC e após a AC mais 10 dias sob atmosfera do ar (AA) a 0°C e depois de 7 dias a 23°C quanto a taxa respiratória, produção de etileno, firmeza da polpa, acidez titulável, incidência de escaldadura superficial dano por CO_2 e podridões. O experimento foi inteiramente casualizado com 100 frutos-repetição por tratamento, clone e data de análise.

2.4. Efeito de doses de Boro sobre a qualidade e maturação de Maçãs na Colheita e após a Armazenagem

Macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' implantadas em 1999 foram tratadas com 9 doses de boro, a partir de 2002, em pomar comercial da região de São Joaquim. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos foram arranajados em parcelas sub-divididas. A parcela principal abrigou as três épocas de aplicação foliar de boro: sem aplicação, na fase de botão rosado (0,3 % bórax) e em pós-colheita (0,6 % bórax). Na sub-parcela foram distribuídas as doses de boro via solo: 0, 2,5 e 5,0 kg ha^{-1} , as quais foram aplicadas a cada dois anos na faixa de projeção da copa.

A cada ano (2005 a 2008), os frutos de todos os tratamentos foram colhidos no mesmo dia no período de colheita comercial de frutos destinados a armazenagem por longos períodos. Em 2007, maçãs 'Fuji Suprema' foram colhidas em duas datas: precocemente (para longos períodos de armazenagem) e tardiamente (para curtos

períodos de armazenagem). Maçãs 'Imperial Gala' foram armazenadas sob atmosfera do ar (AA) e sob atmosfera controlada (AC, 1,8% O₂ + 2,5% CO₂) por aproximadamente 7 meses enquanto maçãs 'Fuji Suprema' foram armazenadas sob AA e AC com baixo CO₂ (1,8% O₂ + 0,6% CO₂) ou com alto CO₂ (1,5% O₂ + 2,5% CO₂) por aproximadamente 8 meses.

Análises da maturação e qualidade dos frutos foram realizadas para 25 frutos por repetição na colheita e para 100 frutos por repetição após a armazenagem conforme descrito no experimento 1. A severidade dos distúrbios 'polpa amarronzada' (escurecimento difuso da polpa, mais intenso na região peduncular, em maçãs 'Imperial Gala') 'Bitter Pit', 'Blotch Pit', dano por CO₂ e escaldadura superficial foram estimados visualmente dando-se nota 1) para ausência de sintoma, 2) dano inicial, 3) dano moderado e 4) dano severo.

2.5. Incidência e magnitude dos danos mecânicos na colheita e após a colheita

2.5.1. Magnitude dos danos mecânicos nas operações de colheita

A avaliação da magnitude de impacto durante as operações de colheita foi realizada com auxílio de esfera instrumentada (Techmarck, Inc., Lansing, EUA), com diâmetro de 70 mm e massa de 165 g. Os ensaios foram conduzidos em uma única empresa, avaliando-se as cultivares 'Fuji' e 'Pink Lady' durante a colheita comercial, com o auxílio das equipes de colheita contratadas pela empresa. Foram avaliados os valores de impacto no descarregamento da sacola no 'bin', variando-se o nível de enchimento da sacola (inferior: sacola vazia, mediano: com frutos até a metade e superior: sacola cheia) e o nível de enchimento do bin (inferior: bin vazio, mediano: com frutos até a metade e superior: bin cheio). Para tanto, o colhedor foi solicitado a manipular a esfera instrumentada como uma maçã, colocando-a no interior da sacola e descarregando os frutos quando a sacola atingisse seu limite. Foi recomendado que a atividade fosse executada como de costume, não atribuindo maior ou menor nível de cuidado à operação de colheita. Adicionalmente, foi avaliado o nível de impacto durante a colheita com e sem o auxílio de escada. Nesse caso, os colhedores foram solicitados a colocar a esfera no fundo da sacola e continuar o procedimento de colheita, descarregando os frutos quando a sacola atingisse seu limite. As avaliações foram repetidas trinta vezes para cada combinação: cultivar, nível de enchimento da sacola, nível de enchimento de bin; e cultivar, uso de escada, tendo-se o cuidado de solicitar auxílio de diferentes colhedores e diferentes equipes de colheita. Os limites para medição do nível de impacto variaram de 15 a 500 G.

2.5.2. Magnitude e pontos de maior incidência de danos mecânicos nas linhas de classificação e embalagem

Foram avaliadas sete linhas de beneficiamento e classificação de maçãs localizadas na região Sul do Brasil. As linhas foram agrupadas levando-se em consideração o fato de todas as etapas de beneficiamento e classificação estarem em uma única linha (Seleção/Embalagem) ou em linhas separadas (Pré-seleção e

Embalagem). Dessa forma, as linhas 1 e 2, embora com algumas diferenças estruturais, foram avaliadas conjuntamente e denominadas “Linha de Seleção/Embalagem”, enquanto as linhas 3, 4, 5 e 6 foram agrupadas e avaliadas quanto às etapas de “Pré-Seleção” e “Embalagem”. A linha 7 foi estudada separadamente, pois, ao contrário das demais, não utiliza água na recepção dos frutos.

A avaliação da magnitude de impacto nos pontos de transferência das linhas foi realizada com auxílio de uma esfera instrumentada (Techmarck, Inc., Lansing, EUA), com diâmetro de 70 mm. A esfera instrumentada foi colocada no início de cada linha (recepção), seguindo em fluxo normal, juntamente com as maçãs, até a etapa final de embalagem. O curso seguido pela esfera, bem como o momento em que passava pelos pontos de transferência foram monitorados através de filmagem e da utilização de um cronômetro de precisão. As medições foram repetidas seis vezes, exceto para a linha 7 onde foram realizadas cinco repetições. Os limites para medição do nível de impacto variaram de 15 a 500 G. Os valores de aceleração máxima (AM) ($G = 9,81 \text{ m s}^{-2}$) obtidos nos pontos de transferência de cada linha em cada uma das repetições foram apresentados através de gráficos. Para apresentação dos resultados foram utilizados os seguintes critérios: pelo menos 50% das repetições em cada ponto de transferência com valores de AM entre 30 e 50 G; pelo menos 1 das repetições com AM superior a 50 G, que de acordo com Gomila (2007) são considerados de alto potencial de dano. Adicionalmente, foi utilizado fluxograma das linhas de beneficiamento e classificação (Seleção/Embalagem – linhas 1 e 2; Pré-Seleção e Embalagem – linhas 3, 4, 5 e 6) para facilitar a visualização dos dados.

2.5.3. Altura de queda e superfície de impacto na manifestação de danos mecânicos

Para a reprodução dos valores de aceleração observados na colheita e nas linhas de beneficiamento e classificação foi utilizado equipamento de sucção (MAGALHÃES et al., 2007) para promover a queda livre da esfera e dos frutos. Para reproduzir os valores observados na colheita a esfera foi liberada a partir de seis alturas (1, 3, 6, 9, 12 e 15 cm) sobre uma superfície de maçãs, obtida a partir do perfeito acondicionamento dos frutos no interior de uma caixa plástica. Para reprodução dos valores de aceleração observados nas linhas de beneficiamento e classificação, a esfera foi liberada a partir de diferentes alturas (1 a 42 cm, com intervalos de 3 cm) sobre duas superfícies: metal e borracha (8 mm, Ingeniería Prodol S/A).

Foram realizadas 15 repetições para cada combinação (altura x superfície de impacto), sendo os dados médios submetidos à análise de regressão polinomial. Posteriormente, maçãs ‘Fuji’ foram submetidas a queda livre a partir de três alturas (1, 3 e 5 cm) sobre a superfície de maçãs, de forma a simular a condição do bin, enquanto que maçãs ‘Royal Gala’ foram submetidas a queda livre a partir de oito alturas (2, 5, 8, 15, 18, 25, 32 e 40 cm) sobre superfícies de metal e borracha de forma a simular a condição das linhas de beneficiamento.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial e com três repetições. Após o dano, os frutos foram mantidos por 7 dias a 24°C, simulando temperatura ambiente, e avaliados quanto à visualização externa do dano mecânico e, após remoção da epiderme, quanto à área (mm²) e profundidade (mm) do dano. Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Armazenagem sob AC com baixo etileno

Os efeitos da remoção do etileno da atmosfera de armazenagem dependeram da maturação dos frutos na colheita e do tratamento 1-MCP (Tabela 1). Frutos armazenados sob AC com baixo etileno (<0,1 ppm) apresentaram firmeza 0,8 a 1,3 lb maior que frutos armazenados sob AC com alto etileno (>5 ppm), quando colhidos precocemente. Por outro lado, as taxas de perda de firmeza durante os 7 meses de armazenagem sob AC mais 7 dias em temperatura ambiente não foram afetadas pela remoção do etileno da atmosfera para frutos colhidos com maturação avançada (firmeza <16 lb) nem para frutos colhidos precocemente e tratados com 1-MCP. O tratamento pré-colheita com Retain não alterou consistentemente a eficiência da remoção do etileno sobre a conservação da firmeza da polpa. De maneira geral, a remoção do etileno não afetou significativamente a conservação da acidez nem reduziu o desenvolvimento de polpa amarronzada (escurecimento senescente).

Tabela 1, Índices de maturação e qualidade de maçãs 'Imperial Gala' e 'Royal Gala' na colheita e após a 7 meses de armazenagem sob AC com baixo etileno (+KMnO₄) ou com alto etileno (-KMnO₄). Frutos foram tratados (+) ou não (-) com AVG antes da colheita e/ou com 1-MCP após a colheita.

Pomar	AVG	1-MCP	KMnO ₄	Na Colheita		Após a Armazenagem		
				Firmeza	Amido	Firmeza	Acidez	Polpa Amarronzada
				(lb)	(1-9)	(lb)	(%)	(índice 1-4)
2007 - 'Imperial Gala'								
1	+	-	+	16,9	5,5	13,5	0,223	1,89
1	+	-	-	16,9	5,5	12,2	0,211	1,99
1	-	-	+	16,7	5,3	13,9	0,297	1,18
1	-	-	-	16,7	5,3	12,8	0,292	1,26
1	-	-	+	15,0	7,1	9,8	0,222	1,64
1	-	-	-	15,0	7,1	10,1	0,212	1,8
LSD ^{Y/} (0,05)						0,5	0,013	0,09
2008 - 'Royal Gala'								
2	-	+	+	18,3	3,9	16,5	0,244	1,00
2	-	+	-	18,3	3,9	16,3	0,243	1,02
2	-	-	+	18,3	3,9	15,0	0,224	1,05
2	-	-	-	18,3	3,9	13,9	0,223	1,03
2	+	-	+	18,1	3,3	15,2	0,233	1,05
2	+	-	-	18,1	3,3	14,4	0,221	1,05
LSD (0,05)						0,7	0,016	0,2
3	-	-	+	17,4	2,5	14,7	0,275	1,01
3	-	-	-	17,4	2,5	13,8	0,263	1,02
3	-	-	+	15,8	5,9	11,7	0,241	1,2
3	-	-	-	15,8	5,9	11,3	0,236	1,13
LSD (0,05)						0,6	0,011	0,18

^{Y/}LSD: Diferença mínima significativa pelo teste de Fisher ($p=0,05$).

3.2. Armazenagem de maçãs Gala sob AC com diferentes temperaturas

2006:

A firmeza da polpa e o índice de amido (escala 1-9) foram 17,5 lb e 3,9 para o pomar 1, 17,2 lb e 4,5 para o pomar 2, 17,5 lb e 3,3 para o pomar 3 na colheita precoce e 16,1 lb e 5,9 para o pomar 3 na colheita tardia. Não houve efeitos significativos da temperatura de armazenagem sobre o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' nos frutos dos pomares 1 e 2 os quais foram colhidos com firmeza maior que 17 lb.

Nos frutos do pomar 3 colhidos precocemente (17,5 lb), o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' foi maior nos frutos armazenados a -0,5°C que nos frutos armazenados a +0,5°C. Ao contrário, nos frutos do pomar 3 colhidos tardiamente (16,1 lb), o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' foi maior nos frutos armazenados a +0,5°C que nos frutos armazenados a -0,5°C.

Em frutos tratados com 1-MCP, não houve efeito significativo da temperatura sobre o desenvolvimento do escurecimento da polpa, independentemente do pomar. A conservação da firmeza da polpa foi maior nos frutos armazenados a $-0,5^{\circ}\text{C}$ em relação a frutos armazenados a $+0,5^{\circ}\text{C}$ em 3 das 4 amostras estudadas, tanto para frutos tratados quanto para frutos não tratados com 1-MCP. Entretanto, não houve efeitos significativos consistentes da temperatura sobre a conservação da acidez e do teor de SST.

2007:

A firmeza da polpa e o índice de amido foram 17,0 lb e 5,5 para o pomar 1, 17,8 lb e 3,4 para o pomar 2 colheita precoce e 16,2 lb e 6,3 para o pomar 2 colheita tardia. O desenvolvimento de 'polpa amarronzada' normalmente não foi afetado pela temperatura de armazenagem, especialmente para frutos tratados com 1-MCP. Exceção ocorreu para frutos do pomar 1 (17 lb na colheita) nos quais houve sensível aumento de 'polpa amarronzada' quando armazenados a $-0,5^{\circ}\text{C}$ e para frutos do pomar 2 colhidos tardiamente (16,2 lb) nos quais houve sensível aumento do desenvolvimento de 'polpa amarronzada' quando armazenados a $+0,5^{\circ}\text{C}$.

A conservação da firmeza da polpa dos frutos não tratados com 1-MCP foi sempre maior quando armazenados a $-0,5^{\circ}\text{C}$ em relação a frutos armazenados a $+0,5^{\circ}\text{C}$. Para frutos tratados com 1-MCP, a redução da temperatura de armazenagem aumentou a conservação da firmeza em apenas uma das 3 amostras estudadas. Houve sensível aumento da conservação da acidez e dos sólidos solúveis com a redução de $+0,5^{\circ}\text{C}$ para $-0,5^{\circ}\text{C}$, para 4 das 6 amostras estudadas.

2008:

A firmeza da polpa e o índice de amido (escala 1-9) foram 17,3 lb e 4,5 para o pomar 1, 17,5 lb e 4,0 para o pomar 2, 18,7 lb e 3,8 para o pomar 3 colheita precoce e 16,8 lb e 7,5 para o pomar 3 na colheita tardia. Não houve efeitos significativos da temperatura de armazenagem sobre o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' nos frutos do pomar 1.

Nos frutos dos pomares 2 e 3 colhidos precocemente (17,5 lb e 18,7 lb), o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' foi maior nos frutos armazenados a $-0,9^{\circ}\text{C}$ que nos frutos armazenados a $+0,5^{\circ}\text{C}$. Ao contrário, nos frutos do pomar 3 colhidos tardiamente (16,1 lb), o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' foi maior nos frutos armazenados a $+0,5^{\circ}\text{C}$ que nos frutos armazenados a $-0,9^{\circ}\text{C}$. O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' nos frutos do pomar 3 foram menores nos frutos tratados com 1-MCP que nos frutos não tratados.

Em 2008, os frutos armazenados a $-0,9^{\circ}\text{C}$ desenvolveram dano por frio caracterizado pela 'polpa amarronzada' mais úmida (aguada) e escura que o normal e em alguns casos pela epiderme descolorida (amarronzada). Esse dano, não ocorreu nos frutos armazenados a $+0,5^{\circ}\text{C}$. O tratamento 1-MCP reduziu sensivelmente esse dano por frio nos frutos colhidos tardiamente (pomar 3), mas não teve efeito nos frutos colhidos precocemente.

A conservação da firmeza da polpa e da acidez não foi afetada significativamente pela temperatura de armazenagem. Esse resultado difere, em parte, daquele de 2007, possivelmente devido, em parte, ao desenvolvimento de dano por frio nos frutos mantidos a $-0,9^{\circ}\text{C}$.

Nos três anos, 1-MCP aumentou a conservação da firmeza, independentemente da temperatura e do pomar e freqüentemente reduziu o desenvolvimento 'polpa amarronzada'. 1-MCP também aumentou a conservação da acidez nos 3 anos, mas esse efeito dependeu da interação pomar e temperatura.

Estudo recente (dados não publicados) indica que tanto a AC quanto o 1-MCP pode ser mais efetivos no retardamento da perda da firmeza que na prevenção do desenvolvimento de 'polpa amarronzada', pelo menos para alguns pomares. Isso pode explicar em parte o fato de alguns frutos ainda firmes apresentarem 'polpa amarronzada' leve à moderada. No entanto, os resultados desse experimento indicam que a temperatura de armazenagem também pode ter papel importante no desenvolvimento de 'polpa amarronzada' de maçãs clones de 'Gala'.

3.3. Armazenagem de Clones de Fuji sob AC com ultra baixo O_2

Frutos armazenados sob atmosfera controlada (AC) dinâmica com ultra baixo O_2 apresentaram maior firmeza (0,7 lb a 1,1 lb) e acidez titulável (~25%) e menor incidência de escaldadura superficial e podridões que frutos armazenados sob AC convencional, especialmente após 7 dias de prateleira a 23°C . A incidência de escaldadura superficial foi maior nos clones 'Kiku' e 'Fuji Suprema' que em 'Fuji Standard'.

A qualidade dos frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AC convencional foi semelhante a de frutos não tratados com 1-MCP e armazenados sob AC Dinâmica logo após a abertura das câmaras mais 7 dias de prateleira a 23°C . Por outro lado, a firmeza dos frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AC convencional foi maior (0,8 lb) que a de frutos não tratados com 1-MCP e armazenados sob AC Dinâmica após a AC mais 10 dias de AA (atmosfera do ar a 0°C) mais 7 dias de prateleira a 23°C . Houve efeitos aditivos da AC Dinâmica e o tratamento com 1-MCP sobre a conservação da firmeza e da acidez. Por isso, máxima firmeza da polpa e acidez e mínima respiração e produção de etileno após a armazenagem ocorreram nos frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AC Dinâmica com ultra baixo O_2 . A incidência de dano por CO_2 foi inferior a 1% para frutos dos 3 clones e não foi afetada significativamente pela atmosfera de armazenagem nem pelo tratamento com 1-MCP.

De maneira geral, a concentração interna de etanol nos frutos armazenados sob AC Dinâmica com ultra baixo O_2 foi significativamente superior a de frutos armazenados sob AC convencional, especialmente no dia seguinte a abertura da câmara. No entanto, esse fato não resultou em perda da qualidade sensorial dos frutos especialmente depois de 10 dias sob atmosfera do ar.

3.4. Efeito de doses de boro sobre a qualidade e maturação de maçãs na colheita e após a armazenagem

Os efeitos de tratamento dependeram de cultivar, ano e época de análise dos frutos: Os efeitos de tratamento normalmente foram maiores em 'Imperial Gala' que em 'Fuji Suprema' (exceto para dano por CO₂), maior em 2007 ou 2008 que em 2006 ou 2005, e maior após longos períodos de armazenagem que na colheita.

'Imperial Gala':

Altas doses de boro resultaram em menor firmeza da polpa e maior incidência e severidade do distúrbio polpa amarronzada (escurecimento senescente da polpa – Figura 1). Embora esse efeito tenha sido observado já no segundo ano de aplicação dos tratamentos, ele foi mais intenso em 2007 e 2008. Altas doses de boro também causaram aumento da degradação do amido e redução da acidez em 2007 e 2008. Em 2008, houve pequeno aumento (3 a 5%) da cor vermelha devido à aplicação de bórx, especialmente quando não foi aplicado boro no solo. Os efeitos negativos do boro sobre a firmeza e o escurecimento da polpa foram mais evidentes quando se aplicou bórx no botão rosado, independentemente da dose de boro no solo. Doses de boro não afetaram o tamanho dos frutos. Em 2008 houve pequeno aumento da concentração de cálcio com o aumento da dose de boro no solo para os tratamentos sem bórx ou bórx no botão rosado. As incidências dos distúrbios 'Bitter Pit' e 'Blotch Pit' foram inferiores a 0,5% e não foram afetadas pelos tratamentos de boro.

Esses resultados indicam que embora a aplicação de boro possa beneficiar a frutificação e produtividade dos pomares (FAUST, 1986), doses muito elevadas de boro podem comprometer a conservação da qualidade de maçãs 'Imperial Gala' armazenadas por longos períodos.

'Fuji Suprema':

Os efeitos sobre a firmeza da polpa, índice de amido e cor vermelha em 'Fuji Suprema' foram sempre menos evidentes que aqueles observados em 'Imperial Gala'. Já, a redução da acidez devido a altas doses de boro em 2007 e 2008 foi semelhante àquela observada para 'Imperial Gala'. Independentemente do ano, não houve efeito consistente de tratamento de boro sobre o desenvolvimento de escaldadura superficial, porém, altas doses de boro causaram leve aumento da incidência de danos por CO₂ nos frutos armazenados a 2,5% de CO₂, especialmente em 2008. As incidências dos distúrbios 'Bitter Pit', 'Blotch Pit' e podridões foram muito baixas e não foram afetadas pelos tratamentos de boro.

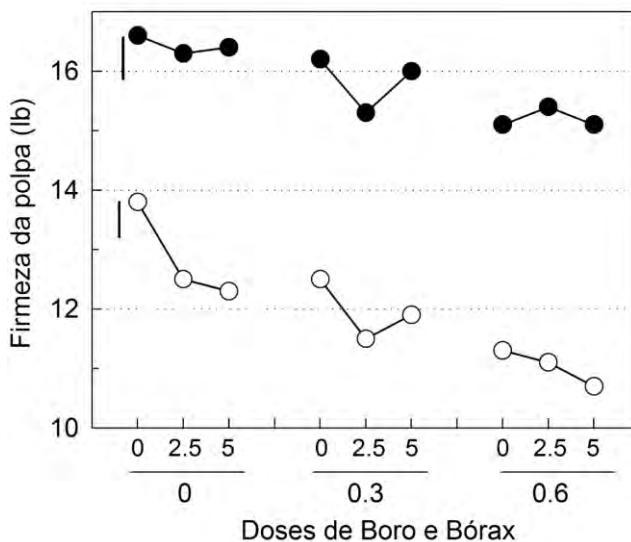


Figura 1. Firmeza da polpa de maçãs 'Imperial Gala' um dia após a colheita (símbolos cheios) e após sete meses de armazenagem mais sete dias a 23°C (símbolos vazios). Frutos colhidos em 2007 de macieiras tratadas a partir de 2002 com bórax foliar (0; 0,3% na florada ou 0,6% após a colheita) e/ou com boro no solo (0; 2,5 ou 5,0 kg ha⁻¹) no inverno. A barra vertical no interior do gráfico indica a diferença mínima significativa entre tratamentos para cada época de análise, determinada pelo teste de Fisher ($p=0,05$).

3.5. Incidência e magnitude dos danos mecânicos na colheita e após a colheita

3.5.1. Magnitude dos danos mecânicos nas operações de colheita

Na colheita de maçãs 'Fuji', as combinações: posição inferior e mediana da sacola com posição inferior, mediana e superior do bin apresentaram entre 50 e 92,3% de registros com impacto inferior a 15 G. Considerando que o limite mínimo de medição é 15 G, os registros inseridos neste intervalo podem ter apresentado impacto com valores de até 15 G ou não ter apresentado impacto algum. Observa-se que o posicionamento da esfera na parte superior da sacola e seu descarregamento na parte inferior, mediana ou superior do bin resultou em baixa ocorrência (9,1 a 19,2%) de registros inferiores a 15 G e a maior frequência de registros nos intervalos de 15 a 20 (30,8 a 56,5%) e de 21 a 30 G (27,3 a 30,8%). Ainda puderam ser observadas frequências entre 2,2 e 19,2% no intervalo de 31 a 40 G (Figura 2A). Isso pode ser explicado pela forma com que o colhedor realiza o descarregamento dos frutos da sacola. As sacolas utilizadas na colheita de maçãs são de lona e providas de fundo falso. A abertura do fundo, através da liberação dos dois ganchos, promove o descarregamento dos frutos por rolamento. No entanto, quando a sacola está praticamente vazia, ou seja, quando os frutos que estavam na posição superior

estão próximos à saída da sacola, um movimento brusco para cima, comumente observado, faz com que esses frutos sofram impacto.

Na colheita de maçãs 'Pink Lady', observou-se que 43,6 a 91,7% dos registros foram inferiores a 15 G, independente da combinação nível de enchimento da sacola x nível do enchimento do bin (Figura 2B), confirmando o procedimento diferenciado e mais cuidadoso adotado na colheita desta cultivar em função de sua elevada sensibilidade à manifestação dos sintomas de DM. A maior ocorrência de impactos em função do posicionamento da esfera na parte superior da sacola foi igualmente observada durante a colheita da 'Pink Lady' (Figura 2B).

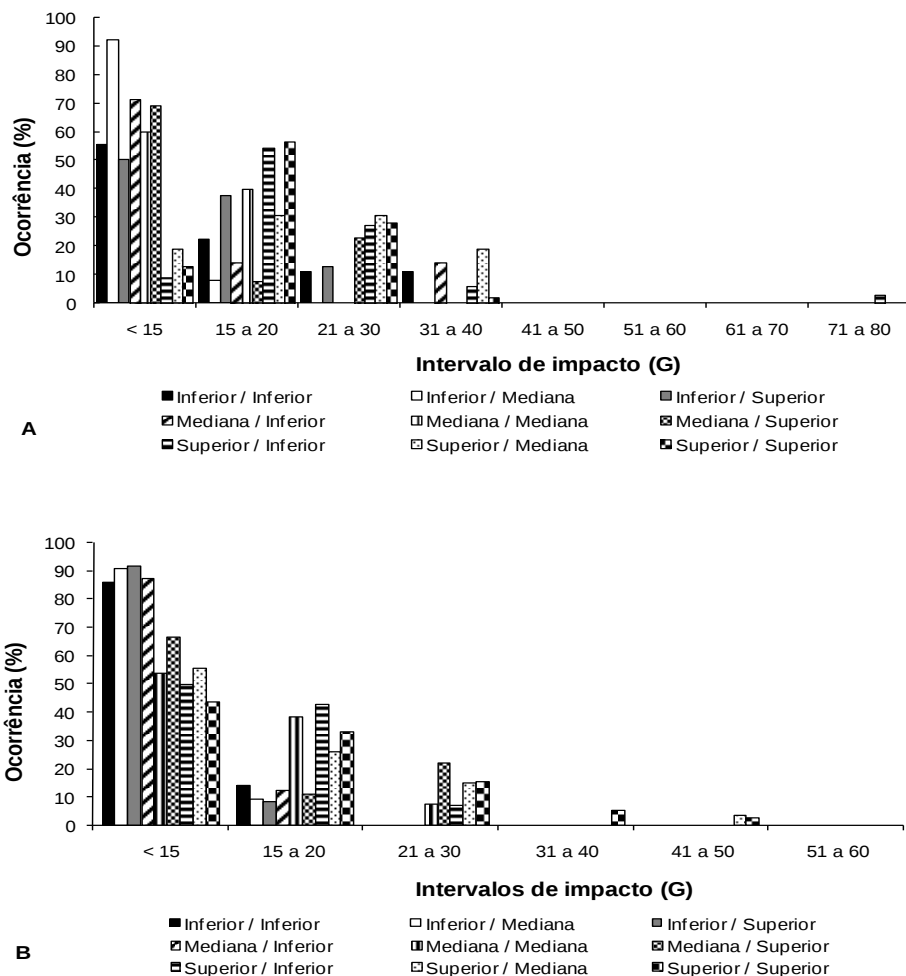


Figura 2. Ocorrência (%) dos intervalos de impactos (G) em função da combinação nível de enchimento da sacola / nível de enchimento do bin durante a colheita de maçãs 'Fuji' (A) e 'PinkLady' (B).

O uso de escada durante a colheita da maçã 'Fuji' resultou em 27,3% das medições com registro de 4 impactos. Isso significa que desde o momento em que a esfera foi colocada no fundo da sacola até o momento em que todos os frutos, inclusive a esfera instrumentada, foram descarregados no *bin*, o equipamento registrou a ocorrência de 4 impactos, independente da sua magnitude. Em contrapartida, a colheita sem escada resultou em 5,3% das medições com 5 registros de impacto, número máximo de impactos que não foi observado na colheita com escada (Figura 3A). Do total de registros de impacto, 48,5% (sem escada) e 44% (com escada) estavam inseridos no intervalo de 15 a 20 G, sendo que, dentro de cada um dos demais intervalos, a ocorrência de impacto foi consideravelmente menor (Figura 3B). O uso de escada na colheita de maçãs 'Pink Lady' resultou em maior ocorrência de impactos quando comparado à colheita sem escada, sendo que 53,3 e 13,3% das medições apresentaram 1 e 2 impactos, respectivamente (Figura 3C). Deste total, 47,1% estavam inseridos no intervalo de 15 a 20 G e 23,5% no intervalo de 21 a 30 G (Figura 3D).

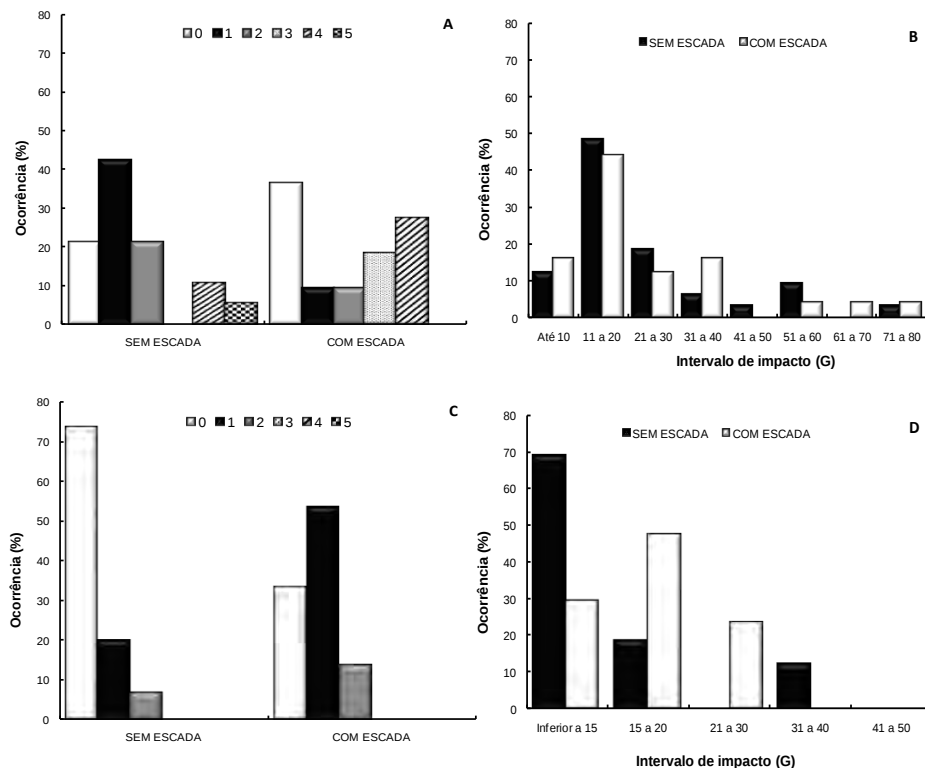


Figura 3. Ocorrência (%) do número de impactos e de intervalos de impacto (G) na colheita de maçãs 'Fuji' (A e B) e 'Pink Lady' (C e D).

3.5.2. Magnitude e pontos de maior incidência de danos mecânicos nas linhas de classificação e embalagem

As linhas 1 e 2 agrupadas como “Linha de Seleção/Embalagem” apresentam em comum as etapas de recepção em água, tanque pulmão e elevador de roletes. A partir desta etapa as linhas apresentam diferentes componentes, equiparando-se novamente a partir do sincronizador (Figura 4A).

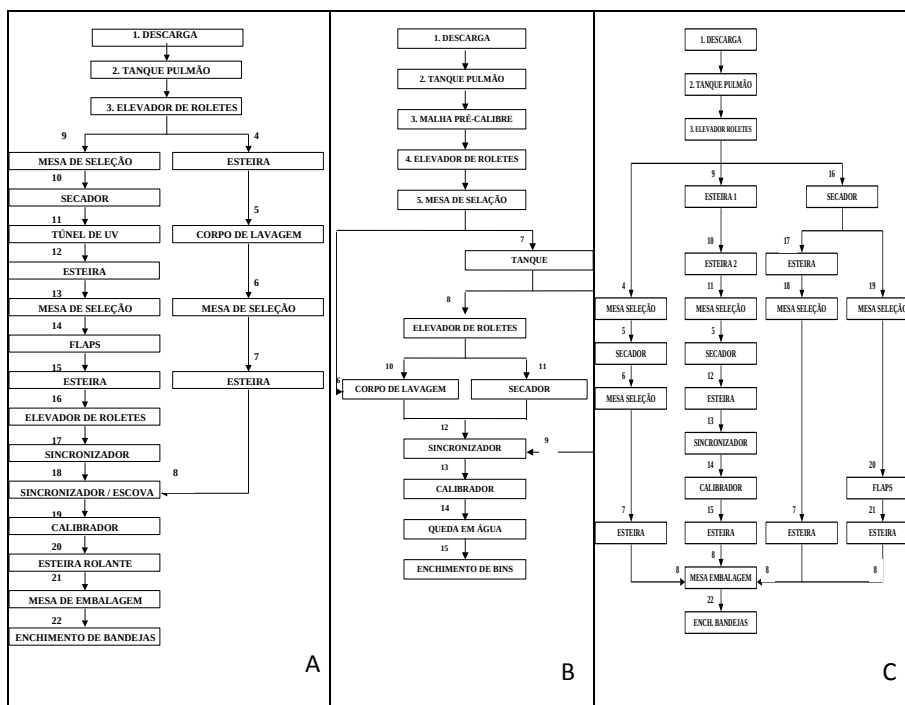


Figura 4. Fluxogramas das linhas “Seleção/Embalagem” (A), “Pré-Seleção (B) e “Embalagem” (C).

Observa-se que o ponto crítico de impacto corresponde à transferência sincronizador – calibrador, onde 100% das medições indicaram valores de aceleração acima de 30 G, com frequência de 66,67% acima de 50 G. Neste ponto, os valores oscilaram entre 34,20 e 96,78 G (Figura 5). De acordo com Segatori et al. (2008), dependendo da sensibilidade da cultivar, valores de aceleração entre 30 e 50 G, sobre superfícies rígidas, podem causar danos comerciais, ou seja, com área superficial maior que 50 mm². Os valores entre 50 e 80 G são considerados de alto risco, enquanto que os valores inferiores a 25 G geralmente não causam danos mecânicos nos frutos. Neste ponto, os maiores valores de aceleração foram

observados na linha 1, que possui calibrador no sistema de pratos. De acordo com Gomila (2007), os principais problemas no setor sincronizador-calibrador são a inadequada velocidade de trabalho, a excessiva diferença de altura entre sincronizador e pratos, decorrente de falhas de projeto ou montagem, e o descompasso entre os componentes, que pode causar danos severos decorrentes da queda dos frutos sobre as bordas dos pratos.

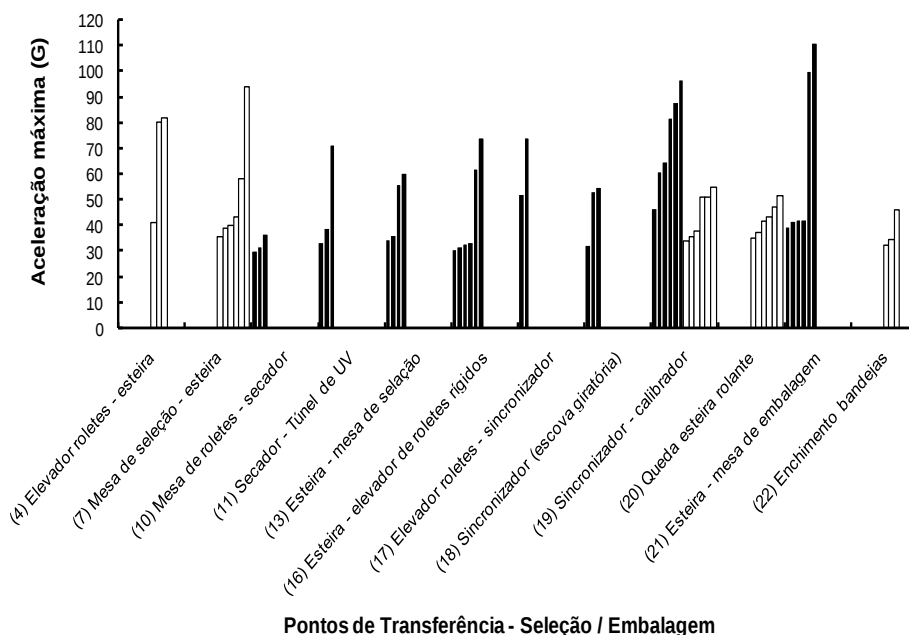


Figura 5. Aceleração máxima (G) na linha de Seleção-Embalagem (Linha1: preto; Linha 2: branco).

Neste agrupamento, os demais pontos apresentados na Figura 5 foram críticos para somente uma das linhas avaliadas. Destes pontos, quatro apresentaram 100% dos valores acima de 30 G: (7) mesa de seleção – esteira, (16) esteira – elevador de roletes rígidos, (20) queda esteira rolante e (21) esteira – mesa de embalagem. Com exceção do ponto 20, todos os demais apresentaram 33,3% dos valores acima de 50 G. O ponto de transferência 21, com valores entre 39,9 e 111,2 G apresenta diferencial de 3,5 cm entre a esteira e a mesa de embalagem. A presença de mecanismo de desaceleração e rampa acolchoada não impediram a ocorrência de elevados níveis de impacto, o que pode ser atribuído à velocidade de trabalho e ao enrijecimento da borracha. Os valores máximos de impacto registrados nos pontos 7 e 16 foram 93,9 e 74,3 G, respectivamente. O ponto de transferência 7, identificado na linha 2, apresenta diferencial de 9,0 cm entre a mesa

de seleção de roletes rígidos e a esteira. A rampa, constituída de material adequado (Ingeniería Prodol S/A), atenua a defasagem de altura, no entanto não elimina o risco de ocorrência de DM neste ponto. Os impactos registrados na transferência da esteira para o elevador de roletes (16) talvez possam ser reduzidos ou eliminados com o prolongamento da rampa, de forma a reduzir a energia com que o fruto chega ao rolete.

O ponto de transferência entre o elevador de roletes e a esteira (4), localizado no início da linha 2, apresentou 33,3% dos valores de aceleração acima de 50 G. O diferencial de 3,5 cm de altura foi reduzido com a utilização de rampa, no entanto, a pequena espessura do material utilizado, bem como o excesso de folhas que se acumula neste ponto, podem interferir negativamente na absorção dos impactos.

Os pontos 11, 13, 17 e 18 apresentaram menor frequência de valores de AM entre 30 e 50 G, mas, ainda assim, foram registrados, pelo menos, 16,67% dos valores acima de 50 G (Figura 5). Os pontos 11, 13 e 17 apresentam rampa de borracha como mecanismos de desaceleração dos frutos. Os materiais com capacidade de amortecimento absorvem parte da energia do impacto através da sua deformação, criando maior superfície de contato e diminuindo o nível de energia do fruto (GOMILA, 2007), no entanto, o enrijecimento, o desgaste ou a ruptura do material reduzem essa capacidade, sendo necessário, portanto, o monitoramento constante e a substituição quando necessário. O ponto de transferência 18 apresenta diferencial de 4,5 cm entre os dois componentes, o que pode ter contribuído, juntamente com a velocidade de trabalho, para a ocorrência dos valores de AM observados.

Com relação às linhas 3, 4, 5 e 6 agrupadas como “Pré-seleção” e “Embalagem”, verifica-se que o ponto crítico de impacto na “Pré-seleção”, observado em três das quatro linhas avaliadas, corresponde à transferência entre o corpo de lavagem ou secador e o sincronizador (Figuras 4B e 6). Neste ponto, 66,67% dos valores de AM foram superiores a 30 G, sendo que destes, 31,25% foram superiores a 50 G. O máximo valor de aceleração registrado neste ponto foi 83,02 G. O diferencial de altura observado entre os componentes foi de 7, 3 e 9 cm para as linhas 3, 4 e 6, respectivamente. Medidas simples, como o monitoramento do estado de conservação e a substituição dos materiais de proteção utilizados como rampas para redução ou eliminação das diferenças de altura entre os componentes da linha, bem como o correto posicionamento das cortinas, afim de que atuem como mecanismos de desaceleração, podem ser suficientes para a redução dos impactos registrados neste ponto. Adicionalmente, foram observados valores de aceleração entre 32,65 e 86,61 G no interior do secador da linha 6 (dados não apresentados). Neste componente não existem diferenças de altura e os frutos se movimentam sobre escovas rotatórias, de forma que os valores registrados foram decorrentes do impacto entre os frutos e a esfera instrumentada, indicando excessivo volume de frutos e velocidade de trabalho acima da recomendada.

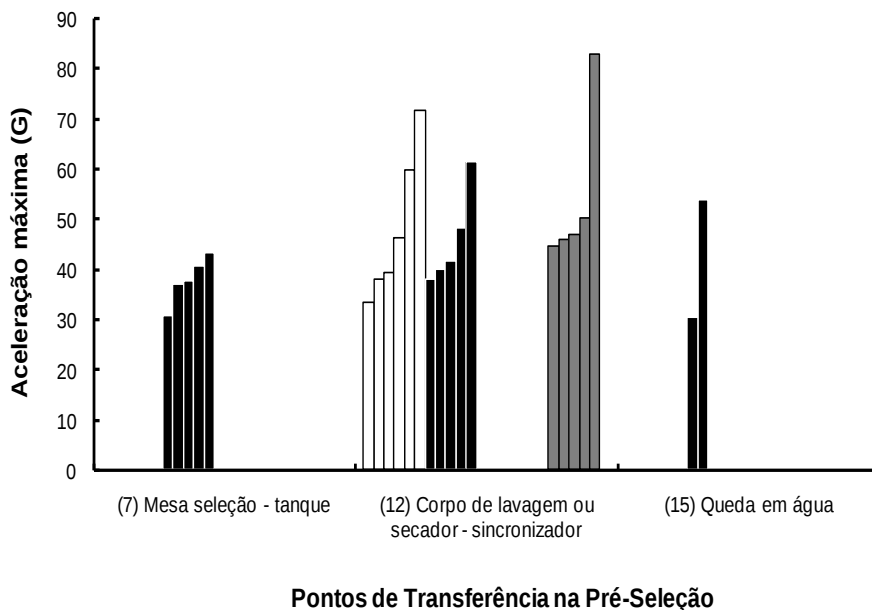
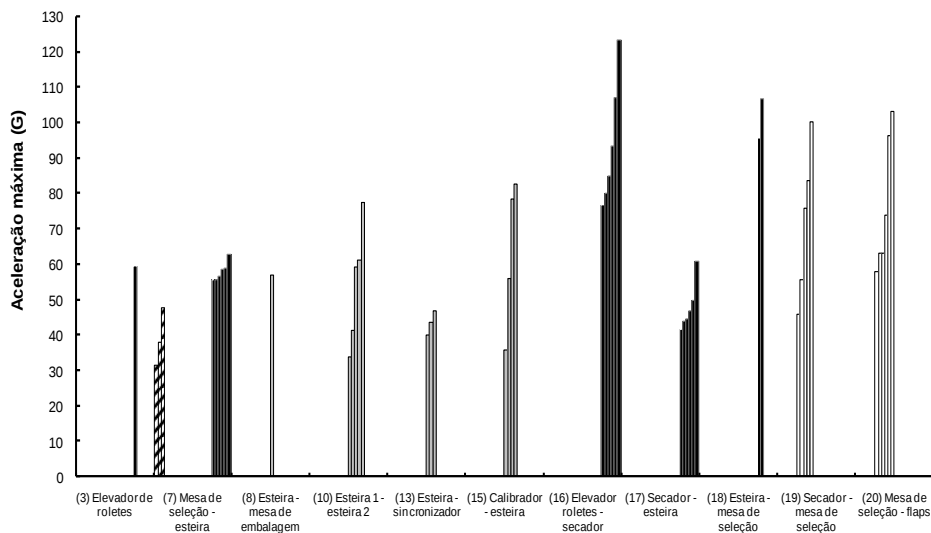


Figura 6. Aceleração máxima (G) na Linha de Pré-Seleção (Linha 3: preto; Linha 4: branco, Linha 6: cinza).

Os componentes da etapa de “Embalagem” diferem consideravelmente entre as linhas, podendo-se destacar, em comum, no início de cada linha, a recepção em água, o tanque pulmão e o elevador de roletes e, ao final, a mesa de embalagem e o enchimento de bandejas (Figuras 4C e 7).

O ponto de transferência entre mesa de seleção e esteira (7), existente em duas das quatro linhas avaliadas, apresentou 75% dos valores de aceleração acima de 30 G, sendo que 100% dos valores registrados na linha 6 foram superiores a 50 G. Nesta linha, os valores variaram entre 55,4 e 62,6 G (Figura 7) e, possivelmente, são decorrentes do desgaste do material de amortecimento utilizado na rampa que atenua a diferença de 6 cm de altura entre os componentes. Com exceção do ponto de transferência 7, os demais apresentaram valores críticos em somente uma das quatro linhas avaliadas. Dos pontos que apresentaram 100% de valores de aceleração acima de 30 G: (16) elevador de roletes – secador, (17) secador – esteira e (20) mesa de seleção – flaps, somente os pontos 16 e 20 apresentaram 100% dos valores de AM acima de 50 G. O ponto de transferência entre o elevador de roletes e o secador (16), identificado na linha 6, apresentou o maior valor de aceleração, 123,3 G. Os elevados valores de aceleração (76,7 a 123,3 G) detectados neste ponto são decorrentes do grande diferencial de altura existente entre os componentes e da ausência de material de amortecimento na rampa, de forma que os frutos colidem diretamente contra uma superfície rígida de metal. O ponto 20,

identificado na linha 3, com valores máximos de aceleração entre 58,0 e 103,2 G apresenta um diferencial de 9 cm entre a mesa de seleção e o *flaps*, atenuado por uma rampa de borracha, possivelmente, com pequena capacidade de absorção da energia de impacto.



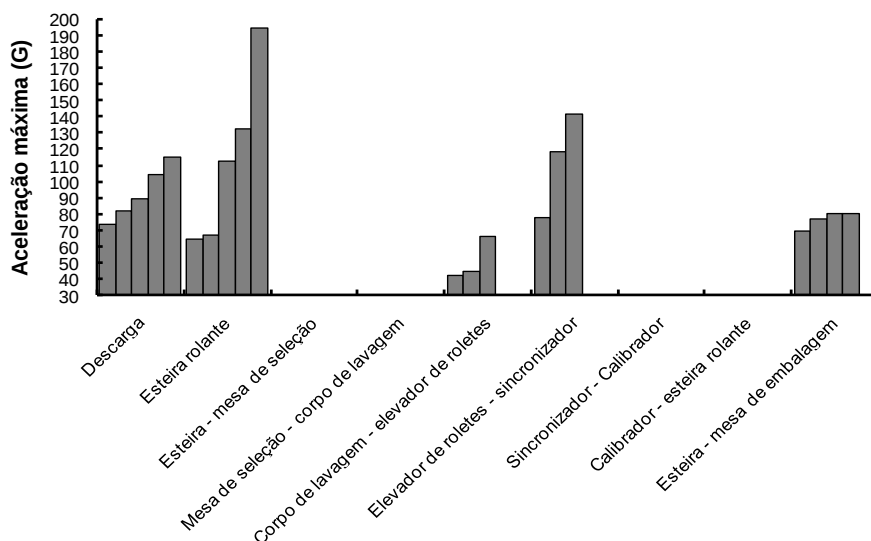
Pontos de Transferência na Embalagem

Figura 7. Aceleração máxima (G) na Linha de Embalagem (Linha 3: branco; Linha 4: listrado, Linha 5: cinza, Linha 6: preto).

O segundo maior valor de aceleração na etapa de “Embalagem” (106,5 G) foi observado na linha 6, no ponto de transferência entre esteira e mesa de seleção (18). Este ponto apresentou somente 33,3% dos valores acima de 50 G, no entanto apresenta alto risco de ocorrência de danos mecânicos, uma vez que existe um diferencial de 7 cm entre os componentes sem qualquer tipo de proteção, o que faz com que os frutos caiam diretamente sobre a mesa de roletes rígidos. Os pontos de transferência 10, 15 e 19 apresentaram, pelo menos, 66,7% dos valores de aceleração acima de 30 G. Destes, o ponto 19, identificado na linha 3 como a transferência do secador para a mesa de seleção, apresentou 80% dos valores observados acima de 50 G, com valor máximo de aceleração de 99,9 G. Este ponto, assim como o ponto de transferência 20, identificado na mesma linha de embalagem apresenta um diferencial de altura entre os componentes atenuado por uma rampa de borracha. Esse material, possivelmente, não possui as características desejáveis, devendo ser substituído por outro com maior capacidade de amortecimento. Os pontos 10 e 15, verificados na linha 5, apresentam, pelo menos, 60% dos valores observados acima de 50 G, com valores máximos de 77,2 e 82,5 G, respectivamente. No ponto 10, o diferencial de altura entre duas esteiras foi reduzido com a utilização de uma rampa construída com borracha de baixa espessura, no entanto, o material utilizado não impediu a ocorrência dos elevados níveis de

impacto. O ponto 15 corresponde à transferência do calibrador, tipo 'sizer', para a esteira. Embora os frutos caiam sobre uma escova giratória, é possível que ocorram impactos contra superfícies metálicas desprotegidas, justificando a ocorrência dos valores registrados.

A linha 7, caracterizada pela ausência de água na recepção dos frutos, apresentou elevados valores de aceleração em quatro dos nove pontos de transferência avaliados. Destes, os pontos 1 e 2 (recepção e esteira rolante, respectivamente) apresentaram 100% dos valores acima de 50 G, sendo observado, na transferência entre esteiras (2), o maior valor de aceleração, equivalente a 194,80 G. A entrada do sincronizador, com diferença de 11,5 cm entre os componentes, apresentou 60% dos valores de aceleração acima de 50 G. Os elevados valores de aceleração observados nesta linha são decorrentes do sistema inadequado de descarregamento dos frutos (Figura 8), do grande diferencial de altura entre os componentes da linha e da ausência de material de proteção.



Pontos de Transferência - RECEPÇÃO SEM ÁGUA

Figura 8. Aceleração máxima (G) na Linha 7 (Recepção sem água).

Em todas as linhas foram observados elevados valores de aceleração nos retornos, ou seja, nas etapas que conduzem ao beneficiamento dos frutos de qualidade inferior. Nestes pontos, foram observados grandes diferenciais de altura sem qualquer tipo de proteção ou mecanismo de desaceleração dos frutos. Foram registrados, em um mesmo ponto com diferencial de 6 cm entre esteiras, valores de aceleração entre 90,0 e 165,2 G e entre 16,5 e 21,2 G, referentes à presença ou ausência de cortina, respectivamente.

3.5.3. Altura de queda e superfície de impacto na manifestação de danos

Os valores de aceleração máximos obtidos a partir da queda da esfera sobre a superfície de maçãs puderam ser representados através de uma equação quadrática ($y = 8,88 + 7,61x - 0,28x^2$). Maçãs submetidas às alturas de queda de 1,5 e 2,0 cm de altura sobre superfície de maçãs, equivalentes aos valores de aceleração de 19,6 e 23 G e portanto, semelhantes ao intervalo de impacto mais representativo na colheita não apresentaram sintomas externos de DM após 7 dias a 24°C, nem tampouco após a remoção da epiderme.

Sobre a superfície metálica, os valores de aceleração máxima obtidos foram representados através de uma equação quadrática ($y = 72,58 + 16,99x - 0,19x^2$), enquanto que os valores obtidos nas quedas sobre superfície de borracha foram melhor expressos através de uma equação linear ($y = 7,80 + 4,84x$). Destacando-se um ponto intermediário do intervalo avaliado (15 cm) observa-se que a aceleração máxima na queda sobre superfície de borracha foi equivalente a 27,7% da observada sobre superfície metálica, o que significa dizer que a borracha absorveu 72,3% da energia, ficando evidente a função protetora da borracha na absorção da energia de impacto (Figura 9A).

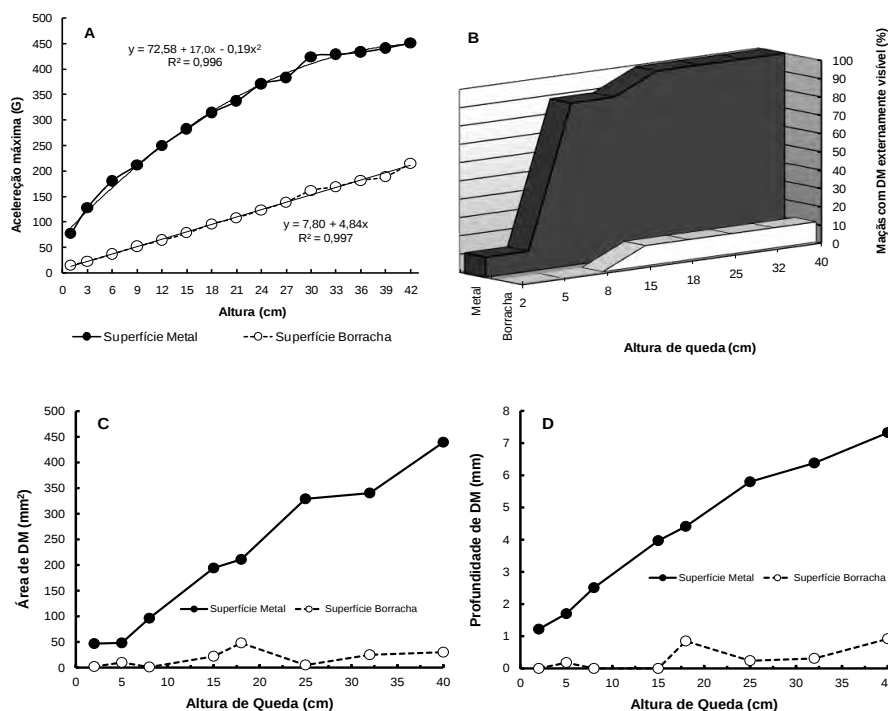


Figura 9. Aceleração máxima da esfera instrumentada sobre duas superfícies (A) e ocorrência de dano mecânico em maçãs (B: dano mecânico visível externamente; C: área do dano; D: profundidade do dano).

A avaliação dos frutos indicou que a queda de 2 cm sobre superfície metálica resultou em 11,1% das maçãs com DM perceptível externamente. Essa frequência manteve-se nos frutos submetidos a queda de 5 cm, passando para 88,9% nos frutos submetidos a quedas de 8 e 15 cm. As alturas de queda a partir de 18 cm resultaram em 100% dos frutos com dano perceptível externamente. Maçãs submetidas a queda sobre superfície de borracha apresentaram sintomas de DM somente a partir de 15 cm, não havendo incremento na porcentagem de frutos com sintoma em função do aumento da altura de queda (Figura 9B).

Não foi observada diferença significativa quanto à área e profundidade do DM em função da altura de queda sobre superfície de borracha, com valores oscilando entre 0,0 e 44,6 mm² e 0,0 e 0,9 mm, para área e profundidade do dano, respectivamente. Nos frutos submetidos à queda sobre superfície metálica, verificou-se um aumento gradual na área e profundidade do dano, atingindo valores máximos de 439,3 mm² e 7,3mm, respectivamente, quando liberados a partir de 40 cm de altura (Figuras 9C e 9D). Dependendo da área, os danos em maçãs podem ser classificados em três categorias: leves, médios e severos. São leves, os danos com área superficial menor que 50 mm², médios, aqueles com área entre 50 e 100 mm² e severos, os que apresentam área superior a 100 mm² (SEGATORI, 2008).

O valor máximo de aceleração observado nas linhas de beneficiamento e classificação (194,8 G) foi equivalente, na simulação em laboratório com a esfera instrumentada, à queda de 8 cm sobre superfície metálica, ou de 39 cm sobre superfície de borracha. Em maçãs, esse valor de aceleração, obtido a partir da queda de 8cm sobre superfície de metal, resultou em 88,9% dos frutos com sintoma externo de DM e, internamente, em dano com área de 96,29 mm² e profundidade de 2,50 mm, enquanto que a queda a partir de 40 cm sobre borracha (altura mais próxima testada), resultou em 11,1% dos frutos com sintoma externo, área de 28,2 mm² e profundidade de 0,9 mm.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ A remoção do etileno da atmosfera de armazenagem sob AC pode aumentar a conservação da firmeza da polpa, mas a eficiência dessa técnica depende da maturação dos frutos na colheita.
- ✓ Os efeitos da temperatura de armazenagem sobre o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' em maçãs clone de 'Gala' dependem da maturação dos frutos na colheita e do pomar.
- ✓ Em frutos de alguns pomares o desenvolvimento de 'polpa amarronzada' pode ser mais intenso a -0,5°C quando os frutos são colhidos precocemente ou mais intenso a +0,5°C quando os frutos são colhidos tardiamente.
- ✓ A temperatura de armazenagem não afeta o desenvolvimento do distúrbio 'polpa amarronzada' em frutos de alguns pomares.
- ✓ A atmosfera controlada com O₂ ultra baixo (<1%) aumenta a conservação da firmeza da polpa e da acidez e reduz o

desenvolvimento de escaldadura superficial em relação a AC convencional (1,5 a 2% de O₂).

- ✓ Existem efeitos aditivos das tecnologias AC com O₂ ultra baixo e 1-MCP na conservação da qualidade de maçãs clones de 'Fuji'.
- ✓ Altas doses de boro aceleram a maturação de maçãs 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' na planta e aumentam a incidência e severidade do distúrbio 'polpa amarronzada' em maçãs 'Imperial Gala' durante a armazenagem.
- ✓ Os efeitos de altas doses de boro sobre a maturação na planta são maiores em maçãs 'Imperial Gala' que em 'Fuji Suprema'.
- ✓ Os efeitos negativos de altas doses de boro sobre a firmeza da polpa e acidez titulável são maiores após a armazenagem que na colheita.
- ✓ A maior parte dos valores de impacto registrada na colheita é de baixa magnitude.
- ✓ A submissão de maçãs 'Fuji' às alturas de queda equivalentes aos valores de aceleração predominantes durante a colheita resultou em frutos sem sintomas de danos mecânicos.
- ✓ Seis das sete linhas de beneficiamento e classificação avaliadas apresentaram elevados valores de impacto nas etapas entre a entrada do singulador e o calibrador.
- ✓ O valor máximo de aceleração observado nas linhas de beneficiamento e classificação foi 194 G, equivalente, na simulação em laboratório com a esfera instrumentada, à queda de 8 cm sobre superfície metálica desprotegida.
- ✓ A submissão de maçãs 'Royal Gala' à queda de 8 cm em superfície metálica resultou em 89% dos frutos com sintoma externo de dano mecânico e, internamente, em dano com área de 96 mm² e profundidade de 2,5 mm, facilmente perceptível ao toque e visível após remoção da epiderme.
- ✓ Medidas como recepção em água, redução das diferenças de altura entre os componentes da linha e utilização de elementos desaceleradores podem minimizar a ocorrência de danos mecânicos e, portanto, reduzir as perdas em pós-colheita.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGENTA, L. C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs 'Gala' após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 6, p. 135-140, 1994.
- ARGENTA, L. C.; FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Delaying establishment of controlled atmosphere or CO₂ exposure prevents 'Fuji' apple CO₂ injury without excessive fruit quality loss. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 221-229, 2000.
- ARGENTA, L. C.; FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Development of internal browning in 'Fuji' apples during storage. In: WASHINGTON TREE FRUIT POSTHARVEST CONFERENCE, 2001, Wenatchee. **Proceedings...** [S.l.: s. n., 2001]. Disponível em: <<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/PC2001C.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2009.

- ARGENTA, L. C.; FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Responses of 'Fuji' apples to short and long duration exposure to high CO₂. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 13-24, 2002.
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.; NEUWALD, D. A. Armazenamento de maçã 'Gala' em atmosfera controlada com remoção de etileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 647-650, 2003.
- BAJEMA, R. W.; HYDE, G. M. Packing line bruise evaluation for 'Walla Walla' summer sweet onions. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 38, p. 1167-1171, 1995.
- BROWN, G. K.; SCHULTE PASON, N. L.; TIMM, E. J.; BURTON, C. L.; MARSHALL, D. Apple packing line impact damage reduction. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 6, p. 759-764, 1990.
- FAN, X.; MATTHEIS, J. P.; BLANKENSHIP, S. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush and greasiness is reduced by MCP. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 47, p. 3063-3068, 1999.
- FAUST, M. **Physiology of temperate zone Fruit trees**. New York: J. Wiley, 1989. 338 p.
- FERREIRA, M. D.; FERRAZ, A. C. O.; FRANCO A. T. O. Tomato packing lines studies with an instrumented sphere in Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 682, p. 1753-1760, 2005.
- FERREIRA, M. D.; SILVA, M. C.; CAMARGO, G. G. T.; AMORIN, L.; FISCHER, I. H. Pontos críticos de impacto em linhas de beneficiamento utilizadas para citros no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 523-525, 2006.
- GOMILA, T. Daño por golpe en manzanas en líneas de empaque. **Fruticultura & Diversificación**, Rio Negro, v. 54, p. 42-50, 2007.
- GRAELL, J. Eliminación del etileno em la consevación de fruta. In: JORNADAS TÉCNICAS: FRIGOCONSERVACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA FRUTA DULCE, 1990, Barcelona. **Anais...** Barcelona: Fundacion Caja De Pensiones, 1990. p. 19-29.
- HYDE, G. M.; BROWN, G. K.; TIMM, E. J.; ZHANG, W. Instrumented sphere evaluation of potato packing line impacts. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 35, p. 65-69, 1992.
- HYDE, G. M.; ZHANG, W. Apple bruising research update: packing line impact evaluations. **Tree Fruit Postharvest Journal**, Wenatchee, v. 3, p. 12-15, 1992.
- KNEE, M.; HATFIELD, S. G. S. Benefits of ethylene removal during apple storage. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 98, p. 157-165, 1981.
- LANGE, E.; FICA, J. Response of Golden Delicious apples to low oxygen storage, ethylene removal, and to short term high CO₂ treatment before storage in 5% CO₂ + 3% O₂. **Fruit science reports**, Skierniewice, v. 11, p. 113-121, 1984.
- LAU, O. L. Ethylene scrubbing offeres no benefit to 'Goldem Delicious' apples held in 1,5% O₂ plus 1,5% CO₂. **Hortscience**, Alexandria, v. 24, p. 852, 1989.
- LIDSTER, P. D.; LIGHTFOOT, H. J.; MCRAE, K. B. Fruit quality and respiration of 'McIntosh' apples in response to ethylene, very low oxygen and carbon dioxide storage atmospheres. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 20, p. 71-83, 1983.
- LIU, F. W. Varietal and maturity differences of apples in response to ethylene in controlled atmosphere storage. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 102, p. 93-95, 1977.
- LIU, F. W. Factors influencing the effectiveness of low ethylene ca storage of apples. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 157, p. 113-119, 1985.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MEHERIUK, M.; PRANGE, R. K.; LIDSTER, P. D.; PORRITT, S. W. (Ed.). **Postharvest disorders of apples and pears**. Ottawa: Agriculture Canada Publication, Communications Branch, 1994. 66 p.

MILLER, W. M.; WAGNER, C. Florida citrus packing line studies with an instrumented sphere. **Applied Engineering in Agriculture**, Saint Joseph, v. 7, p. 577-581, 1991.

NACHTIGALL, G. R.; BASSO, C.; FREIRE, C. J. Nutrição e adubação de pomares. In: NACHTIGALL, G. R. **Maçã**: produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 63-77. (Frutas do Brasil, 37).

NARDIN, C. Nuevas orientaciones en el empleo de la atmosfera controlada en la conservacion de las mazanas. : JORNADAS TÉCNICAS: FRIGOCONSERVACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA FRUTA DULCE, 1990, Barcelona. **Anais...** Barcelona: FC DP, 1990. p. 11-18.

SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; ZOELLNER, J. J. Instrumented sphere impact analysis of tomato and bell pepper packing lines. **Applied Engineering in Agriculture**, Saint Joseph, v. 8, p. 76-83, 1992.

SEGATORI, A.; DI MASI, S.; GOMILA, T. **Dañ o mecánico por golpe em manzanas**. Río Negro: INTA, Estación Experimental del Alto Valle del Río Negro, 2005. Proyecto Nacional N° 52-535.

STOW, J.; GENGE, P. Low-ethylene storage of apples cv. 'Cox's Orange Pippin': effects of 'Rapid CA' and ultra-low oxygen. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 117, p. 673-681, 1990.

ZANELLA, A.; CAZZANELLI, P.; PANARESE, A.; COSER, M.; CECCHINEL, M.; ROSSI, O. Fruit fluorescence response to low oxygen stress: modern storage technologies compared to 1-MCP treatment of apple. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 682, p. 1535-1542, 2005.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

AMARANTE, C. V. T.; ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; STEFFENS, C. A. Alteração da eficiência do 1-MCP com o retardo na sua aplicação após a colheita em maçãs 'Fuji suprema'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 984-992, 2010.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ARGENTA, L. C. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, n. 1, p. 79-85, 2011.

ANTONIOLLI, L. R.; FIALHO, F. B.; FERREIRA, M. D.; SCHAKER, P. D. C.; HENDGES, M. V.; LERIN, J.; MORO, L. Evaluation of potential mechanical damage in apple packing lines in the main producing regions of Brazil. In: FRUIT, NUT AND VEGETABLE PRODUCTION ENGINEERING SYMPOSIUM, 9., 2009, Concepción. **Proceedings...** Chillán: Propag - INIA'S National Precision Agriculture Program, 2009. p. 704-711.

ANTONIOLLI, L. R.; GIMENES, L.; ALMEIDA, C. B. Manifestação do dano mecânico por impacto em maçãs colhidas em diferentes estádios de maturação. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 23, p. 186-187, set. 2011. p. 299. Suplemento. Resumos do XIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal e XIV Reunião Latino-Americana de Fisiologia Vegetal, 19 a 22 de setembro de 2011, Búzios, RJ.

ARGENTA, L. C.; FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Interactive Effects of CA Storage, 1-Methycyclopropene and Methyl Jasmonate on Quality of Apple Fruit. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 857, p. 259-266, 2010.

ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SCOLARO, A. M. T. Validação de catálogos de cores como indicadores do estágio de maturação e ponto de colheita de maçã. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 71-77, 2010.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; ARGENTA, L. C. Eficiência de Retain em mistura de tanque com agroquímicos na maturação e queda pré-colheita de maçãs Imperial Gala. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 83-86, 2011.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C.; ANTONIOLLI, L. R.; AMARANTE, C. V. T. do; SCHAKER, P. Influência de diferentes intensidades de dano mecânico por impacto na qualidade pós-colheita de maçãs 'Royal Gala'. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 46. Resumo.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A.; ANTONIOLLI, L. R.; AMARANTE, C. V. T. do; ZANARDI, O. Z. Taxas respiratória e de produção de etileno em maçãs 'Royal Gala' e 'Pink Lady' submetidas a diferentes níveis de dano mecânico por impacto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. Não paginado.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A.; ANTONIOLLI, L. R.; AMARANTE, C. V. T. do; ZANARDI, O. Z. Efeito de diferentes níveis de dano mecânico por impacto na textura de maçãs 'Royal Gala' e 'Pink Lady'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. Não paginado.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A.; ANTONIOLLI, L. R.; AMARANTE, C. V. T.; BRACKMANN, A. Qualidade de maçãs Royal Gala submetidas ao dano mecânico por impacto e aplicação de 1-Metilciclopropeno em dois sistemas comerciais de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 32-39, 2011.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A.; ANTONIOLLI, L. R.; AMARANTE, C. V. T.; ZANARDI, O. Z. Qualidade de maçãs 'Fuji Suprema' submetidas a diferentes tipos de dano mecânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 671-675, jun. 2011

MORO, L.; SCHAKER, P.; SPAGNOL, F.; ANTONIOLLI, L. R. Influência da altura de queda e da superfície de impacto na manifestação do dano mecânico em maçãs. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 44. Resumo.

SCHAKER, P.; MORO, L.; LERIN, J.; HENDGES, M.; ANTONIOLLI, L. R. Pontos críticos de impacto em linhas de beneficiamento e classificação de maçãs. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 43. Resumo.

SPAGNOL, F.; SCHAKER, P.; MORO, L.; ANTONIOLLI, L. R. Efeito de fatores intrínsecos na suscetibilidade de maçãs 'Royal Gala' ao dano mecânico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., 2008, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 45. Resumo.

VELHO, A. C.; AMARANTE, C. V. T.; ARGENTA, L. C.; STEFFENS, C. A. Influência da temperatura de armazenagem na qualidade pós-colheita de goiabas serranas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 14-20, 2011.

Apoio Financeiro:



Parceiros:



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

