

BRUNA MOREIRA SCHRAMMEL BALDIN

**INTENSIDADE DE MANCHA DE GLOMERELLA EM
MACIEIRA COM A APLICAÇÃO DE INIBIDORES DA
SÍNTESE E AÇÃO DO ETILENO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, na Universidade do Estado de Santa Catarina como requerimento parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Ph.D. Cassandro Vidal
Talamini do Amarante

Co-orientadores:

Dr. Cristiano André Steffens

Dr. Silvio André Meirelles Alves

**LAGES, SC
2014**

B177i Baldin, Bruna Moreira Schrammel
Intensidade de mancha de glomerella em macieira com a aplicação de inibidores da síntese e ação do etileno / Bruna Moreira Schrammel Baldin. - Lages, 2014.
62 p.: il.; 21 cm

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Coorientador: Cristiano André Steffens
Coorientador: Silvio André Meirelles Alves
Bibliografia: p. 54- 62
Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2014.

1. *Colletotrichum* spp.
2. Aminoetoxivinilglicina. 3. 1-Metilciclopropeno.
4. *Malus domestica*. 5. Etileno.
I. Baldin, Bruna Moreira Schrammel. II. Amarante, Cassandro Vidal Talamini do. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 634.11 - 20.ed.

BRUNA MOREIRA SCHRAMMEL BALDIN

**INTENSIDADE DE MANCHA DE GLOMERELLA EM
MACIEIRA COM A APLICAÇÃO DE INIBIDORES DA
SÍNTESE E AÇÃO DO ETILENO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, na Universidade do Estado de Santa Catarina como requerimento parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora

Orientador:

Prof. Ph.D. Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC)

Membro:

Prof. Dr. Cristiano André Steffens
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC)

Membro:

Dr. Silvio André Meirelles Alves
Embrapa Uva e Vinho - Estação Experimental de
Fruticultura de Clima Temperado (EFCT)

Lages, Santa Catarina, 12/12/2014

Aos meus pais amados
Flavio e Rúbia, a minha
irmã Brenda e ao meu
marido Eduardo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por nunca me abandonar, e estando sempre em minha frente, nunca me deixando desistir.

À minha mãe Rúbia, por estar sempre ao meu lado, sendo sempre minha melhor amiga e ao mesmo tempo, a mãe preocupada de sempre, me incentivando para não desistir nunca.

Ao meu pai Flavio, por estar sempre por perto me ajudando e incentivando para continuar. Sempre me surpreendendo com seu enorme conhecimento e dedicação.

À minha irmã Brenda, que apesar de tudo, não conseguiria viver sem você.

Ao meu amor, amigo e companheiro de todas as horas Eduardo que me incentivou a sempre continuar.

A meus avós, que presentes ou não fisicamente, sempre estão iluminando o meu caminho.

As minhas amigas Patrícia e Fernanda, que convivemos juntas neste período, e que sempre de uma forma ou outra me ensinaram, apoiaram e incentivaram nesta jornada.

Aos meus orientadores Cassandro Vidal Talamini do Amarante e Silvio André Meirelles Alves, pela atenção, orientação e pela amizade.

Aos professores Luciano Gebler e Diorvania Ribeiro Giaretta, que deram a oportunidade de conhecer o caminho da pesquisa durante a minha graduação.

À todas as amigas que fiz durante o Mestrado, obrigada pela companhia, pelo carinho e amizade.

À Embrapa Uva e Vinho, em especial aos funcionários Vanderlei e Faustina, pelos ensinamentos, carinho e atenção.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, pela oportunidade em cursar o Mestrado, à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do CAV.

Muito Obrigada.

RESUMO

SCHRAMMEL, Bruna Moreira. **Intensidade de Mancha de Glomerella em macieira com a aplicação de inibidores da síntese e ação do etileno.** 62 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2014.

O aumento na cadeia produtiva da maçã levou-nos a alguns problemas, pois a maturação dos frutos se encontra em um curto período de tempo. Como alternativa, utiliza-se inibidores da síntese (aminoetoxivinilglicina; AVG) e ação (1-metilciclopropeno; 1-MCP) do etileno, que possibilitam o escalonamento da colheita e reduzem a queda pré-colheita de maçãs. Porém, o AVG, segundo alguns estudos, tem ocasionado o aumento da suscetibilidade das folhas a Mancha de Glomerella (MFG). Portanto, este trabalho teve como objetivo verificar se há uma relação direta dos compostos AVG e 1-MCP sobre o desenvolvimento do patógeno causador da MFG; avaliar o efeito do tratamento pré-colheita com AVG e 1-MCP na suscetibilidade de macieiras ‘Gala’ a MFG; e comparar a resposta da aplicação pré-colheita de AVG e 1-MCP em folhas de macieira ‘Gala’, na ocorrência de MFG e de doenças pós-colheita nos frutos. O estudo foi realizado em Vacaria-RS na safra 2013/2014. Nos experimentos *in vitro*, determinou-se as unidades formadoras de colônia (UFC) e o crescimento micelial com tratamentos de AVG e 1-MCP, ambos nas concentrações 0, 10, 30, 90 e 270 mg i.a L⁻¹. Nos frutos, folhas destacadas e plântulas aplicou-se os compostos de AVG (125 mg i.a L⁻¹) e 1-MCP (150 mg i.a L⁻¹), dois dias antes e dois dias após a inoculação. Os frutos foram armazenados por 15 dias em câmara BOD a 22 ± 2 °C, e avaliados quanto ao número de lesões/fruto. As folhas

destacadas e plântulas foram mantidas por 24 horas em câmara úmida após a inoculação, e avaliadas quanto à incidência e severidade da doença no sétimo dia após inoculação. Em mudas de macieira 'Gala', sobre porta-enxerto EM9, com um ano de idade, os tratamentos foram realizados dois dias antes da inoculação com o patógeno, sendo utilizado os compostos AVG e 1-MCP, ambos nas doses 125 e 250 mg i.a L⁻¹. Avaliou-se a incidência e severidade de MFG aos 7, 9, 12, 14, 16 e 19 dias após inoculação. Para a avaliação do efeito do AVG e 1-MCP no campo, utilizou-se dois pomares, um de três anos de idade e outro de 15 anos de idade, sendo que a aplicação de ambos os compostos se deu em duas concentrações, 125 e 250 mg i.a L⁻¹, realizadas em dois estádios fenológicos, sendo eles aos 28 e 7 dias antes da data prevista para a colheita. Avaliou-se a incidência e severidade da doença quinzenalmente, durante os meses de janeiro a maio de 2014. A utilização dos compostos AVG e 1-MCP não interferiram no desenvolvimento da colônia em condições *in vitro*. Nos frutos a utilização dos compostos inibidores da síntese/ação do etileno, proporcionou um aumento na incidência da doença, quando a aplicação antecedeu a inoculação. Houve uma maior incidência da MFG, quando a inoculação ocorre após a aplicação do AVG. O 1-MCP apresentou níveis menores de severidade de MFG em relação ao AVG. A utilização no pomar de AVG e 1-MCP na safra de 2013/2014 não provocou um aumento significativo na incidência e severidade de MFG, devido às condições climáticas não favoráveis para a ocorrência da doença.

Palavras-chave: *Colletotrichum* spp. Aminoetoxivinilglicina. 1-Metilciclopropeno. *Malus domestica*. Etileno.

ABSTRACT

SCHRAMMEL, Bruna Moreira. **Glomerella spot intensity with the application of inhibitors of ethylene synthesis and action in apple.** 62 f. Dissertation (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2014.

The increase in the productive chain of apples has taken us to some problems, since the ripening of the fruit occurs in a short period of time. As an alternative, the use of inhibitors of synthesis (aminoethoxyvinylglycine; AVG) and action (1-methylcyclopropene; 1-MCP) of the ethylene, can delay fruit harvest and decrease preharvest fruit drop from the tree. However, according to some studies, AVG has caused the increase of the susceptibility of *Glomerella* leaf spot (GLS) in the orchard. So, this project was carried out: to assess the effects of AVG and 1-MCP on pathogen responsible for MFG; to assess the effect of the pre-harvest treatment with AVG and 1-MCP on 'Gala' apple trees susceptibility of to MFG; and to compare the response to the pre-harvest application of the AVG and 1-MCP on 'Gala' apple trees in terms of occurrence of MFG and postharvest diseases on the fruit. The study was carried out in Vacaria-RS, in 2013/2014. The *in vitro* experiments was carried out to assess the formation of colony units and the mycelia growth with treatment of the AVG and 1-MCP, both at the concentrations of 0, 10, 30, 90 and 270 mg a.i. L⁻¹. On fruits, detached leaves and seedlings, AVG (125 mg i.a L⁻¹) and 1-MCP (150 mg i.a L⁻¹) were applied two days before and two days after the inoculation. Fruits were stored for 15 days in a BOD chamber at 22±2 ° C, and evaluated in terms of number of lesions per fruit. The detached leaves and seedlings were kept for 24 hours in a humid chamber after the

inoculation and evaluated in terms of incidence and severity of the disease on the seventh day after inoculation. In one year old apple seedlings of 'Gala' on EM9 rootstock, the treatments were done two days before inoculation with the pathogen, being used the compounds AVG and 1-MCP, both at 125 and 250 mg a.i. L⁻¹. The seedlings were evaluated for incidence and severity of the MFG 7, 9, 12, 14, 16 and 19 days after inoculation. For the evaluation of the effect of the AVG and 1-MCP on field, two orchards we used, one with three years old and other with 15 years old trees. Both compounds were sprayed at the concentrations of 125 and 250 mg a.i. L⁻¹, in two phonological stages, 28th and 7th day before the predicted fruit harvesting date. The trees were evaluated for incidence and severity of the disease in a bi-weekly basis, during the period of January to May of 2014. The compounds AVG and 1-MCP did not interfere on the development of the colony in *in vitro*. The utilization of the inhibitor compounds of synthesis and action of the ethylene on the fruit provided an increase in the incidence of the disease, when the application preceded the inoculation. There was an increase of MFG incidence when the inoculation occurred after the application of the AVG. The 1-MCP had lower severity of MFG in relation to AVG. The orchard treatment with AVG and 1-MCP in 2013/2014 did not cause increase the incidence and severity of MFG, due to the unfavorable climatic conditions for the occurrence of the disease.

Key words: *Colletotrichum* spp. Aminoethoxyvinylglycine. 1-Methylcyclopropene. *Malus domestica*. Ethylene.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	CULTURA DA MACIEIRA.....	21
2.2	ETILENO.....	23
2.3	MANCHA DE GLOMERELLA.....	25
2.4	DEFESA EM PLANTAS A PATÓGENOS.....	27
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	ANÁLISE <i>IN VITRO</i>	28
3.1.1	Efeito na formação de colônias.....	28
3.1.2	Efeito no crescimento micelial.....	29
3.2	ANÁLISE EM FRUTOS.....	30
3.3	ANÁLISE EM FOLHAS E PLÂNTULAS.....	32
3.4	ANÁLISE EM MUDAS.....	34
3.5	ANÁLISE EM POMARES.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1	EFEITO <i>IN VITRO</i>	38
4.2	EFEITO EM FRUTOS.....	40
4.3	EFEITO EM FOLHAS E PLÂNTULAS.....	43
4.4	EFEITO EM MUDAS.....	46
4.5	EFEITO EM POMARES.....	48
5	CONCLUSÕES.....	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é responsável pela produção de cerca de 1,3 milhões de toneladas de maçã (*Malus domestica* Borkhausen), destacando-se as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’, e seus clones, com cerca de 38 mil hectares plantados (IBGE, 2013). A produção brasileira está em grande parte concentrada na região Sul do país, que apresenta as condições necessárias para o bom desenvolvimento da cultura e elevado potencial produtivo.

O elevado aumento na área de produção e produtividade do setor da macieira nos últimos anos nos levou a alguns problemas logísticos, pois a maturação dos frutos na cultivar ‘Gala’ e seus clones se concentra em um curto período de tempo, podendo haver queda de frutos, no caso da falta de mão-de-obra e condições adversas de campo. Além disso, quando o objetivo é o armazenamento por longos períodos, a antecipação, ou o retardo da colheita pode afetar negativamente a qualidades desses frutos.

A maçã é considerada um fruto climatérico, pois apresenta como resposta ao etileno o seu amadurecimento. O etileno é um hormônio vegetal responsável pela regulação da expressão de genes e a atividade de enzimas que são responsáveis pelos vários processos de maturação. A descoberta da rota de biossíntese do etileno e o seu papel no amadurecimento de frutos climatéricos resultou em muitas aplicações práticas, que visam uniformizar ou retardar o amadurecimento.

Compostos que inibem a síntese (aminoetoxivinilglicina; AVG) e ação (1-metilciclopropano; 1-MCP) do etileno, têm sido utilizados com o objetivo de retardar o período de amadurecimento dos frutos em pré-colheita, possibilitando assim o escalonamento da colheita, e prolongar o período de oferta do fruto em pós-colheita.

Porém, estudos recentes têm mostrado que a aplicação de AVG em pré-colheita pode aumentar a suscetibilidade das

folhas a Mancha de Glomerella (MFG) em macieiras ‘Gala’ (BOGO et al., 2011; AMARANTE et al., 2010). Sendo esta considerada uma das principais doenças de verão na cultura da macieira, a ausência do controle pode levar a perda da produção do ano e reduzir a do ano seguinte, pois a queda precoce de folhas leva a redução do potencial produtivo (IUCHI, 2006).

Neste contexto, o trabalho foi realizado com objetivos de: (I) verificar se há uma relação direta dos compostos AVG e 1-MCP sobre o desenvolvimento *in vitro* do patógeno causador da MFG; (II) comparar a resposta da aplicação de inibidores da síntese (AVG) e ação (1-MCP) do etileno em folhas, plântulas e frutos de macieira ‘Gala’, na ocorrência de doença ocasionada por *Colletotrichum* spp.; e (III) avaliar o efeito do tratamento pré-colheita com AVG e 1-MCP na suscetibilidade de macieiras ‘Gala’ a MFG.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA MACIEIRA

A macieira pertence à família das Rosaceae, e subfamília Pomoideae. A espécie recebeu diversos nomes científicos ao longo do tempo, sendo que em 1803, esta foi denominada como *Malus domestica* Borkhausen, segundo o Código Internacional de Nomenclatura Botânica, sendo a primeira denominação válida publicada para a macieira cultivada (IUCHI, 2006; PETRI; LEITE, 2008).

O centro de origem da macieira está na região entre o Cáucaso, cadeia de montanhas da Ásia e o leste da China. Acredita-se que o início do desenvolvimento das espécies atuais, provavelmente ocorreu há 20 mil anos (BLEICHER, 2006). A partir dos centros de origem, a macieira foi difundida para grande parte do mundo, com o auxílio da migração dos povos (HOFFMAN; NACHTIGALL, 2004).

No Brasil, a cultura teve seu primeiro relato de produção comercial em 1926, provavelmente no município de Valinhos-SP, onde tinha plantas da cultivar Ohia Beaty (Valinhos). O município possuía, entre 1940 e 1960, cerca de 500 mil a 1 milhão de pés de macieira (BLEICHER, 2006).

Na região Sul do país, em 1948, já existiam pomares com a cultivar Valinhos, no Rio Grande do Sul. Porém, apenas em 1965, após a visita do Sr. George Delbard, em Fraiburgo-SC, houve a importação de cerca de 100 mil mudas, de diversas fruteiras de clima temperado, porém com maior ênfase para a macieira (PETRI et al., 2011).

A criação do Projeto de Fruticultura de Clima Temperado – Profit, pelo Estado de Santa Catarina, através da Lei n°4.263, de 1968, com o objetivo de fomentar e desenvolver o plantio de macieira no Estado e a Lei Federal n° 5.106, conhecida como lei dos incentivos fiscais, onde permitia abater 50% do imposto de renda, para aplicação em

reflorestamento, podendo ser feita com a cultura da macieira, deram o grande impulso inicial ao desenvolvimento da cultura no Sul do Brasil (PETRI; LEITE, 2008).

A partir da década de 80, o Brasil deixou de ser um grande importador para exportador da fruta. Com essa evolução do setor e o aumento da competitividade, as regiões ficaram cada vez mais concentradas em locais que apresentam vantagens que permitam alta produtividade, elevado índice de qualidade e estrutura de comercialização (BONETI et al., 2006).

Segundo Boneti et al. (2006), as regiões produtoras com maior potencial estão localizadas no Sul do Brasil, predominantemente nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, sendo que a produção brasileira baseia-se principalmente nas cultivares Gala e Fuji, e seus clones, ocupando cerca de 38 mil hectares, sendo que 96% desses pomares estão em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Além disso, o aumento expressivo da produção de maçãs no país nos coloca como o nono maior produtor mundial, com cerca de 1,3 milhões de toneladas do fruto na safra de 2011/2012 (IBGE, 2013).

O grande aumento da área de produção e produtividade do setor nos leva a alguns problemas, pois a maturação dos frutos de maçãs ‘Gala’ se concentra em um curto período de tempo, podendo haver queda de frutos, no caso de falta de mão-de-obra e em condições adversas de campo. Além disso, quando o objetivo é o armazenamento por longos períodos, a antecipação, ou o retardo da colheita pode afetar negativamente a qualidades desses frutos. Como alternativa para a solução do problema, tem-se utilizado reguladores de crescimento responsáveis pela inibição da biossíntese do etileno, possibilitando assim, o escalonamento da colheita e a realização da mesma em estágio de maturação adequado (DABUL; AYUB, 2005; WATKINS et al., 2003).

2.2 ETILENO

O etileno não era considerado um hormônio vegetal importante, pois acreditava-se que a auxina era o principal hormônio vegetal e considerava-se que o etileno exercia um papel fisiológico insignificante e indireto. Só após a introdução da cromatográfica gasosa na pesquisa do etileno, em 1959, foi redescoberta a importância desse hormônio e reconhecido seu significado fisiológico como regulador de crescimento (BURG; THIMANN, 1959 apud TAIZ; ZEIGER, 2009).

O etileno pode ser produzido em quase todas as partes da planta, podendo ser estimulada por vários fatores, entre eles o estágio de desenvolvimento, condições ambientais, outros hormônios vegetais, lesões físicas e químicas, (YANG; HOFFMAN, 1984) e infecção por microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A rota de biossíntese do etileno inicia com o aminoácido metionina, que é convertido a *S*-adenosilmetionina (SAM), e posteriormente em ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), sendo esta a etapa limitante da rota, a qual é catalisada pela enzima ACC sintase. A última etapa é a conversão do ACC em etileno, onde é necessária a presença de oxigênio, e é catalisada pela enzima ACC oxidase. O grupo $\text{CH}_3\text{-S}$ da metionina é reciclado através do ciclo de Yang, e assim, conservada para a continuação da síntese (YANG; HOFFMAN, 1984).

Após a conversão do ACC em etileno, supõe-se que as principais etapas de sua ação sejam semelhantes, nos diferentes efeitos do etileno: todas elas envolvem a ligação do etileno ao seu receptor, seguindo pela ativação de uma ou mais rotas de transdução de sinais, levando assim a resposta celular (TAIZ; ZEIGER, 2009).

No caso do amadurecimento dos frutos, o etileno regula a expressão de genes e a atividade de enzimas que são

responsáveis pelos vários processos de maturação, incluindo respiração climatérica, síntese autocatalítica de etileno, mudanças da aparência, textura, aroma e sabor dos frutos (ARGENTA, 2006).

Todos os frutos que amadurecem em resposta ao etileno, apresentam antes da fase de amadurecimento, um aumento significativo da taxa respiratória, denominado climatérico. Tais frutos também apresentam um pico na produção de etileno, imediatamente antes do aumento da respiração (TAIZ; ZEIGER, 2009). Conforme Romani (1987 apud ARGENTA, 2006), esse aumento climatérico da respiração durante a maturação dos frutos tem sido justificado como uma reação de tentativa de reparo dos tecidos aos processos degradativos de senescência incipiente.

A descoberta da via biossintética do etileno e a elucidação dos elementos mais importantes envolvidos na sua percepção e da transdução do sinal foi de grande importância para compreender o papel do etileno e seus mecanismos de ação (YANG; HOFFMAN, 1984). O papel do etileno no amadurecimento de frutos climatéricos resultou em muitas aplicações práticas que visam uniformizar ou retardar o amadurecimento (TAIZ; ZEIGER, 2009). Em virtude do importante papel do etileno na indução do amadurecimento de frutos climatéricos, inibidores da síntese e ação do etileno estão sendo cada vez mais utilizados em pré-colheita para auxiliar no escalonamento da colheita de maçãs e em pós-colheita para retardar o amadurecimento (STEFFENS et al., 2013).

O composto aminoetoxivinilglicina (AVG) é um potente inibidor da síntese do etileno, e cada vez mais tem sido utilizado, devido a sua eficácia na redução a queda pré-colheita de maçãs e do processo de maturação, além de manter a qualidade dos frutos após o armazenamento (STEFFENS et al., 2006). Este composto inibe a conversão do SAM em ACC, que é catalisado pela enzima ACC sintase (ACS), na rota de síntese

do etileno (YANG; HOFFMAN, 1984). No Brasil, a solução aquosa de AVG é comercializada como ReTain™.

Além da utilização do AVG como alternativa de retardar o amadurecimento dos frutos, muitas outras técnicas têm sido desenvolvidas para diminuir o efeito do etileno, entre elas podemos destacar a utilização do composto 1-metilciclopropeno (1-MCP) (BRACKMANN et al., 2004), onde é considerado um potente inibidor da ação deste hormônio (SEREK et al., 1995).

O 1-MCP age ligando-se irreversivelmente aos receptores do etileno, bloqueando o estímulo fisiológico e a transdução do sinal necessária para desencadear as múltiplas respostas do hormônio ao amadurecimento, durante uma meia vida de difusão entre 7 a 12 dias (SISLER; SEREK, 1997; TAIZ; ZEIGER, 2009). O 1-MCP tem sido amplamente utilizado em diversos frutos que apresentam o amadurecimento climatérico, entre estes podemos destacar ameixa (ABDI et al., 1998), banana (SISLER; SEREK, 1997), damasco (FAN et al., 2000), abacate (FENG et al., 2000) e maçã (FAN et al., 1999).

Este composto é encontrado comercialmente como SmartFresh®, porém sua utilização é exclusivamente para aplicação em pós-colheita em câmaras frias. A formulação do composto para a aplicação em pré-colheita (Harvista™) ainda não está registrada para comercialização no Brasil.

2.3 MANCHA DE GLOMERELLA

A Mancha de Glomerella (MFG), também conhecida como Mancha da Gala ou Mancha Foliar da Gala é considerada a principal doença de verão do Brasil (VALDEBENITO-SANHUEZA, 2008). A primeira constatação da doença no país se deu na região de Porto Amazonas-PR, no início de 1983, onde apresentou grande severidade e tornou-se de grande importância para a cultura (LEITE et al., 1988). Atualmente, a

doença é encontrada em todas as regiões produtoras de maçã do Sul do Brasil (BONETI; KATSURAYAMA, 1999).

Conforme Cai et al. (2009), uma única espécie de agente causal pode causar doença em vários hospedeiros, assim como um único hospedeiro pode ser atacado por várias espécies de *Colletotrichum*, como ocorre na MFG e a podridão amarga (GONZÁLEZ et al., 2006). Desta forma, no Brasil, a espécie *Colletotrichum* está envolvida na ocorrência de podridão amarga (BLEICHER, 1997) e da MFG (LEITE et al., 1988). Tanto no caso da MFG, como da podridão amarga, as doenças são causadas por *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*) e *C. acutatum* (VALDEBENITO-SANHUEZA; BETTI, 2005).

A Mancha de *Glomerella* se torna severa quando as precipitações se tornam frequentes ou contínuas, sendo que períodos de molhamento foliar superiores a 12 horas favorecem a severidade da doença. A faixa de temperatura ótima para sua ocorrência é de 14°C a 26°C, sendo que temperaturas superiores a 34°C inibem a infecção. Nas folhas, as lesões são inicialmente avermelhadas, sem margens definidas, distribuídas ao acaso no limbo foliar e de tamanho que varia de 1 a 4 mm de diâmetro. As folhas lesionadas geralmente amarelecem e caem em um curto período de tempo (BONETI et al., 2006). Nos frutos, conforme Boneti e Katsurayama (1999), as manchas são superficiais, de cor marrom-claro, circulares, de 1 a 3 mm de diâmetro, escurecendo e cicatrizando a seguir.

A Mancha de *Glomerella* é considerada de grande importância, pois, na ausência do controle, o produtor pode sofrer perda total da produção do ano e reduzir a do ano seguinte (VALDEBENITO-SANHUEZA, 2004). Segundo Iuchi (2006), a perda precoce de folhas leva a redução do potencial produtivo, pois é através da boa exposição da folha no ano anterior a radiação solar, é que define a alta relação área

foliar/espório, a qual pode prover o suprimento em curto prazo de carboidratos necessários ao crescimento.

2.4 DEFESA EM PLANTAS A PATÓGENOS

Os vegetais apresentam resistências a doenças provocadas por fungos, bactérias, vírus e nematódeos. Sendo que, os fatores pós-formados são ativados ou produzidos na presença de um patógeno, já os pré-formados estão presentes no vegetal antes mesmo do contato com o mesmo (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A indução de resistência provocada por elicitores foi classificada em resistência local adquirida (RLA), resistência sistêmica induzida (RSI) e resistência sistêmica adquirida (RSA) (TERRY; JOYCE, 2004).

A Resistência Sistêmica Adquirida é induzida por patógenos ou ativadores químicos, que envolvem vários mecanismos como a resposta de hipersensibilidade, acúmulo de proteínas relacionadas com patogênese, formação de papilas, lignificações, ativação de enzimas como peroxidases e a fenilalanina amônio-liase (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A utilização do inibidor da síntese do etileno, aminoetoxivinilglicina, segundo estudos recentes mostram que a aplicação do produto em pré-colheita tem ocasionado o aumento da suscetibilidade das folhas a Mancha de *Glomerella* (MFG) (BOGO et al., 2011; AMARANTE et al., 2010).

Ao utilizar inibidores da síntese do etileno, ocorre a alteração de algumas enzimas, como α -amilase, catalase, celulase, quitinase, glucanase, ácido cinâmico hidroxilase, invertase, peroxidase, fenilalanina amonialiase, polifenoloxidase e pectina esterase, que presumivelmente, estão ligadas com a resistência a infecção de patógenos (LEITE; PASCHOLATI, 1995).

3 METODOLOGIA

3.1 ANÁLISE *IN VITRO*

Para avaliar o efeito *in vitro* dos compostos aminoetoxivinilglicina (AVG) e 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre o desenvolvimento do patógeno causador da MFG, foram realizados dois experimentos distintos, no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, em Vacaria – RS, no período de janeiro de 2013 a março de 2013. No primeiro experimento utilizou-se a metodologia de contagem de unidades formadoras de colônias, e no segundo experimento foi realizada a medição do crescimento micelial.

O isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* (CGF1) foi obtido da coleção da Embrapa Uva e Vinho, provenientes de plantas infectadas da cultivar Gala. O mesmo foi mantido em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), em câmara de crescimento a $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotoperíodo.

3.1.1 Efeito na formação de colônias

Para a determinação das unidades formadoras de colônias, utilizou-se microtubos de 1,5 mL, onde foram adicionados 500 μL de uma suspensão de *C. gloeosporioides* e 500 μL dos compostos comerciais AVG (ReTainTM, Valent BioSciences Inc.), contendo ou não espalhante adesivo (Break-Thru[®], 0,05%; v/v), e 1-MCP (HarvistaTM, AgroFresh Inc.) contendo ou não óleo mineral (AssistTM, 1%; v/v). A concentração final obtida com a mistura da suspensão de *C. gloeosporioides* e os compostos comerciais foi de 10^4 conídios mL^{-1} , e 0, 10, 30, 90 e 270 mg i.a L^{-1} dos compostos AVG e 1-MCP.

A determinação do número de conídios mL^{-1} do inóculo do fungo foi estimada com o auxílio da Câmara de Neubauer.

Depois de homogeneizada, a mistura permaneceu nos microtubos por 5 minutos e após retirou-se 100 μL da suspensão de conídios com as diferentes concentrações dos dois produtos, e colocou-se sobre a superfície das placas de Petri, com meio BDA (batata-dextrose-ágar). A mistura foi distribuída sobre a superfície do meio com uma alça de Drigalski, imediatamente após a transferência, conforme metodologia descrita por Bettiol et al. (2012).

As placas de Petri foram vedadas com filme plástico e mantidas em câmaras BOD na temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotoperíodo, por 5 dias. Após esse período, avaliou-se o número de unidades formadoras de colônia (UFC placa⁻¹).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com 4 x 5, correspondente aos produtos AVG com e sem espalhante adesivo e 1-MCP com e sem óleo mineral, e as concentrações dos dois produtos, de 0, 10, 30, 90 e 270 mg i.a L⁻¹. Cada tratamento possuiu cinco repetições, sendo a repetição correspondente a placa de Petri. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e à análise de regressão, com o auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

3.1.2 Efeito no crescimento micelial

Para realizar o teste de crescimento micelial, foram utilizados AVG (ReTainTM, Valent BioSciences Inc., com espalhante adesivo Break-Thru[®], 0,05%; v/v) e 1-MCP (HarvistaTM, AgroFresh Inc., com óleo mineral AssistTM, 1%; v/v), onde foram incorporados ao meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), e vertidos em placas de Petri.

Após a solidificação do meio, um disco de micélio (9 mm de diâmetro) de *C. gloeosporioides*, com 14 dias em BDA foi repicado para o centro de cada placa. As placas foram vedadas com filme plástico e mantidas a $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotoperíodo (ARAÚJO et al., 2010).

Após cinco dias da instalação do experimento, foram realizadas as avaliações, medindo-se o diâmetro das colônias (média de duas medidas, diametralmente opostas), com o auxílio de paquímetro.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, com 2 produtos (AVG com espalhante adesivo e 1-MCP com óleo mineral) e 5 concentrações (0, 10, 30, 90 e 270 mg i.a L⁻¹). Cada tratamento possuiu cinco repetições, sendo a repetição correspondente à placa de Petri. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e à análise de regressão, com o auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

3.2 ANÁLISE EM FRUTOS

Para a realização deste experimento foram utilizadas maçãs da cultivar Gala, provenientes do pomar da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, em Vacaria – RS. Os frutos foram colhidos no dia 10/02/2013, selecionados quanto ao tamanho e a sanidade, e armazenados em câmara fria a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 7 dias.

Na instalação do experimento, selecionou-se aleatoriamente uma amostra de 20 frutos para a caracterização da maturação fisiológica, por meio da mensuração da firmeza de polpa (N), teor de sólidos solúveis (SS; °Brix) e acidez titulável (AT; % ácido málico). A firmeza de polpa foi determinada com o auxílio de um penetrômetro, equipado com ponteira de 11 mm de diâmetro, em duas regiões opostas na porção equatorial dos frutos, após remoção da epiderme. Os valores de AT foram obtidos por meio de uma amostra de 10 mL de suco dos frutos, obtidos por meio de uma centrífuga. Esta amostra foi diluída em 90 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1. Os teores de SS foram determinados com um refratômetro digital, modelo PR201α

(Atago, Tóquio, Japão), utilizando-se suco extraído conforme descrito para AT.

Após o período de armazenagem, os frutos foram desinfestados superficialmente com hipoclorito de sódio 0,1%, mergulhando-se os frutos por 60 segundos na solução e, em seguida, estes foram enxaguados com água destilada e postos para secar ao ar, conforme metodologia descrita por Alfenas e Mafra (2007).

Os tratamentos foram feitos com a imersão dos frutos nas soluções contendo os compostos AVG (125 mg i.a L⁻¹, ReTainTM, Valent BioSciences Inc., e espalhante adesivo Break-Thru[®], 0,05% v/v) e 1-MCP (150 mg i.a L⁻¹, HarvistaTM, AgroFresh Inc. e óleo mineral AssistTM, 1% v/v), dois dias antes da inoculação dos patógenos e dois dias após a inoculação. O experimento também possuiu dois tratamentos para controle experimental, composto por testemunha com inoculação e sem inoculação dos patógenos.

Após a realização dos tratamentos, os frutos foram postos em bandejas para a secagem ao ar por 1 hora, e em seguida colocados em sacos plásticos e armazenados em câmara BOD a 22 ± 2°C, com fotoperíodo de 12 h, durante 15 dias.

Para a obtenção do isolado causador da Mancha de Glomerella, selecionou-se frutos com sintomas característicos da doença, onde foi feito o seu isolamento e posteriormente sua repicagem. Para o preparo da suspensão de conídios, adicionou-se água destilada esterilizada com Tween 80 sobre o micélio, obtendo uma concentração de 10⁴ conídios mL⁻¹.

A inoculação do patógeno foi realizada na superfície do fruto, com o auxílio de um borrifador manual, onde aplicou-se 10 mL da suspensão por fruto. Para a avaliação da Mancha de Glomerella, contou-se o número de lesões/fruto.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições em cada tratamento, sendo que cada repetição correspondia a um fruto.

Os dados de número de lesões foram transformados em escala logarítmica, os quais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

3.3 ANÁLISE EM FOLHAS E PLÂNTULAS

Para avaliar o efeito da aplicação dos compostos AVG e 1-MCP sobre o desenvolvimento de MFG em folhas e plântulas de macieira, foram realizados dois experimentos independentes. Nesses experimentos, a aplicação dos compostos AVG (ReTain™, 125 mg i.a L⁻¹, Valent BioSciences Inc., com espalhante adesivo Break-Thru®, 0,05%; v/v) e 1-MCP (Harvista™, 150 mg i.a L⁻¹, AgroFresh Inc., com óleo mineral Assist™, 1%; v/v) foi realizada com o auxílio de um pulverizador manual, dois dias antes e dois dias após a inoculação.

O isolado de *C. gloeosporioides* (CGF1) foi obtido da coleção da Embrapa Uva e Vinho, proveniente de plantas infectadas da cultivar Gala. O mesmo foi mantido em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), em câmara de crescimento a $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotoperíodo.

A inoculação foi realizada pulverizando-se as folhas e as plântulas com 10^4 conídios mL⁻¹, as quais foram mantidas em câmara úmida por 24 horas. Os experimentos também continham tratamentos testemunha com inoculação e sem inoculação dos patógenos, para controle experimental.

Para a realização do experimento utilizou-se folhas de macieira da cultivar Gala, provenientes do pomar da Embrapa Uva e Vinho. As folhas foram colhidas no dia 18/02/2013 e colocadas em bandejas de plástico, previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio 2%, com duas folhas de papel filtro umedecidas em água esterilizada. Sobre as folhas de papel filtro, colocaram-se as folhas de macieira, coletadas da altura intermediária das plantas.

No caso do experimento com plântulas utilizou-se sementes de maçãs cultivar Gala, colhidas na safra 2012/2013, provenientes do pomar da Embrapa Uva e Vinho. As sementes coletadas estavam totalmente escuras, o que indica aptidão para germinação. Após a colheita, as sementes foram limpas com água e colocadas em câmara fria ($4 \pm 2^\circ\text{C}$), pelo período de três meses, para a superação de dormência (LEITE et al., 2006).

No dia 02/05/2013, as sementes foram postas em vasos de 300 mL contendo substrato, para germinação. As plântulas foram mantidas em casa de vegetação até atingirem cinco folhas totalmente expandidas, ocasião na qual foram submetidas aos tratamentos e inoculação.

Após a aplicação dos tratamentos e a inoculação, as folhas foram mantidas em câmara de crescimento a $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Já para as plântulas, após a aplicação e a inoculação, foram mantidas em sala de controle de temperatura ($22 \pm 2^\circ\text{C}$), fotoperíodo (12 horas) e umidade relativa ($90 \pm 5\%$) nas primeiras 24 horas, e posteriormente o controle de umidade foi desligado.

A avaliação da incidência e severidade nas folhas e nas plântulas foi realizada no sétimo dia após a inoculação. A severidade da doença foi mensurada com o auxílio da escala diagramática da MFG, descrita por Kowata (2010) e a incidência através da porcentagem de folhas com o sintoma (AMORIM, 1995).

Nos dois experimentos realizados, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo que no experimento com folhas, havia seis tratamentos e quatro repetições, e cada repetição foi composta por uma folha. Para as plântulas, houve seis tratamentos e vinte e quatro repetições, sendo que cada repetição é composta por uma plântula.

Os dados incidência e severidade foram transformados em y^{λ} , e submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

3.4 ANÁLISE EM MUDAS

Para a realização deste experimento, utilizou-se mudas de macieira da cultivar Gala, sobre o porta-enxerto EM9, com um ano de idade. As plantas foram mantidas em vasos de plástico de seis litros, contendo como substrato solo argiloso e sendo elas irrigadas manualmente, de dois em dois dias, até o ponto de capacidade de campo.

Os tratamentos foram realizados dois dias antes da inoculação com o patógeno, sendo utilizados os compostos AVG (ReTain™, Valent BioSciences Inc., com espalhante adesivo Break-Thru®, 0,05%; v/v) e 1-MCP (Harvista™, AgroFresh Inc., com óleo mineral Assist™, 1%; v/v), ambos os produtos aplicados nas concentrações de 125 e 250 mg i.a L⁻¹. Para a testemunha utilizou-se a aplicação de água destilada.

O isolado de *C. gloeosporioides* (CGF1) foi obtido da coleção da Embrapa Uva e Vinho, provenientes de plantas infectadas da cultivar Gala. O mesmo foi mantido em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), em câmara de crescimento a $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotoperíodo. A inoculação das mudas com o patógeno foi realizada com o auxílio de um pulverizador manual, no segundo dia após a aplicação dos tratamentos, na concentração de 10^5 conídios mL⁻¹. Após a inoculação das mudas, as mesmas foram mantidas em câmara úmida, com umidade relativa de $90 \pm 5\%$ e temperatura $22 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 24 horas.

As plantas permaneceram em casa de vegetação para a avaliação da incidência e severidade da MFG. A severidade da doença foi mensurada com o auxílio da escala diagramática da MFG, descrita por Kowata (2010), e a incidência através da porcentagem de folhas com sintomas (AMORIM, 1995).

Avaliou-se seis plantas por tratamento, sendo que cada planta era composta por doze folhas previamente marcadas, aos 7, 9, 12, 14, 16 e 19 dias após a inoculação (DAI).

A partir dos dados de incidência e severidade, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACP) (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Os valores de AACP da incidência e da severidade foram transformados em y^λ , e submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

3.5 ANÁLISE EM POMARES

O experimento foi conduzido na Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Clima Temperado, no município de Vacaria – RS, no período de janeiro de 2014 a junho de 2014.

Foram utilizados dois pomares experimentais de macieira. O primeiro pomar tinha três anos de idade, da cultivar Gala enxertadas em EM9, no espaçamento de 4,0 x 1,0 m, denominado Pomar 1. O segundo pomar tinha 15 anos de idade, da cultivar Gala enxertadas em M7, no espaçamento 4,0 x 2,0 m, denominado Pomar 2. O solo em ambos os pomares é do tipo argiloso.

A aplicação dos compostos AVG (ReTain[®], Valent BioSciences Inc., com espalhante adesivo Break-Thru[®], 0,05% v/v) e 1-MCP (Harvista[™], AgroFresh Inc. com óleo mineral Assist[™], 1%; v/v), se deu nas concentrações 125 e 250 mg i.a L⁻¹, sendo realizada em dois estádios fenológicos diferentes. O primeiro estágio de aplicação foi aos 28 dias antes da data prevista para a colheita, e o segundo se deu aos 7 dias antes da data prevista para a colheita.

A aplicação dos tratamentos foi feita com pulverizador costal Jacto Versatili, com capacidade de 20 L e bico tipo JD – 12P. A pulverização foi efetuada usando 400 mL de calda por planta. Os produtos foram aplicados uniformemente na planta, até o ponto de gotejamento. A primeira aplicação foi realizada no dia 06/01/2014, com temperatura média de 18,3°C, umidade relativa de 87% e velocidade do vento de 3,9 m s⁻¹. A segunda

aplicação se deu no dia 27/01/2014, com temperatura média de 20,5°C, umidade relativa de 91,5% e velocidade do vento de 5,3 m s⁻¹.

A inoculação com *C. gloeosporioides*, foi feita apenas no Pomar 1, com o isolado CGF1, obtidos da coleção da Embrapa Uva e Vinho, e proveniente de plantas infectadas da cultivar Gala. O mesmo foi mantido em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), em câmara de crescimento a 22 ± 2°C e 12 horas de fotoperíodo. A inoculação das plantas com o patógeno foi realizada com o auxílio de pulverizador manual, no segundo dia após a montagem do experimento, na concentração de 10⁵ conídios mL⁻¹. No Pomar 2 esperou-se a ocorrência da doença de forma natural, pois o mesmo apresentava histórico de alta incidência da doença em anos anteriores.

A severidade da doença foi mensurada com o auxílio da escala diagramática da MFG, descrita por Kowata (2010), e a incidência através da porcentagem de folhas com sintomas (AMORIM, 1995). No Pomar 1 realizou-se a avaliação no campo, sendo os ramos previamente marcados, e a avaliação realizada sempre nas mesmas folhas. No Pomar 2, realizou-se a coleta de 45 folhas das três plantas centrais de cada parcela, fazendo-se a análise no laboratório. As avaliações foram realizadas quinzenalmente iniciando-se no fim de janeiro/2014 até a última quinzena de maio/2014.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e nove repetições, cada repetição correspondendo a três folhas. A partir dos dados de incidência e severidade, calculou-se área abaixo da curva de progresso da doença (AACP) (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Os valores da AACP da incidência e da severidade, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), com o auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

Para aplicação do modelo da ocorrência da MFG (Tabela 1), proposto por Katsurayma e Boneti (2006), utilizaram-se dados de temperatura e precipitação obtidos no sistema do Instituto nacional de Meteorologia (INMET, 2014).

Tabela 1 – Tabela para estimar os valores de severidade diária (VDS) com base na temperatura (°C) e duração do molhamento foliar (h).

Temperatura	Período de molhamento foliar diário (h)	
	10 a 20 h	>20 h
8 a 12	0	0,5
>12 a 15	0,5	1,0
>15 a 18	1,0	1,5
>18	1,5	2,0

Fonte: Katsurayma e Boneti (2006).

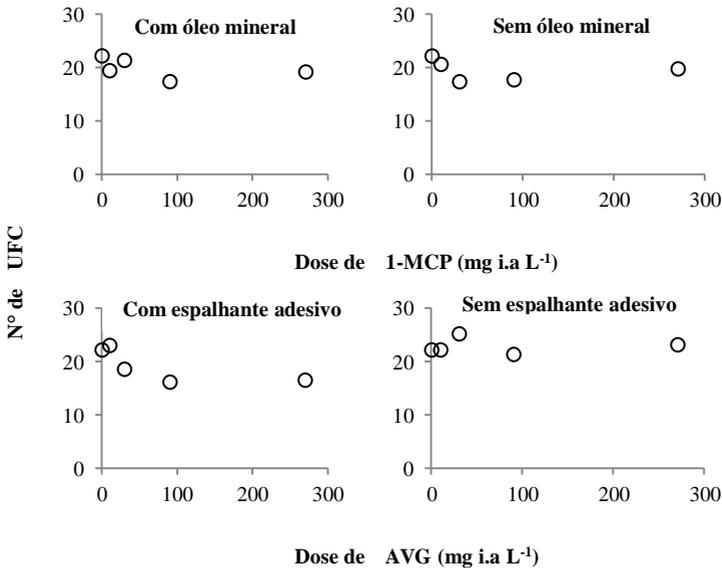
Levando em conta a Tabela 1, quando a soma dos valores diários de severidade, em três dias consecutivos, atingirem 2,5 unidades seria considerado período crítico para a ocorrência da Mancha de *Glomerella* (KATSURAYMA; BONETI, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EFEITO *IN VITRO*

A avaliação das unidades formadoras de colônias (UFC) demonstrou que os compostos AVG (com e sem espalhante adesivo) e 1-MCP (com e sem óleo mineral) em diferentes concentrações, não interferiram na germinação do patógeno (Figura 1).

Figura 1 – Número de unidades formadoras de colônias (N° de UFC) na presença de diferentes doses de 1-MCP (com e sem óleo mineral) e AVG (com e sem espalhante adesivo), *in vitro*.



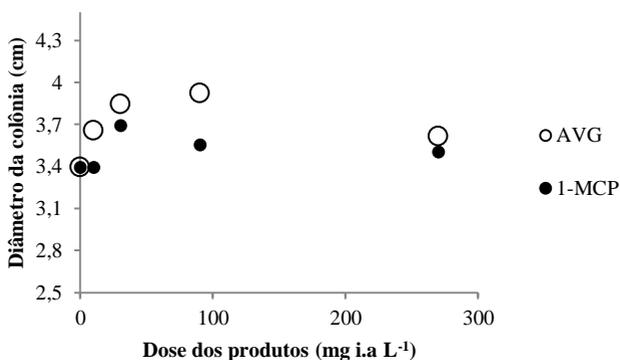
Fonte: produção do próprio autor.

A dose recomendada do AVG para reduzir a queda pré-colheita e retardar a maturação dos frutos no campo é de 125

mg i.a L⁻¹, sendo aplicado cerca de um mês antes do início da colheita comercial (DABUL; AYUB, 2005). Já para o 1-MCP, a dose recomendada é de 150 mg i.a L⁻¹, sendo aplicada por volta de sete dias antes do início da colheita (SCOLARO et al., 2015). Desta forma, a utilização de concentrações acima ou abaixo das doses recomendadas não influenciam na maior ou menor formação de UFC *in vitro*.

No teste realizado para a avaliação do crescimento micelial, onde os produtos AVG e 1-MCP foram incorporados ao meio de cultura BDA, verificou-se que os mesmos não influenciaram no crescimento *in vitro* de *C. gloeosporioides* (Figura 2 e 3).

Figura 2 – Crescimento micelial do *C. gloeosporioides* em meio de cultura BDA com diferentes doses de AVG e 1-MCP.

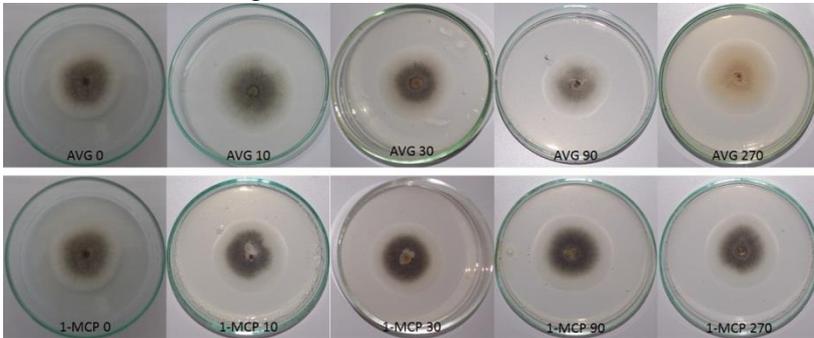


Fonte: produção do próprio autor.

Os resultados obtidos mostram que AVG e 1-MCP, nas doses de 0 a 270 mg i.a L⁻¹ não interferem no início da germinação dos conídios (UFC) e no crescimento da colônia. Sendo que, os ajustes para os modelos lineares de ambos os experimentos não foram significativos.

Conforme Bartnicki et al. (2010) e Karabulut et al. (2002) a contagem do número de unidades formadoras de colônia (UFC) e o crescimento micelial foram eficazes para a avaliação da germinação e do crescimento da colônia. Demonstrando assim, a importância da utilização desta metodologia para a avaliação desses parâmetros.

Figura 3 – Colônias de *C. gloeosporioides* crescendo em meio de cultura BDA com diferentes concentrações de AVG e 1-MCP (0, 10, 30, 90 e 270 mg.L⁻¹).



Fonte: produção do próprio autor

4.2 EFEITO EM FRUTOS

Com relação à caracterização do estágio de maturação dos frutos na colheita, são apresentados os dados de firmeza de polpa (N), teor de sólidos solúveis (SS °Brix) e acidez titulável (AT % ácido málico) na Tabela 2.

Tabela 2 – Avaliações da firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) de maçãs ‘Gala’, na colheita. Vacaria, 2013.

Firmeza (N)	SS (°Brix)	AT (% ácido málico)
64,1±0,76	11,46±0,78	0,39±0,46

Fonte: produção do próprio autor

A aplicação pós-colheita dos compostos inibidores da síntese (AVG) e ação (1-MCP) do etileno em maçãs da cultivar Gala antes da inoculação aumentou a suscetibilidade dos frutos ao patógeno causador da Mancha de Glomerella. Todavia, a aplicação desses compostos após a inoculação não apresentou efeito sobre a manifestação da MFG (Tabela 3).

A utilização do composto AVG aplicado em pré-colheita possibilita a redução da queda e retarda a maturação dos frutos em maçãs ‘Gala’ (AMARANTE et al., 2002; ARGENTA et al., 2006; STEFFENS et al, 2006; PETRI et al., 2007). Além disso, sua utilização vem trazendo muitos benefícios, como as menores perdas de qualidade durante o armazenamento em condição de atmosfera controlada (STEFFENS et al., 2005) e a menor incidência de escaldadura, rachadura peduncular e podridões durante o armazenamento (AMARANTE et al., 2010). Porém, alguns estudos mostram que a aplicação pré-colheita de AVG em maçãs ‘Gala’ pode proporcionar alguns aspectos indesejáveis, como a maior incidência de “bitter pit”, a inibição do desenvolvimento de coloração vermelha da epiderme e a redução da permeância à perda de água na casca dos frutos (AMARANTE et al., 2010).

Tabela 3 – Número de lesões/fruto causadas pelo patógeno causador da Mancha de Glomerella em maçãs ‘Gala’. Vacaria, 2013.

Tratamentos	Mancha de Glomerella
Testemunha sem inoculação	0,0 a ⁽¹⁾
Testemunha com inoculação	2,6 a
Aplicação de AVG (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	33,4 b
Aplicação de 1-MCP (150 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	25,0 b
Aplicação de AVG (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias após a inoculação	0,8 a
Aplicação de 1-MCP (150 mg i.a L ⁻¹) dois dias após a inoculação	0,2 a
C.V. (%)	21

Fonte: produção do próprio autor

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

O 1-MCP vem sendo utilizado em grande escala em pós-colheita para aumentar o período de armazenamento. Segundo Watkins (2006), a utilização do 1-MCP em maçãs mantém a qualidade dos frutos e reduz a incidência de podridões, reduzindo também distúrbios fisiológicos, como escaldadura e escurecimento interno de polpa.

O AVG é um inibidor da síntese de etileno, que atua inibindo a enzima ACC sintase. O aumento da produção de etileno é devido ao aumento na transcrição do mRNA da ACC sintase, possibilitando assim maior produção de etileno e, conseqüentemente, uma resposta de defesa do tecido a infecção por patógenos (RODRIGUES; ONO, 2001). A inibição da ACC síntese inibe a síntese do etileno reduzindo assim o efeito desse fitohormônio (HUI et al., 2001).

No caso do 1-MCP, este atua ligando-se irreversivelmente aos receptores do etileno, inibindo a sua ação e conseqüentemente bloqueando ativamente as respostas múltiplas do etileno (TAIZ; ZEIGER, 2009; PINHEIRO et al., 2005).

Segundo Leite e Pascholati (1995), tecidos vegetais que são tratadas com etileno possuem uma redução de sintomas de doenças. Além disso, a alteração da atividade de algumas enzimas, como α -amilase, catalase, celulase, quitinase, glucanase, ácido cinâmico hidroxilase, invertase, peroxidase, fenilalanina amonialiase, polifenoloxidase e pectinametilsterase, que são induzidas pelo etileno, presumivelmente, estão ligadas com a resistência a infecção de patógenos.

Deste modo, a aplicação antes da inoculação, dos compostos AVG e 1-MCP, que inibem, respectivamente, a síntese e a ação do etileno, deixam o tecido com maior suscetibilidade para a ocorrência de Mancha de Glomerella nos frutos. Segundo Resende et al. (2006), o aumento simultâneo na concentração de ácido jasmônico e etileno são necessários para a ativação de diversos genes de defesa da planta,

possuindo assim um importante papel na resposta vegetal contra patógenos.

4.3 EFEITO EM FOLHAS E PLÂNTULAS

Não houve diferenças entre os tratamentos e a testemunha inoculada para a incidência da doença em folhas destacadas. Contudo, pode-se observar que a aplicação do AVG antes da inoculação aumentou a severidade da doença (Tabela 4). Esse resultado sugere que quando as condições para o surgimento da MFG ocorrem após a aplicação do AVG, o tecido foliar torna-se suscetível a MFG.

Tabela 4 – Incidência e severidade da Mancha de Glomerella, com a aplicação de AVG e 1-MCP em folhas destacadas de macieira ‘Gala’. Vacaria, 2013.

Tratamentos	Incidência (%)	Severidade
Testemunha sem inoculação	45 b ⁽¹⁾	0,1 d ⁽¹⁾
Testemunha com inoculação	100 a	1,3 c
Aplicação de AVG (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	100 a	10,6 a
Aplicação de 1-MCP (150 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	95 a	3,4 b
Aplicação de AVG (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias após a inoculação	95 a	1,9 bc
Aplicação de 1-MCP (150 mg i.a L ⁻¹) dois dias após a inoculação	90 a	1,8 bc
C.V. (%)	17,38	1,98

Fonte: produção do próprio autor

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

A aplicação do 1-MCP antes da inoculação também aumentou a severidade da MFG com relação à testemunha inoculada. Porém, esse aumento se deu em uma menor escala e não diferiu em relação à aplicação do AVG e 1-MCP após inoculação.

Essa maior suscetibilidade do tecido foliar, pode estar relacionada à forma de ação do AVG, onde inibe enzimas que utilizam o cofator piridoxal fosfato, sendo estas responsáveis pela resposta de defesa do tecido foliar a infecção de patógenos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para a severidade, pode-se observar valores maiores com a aplicação do AVG dois dias antes da inoculação, em comparação à testemunha com inoculação (Tabela 4). Conforme Amarante et al. (2010), essa maior suscetibilidade do tecido vegetal ao patógeno é decorrente da inibição da síntese do etileno, onde pode comprometer a atividade de enzimas envolvidas no mecanismo de defesa do tecido à infecção do patógeno. Além disso, a relação entre o patógeno, o ambiente e o hospedeiro devem ser favoráveis para a ocorrência da doença. Desta forma, quando o AVG é aplicado em períodos que antecedem as condições favoráveis para a ocorrência da doença, o produto pode favorecer infecções mais severas. Isso ocorre devido o AVG ser inibidor de enzimas que utilizam o cofator piridoxal fosfato, sendo estas responsáveis pela resposta de defesa do tecido vegetal a infecções (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Quando o 1-MCP foi aplicado dois dias antes da inoculação, a severidade da MFG não apresentou níveis elevados, porém quando comparado com a testemunha com inoculação, este apresentou diferenças estatísticas consideráveis.

A menor severidade de MFG com a aplicação antes da inoculação de 1-MCP, em relação ao AVG, pode ser justificada devido à forma de ação dos produtos. Conforme Silva (2004), o 1-MCP se liga permanentemente aos receptores no momento da aplicação, recuperando sua sensibilidade ao fitormônio, devido à síntese de novos receptores (SISLER; SEREK, 1997). Conforme observado por Steffens et al. (2008), a formação de novos sítios receptores do etileno foi induzida pelo dano mecânico, permitindo que o etileno se ligue a estes novos

receptores, e conseqüentemente, desencadeando uma maior atividade da enzima polifenoloxidase. A enzima polifenoloxidase está envolvida no escurecimento em frutas e vegetais, que pertence ao grupo das oxirredutase (CLEMENTE; PASTORE, 1998). Segundo Alvarenga et al. (2011), a ação desta enzima pode ser considerada benéfica, pois é responsável pela maior resistência ao ataque de patógenos.

A aplicação de ambos os compostos após a inoculação não afetou a incidência e severidade da doença, demonstrando assim que, quando as condições de surgimento da doença ocorrem, a aplicação posterior do inibidor da síntese ou ação do etileno, tem pouco ou nenhum efeito na ocorrência de MFG no tecido foliar.

No caso da aplicação dos compostos em plântulas de macieira, em diferentes condições, não houve diferença significativa para a incidência e severidade da Mancha de *Glomerella* (Tabela 5).

Tabela 5 – Incidência e severidade da Mancha de *Glomerella*, com a aplicação de AVG e 1-MCP em plântulas de macieira ‘Gala’. Vacaria, 2013.

Tratamentos	Incidência (%)	Severidade
Testemunha sem inoculação	0 b ⁽¹⁾	0,0 a ⁽¹⁾
Testemunha com inoculação	49 a	1,3 b
Aplicação de AVG (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	40 a	0,7 b
Aplicação de 1-MCP (150 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	23 a	0,1 ab
Aplicação de AVG (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias após a inoculação	51 a	1,3 b
Aplicação de 1-MCP (150 mg i.a L ⁻¹) dois dias após a inoculação	42 a	0,9 b
C.V. (%)	17,77	37,87

Fonte: produção do próprio autor

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

O estágio fenológico, a germinação do inóculo e até mesmo a utilização de sementes de maçãs para a obtenção das plântulas, podem ter influenciado na resposta da aplicação dos produtos AVG e 1-MCP com a suscetibilidade do tecido a MFG.

Conforme Furtado et al. (2009) e Balardin et al. (2006), o estágio fenológico deve ser considerado, pois o tecido vegetal pode ter uma maior ou menor suscetibilidade a infecção de patógenos.

Segundo Leite et al. (2006), a utilização de sementes é uma forma natural da propagação das plantas, porém devido a natureza heterozigota da macieira, as plântulas formadas através de sementes podem apresentar diferenças entre si. Entre essas diferenças podemos destacar o vigor, a duração do ciclo vegetativo, a dureza da madeira, a afinidade do enxerto e a resistência às pragas e doenças.

4.4 EFEITO EM MUDAS

A aplicação dos compostos AVG e 1-MCP em mudas jovens de macieira demonstrou que a inibição da síntese e ação do etileno causa uma maior severidade da doença nas folhas, em comparação com a testemunha inoculada (Tabela 6).

Conforme relatado por Amarante et al. (2010) e Bogo et al. (2011), a utilização do AVG em pré-colheita aumenta a suscetibilidade do tecido a mancha foliar de *Glomerella*. O AVG atua como inibidor de enzimas que requerem piridoxal fosfato como ativador (CAPITANI et al., 2002), podendo assim comprometer a atividade de enzimas envolvidas nos mecanismos de defesa dos tecidos à infecção de patógenos.

A aplicação de 1-MCP não diferiu estatisticamente em comparação com o AVG, porém apresentou níveis de severidade menores. Esse comportamento pode ser explicado devido à forma de ação dos produtos, pois como já mencionado anteriormente a utilização do AVG inibe enzimas que utilizam

o cofator piridoxal fosfato (TAIZ; ZEIGER, 2009), já o 1-MCP atua ligando-se irreversivelmente ao receptor do etileno, bloqueando ativamente as respostas múltiplas desse hormônio.

Tabela 6 – Área abaixo da curva de progresso (AACP) da incidência e severidade da Mancha de Glomerella, com a aplicação de AVG e 1-MCP em mudas. Vacaria, 2014.

Tratamentos	Incidência		Severidade	
	AACP			
Testemunha com inoculação	9,9	ns	63,5	b ⁽¹⁾
Aplicação AVG (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	11,0	ns	130,2	a
Aplicação 1-MCP (125 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	11,0	ns	89,9	ab
Aplicação AVG (250 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	11,2	ns	129,8	a
Aplicação 1-MCP (250 mg i.a L ⁻¹) dois dias antes da inoculação	10,0	ns	80,9	ab
C.V. (%)	3,25		7,45	

Fonte: produção do próprio autor

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

ns = não significativo.

Desta forma, acredita-se que quando o tecido vegetal é atacado por patógenos, a resposta de defesa deste tecido é induzida por enzimas que utilizam o cofator piridoxal fosfato (TAIZ; ZEIGER, 2009). Se essas enzimas foram inibidas, a forma de defesa do tecido é retardado ou até mesmo inibido.

Já o 1-MCP atua ligando-se irreversivelmente ao sítio receptor do etileno (SILVA, 2004), inibindo a ação deste fito-hormônio. Na presença de condições de estresses, ocorre a formação de novos sítios receptores de etileno, permitindo assim, que o etileno se ligue a estes novos receptores desencadeando uma resposta de defesa no tecido foliar (STEFFENS, 2008). Desta forma, acredita-se que o mesmo acontece quando ocorre a infecção do patógeno no tecido foliar.

A utilização dos compostos AVG e 1-MCP não mostra diferença significativa para a incidência da doença, com o incremento nas doses de 125 para 250 mg i.a L⁻¹.

4.5 EFEITO EM POMARES

A utilização dos compostos inibidores da síntese/ação do etileno na safra 2013/2014 não provocou aumento significativo nos valores de incidência e severidade de MFG em pomares de três e quinze anos de idade (Tabelas 7 e 8). Essa baixa taxa de incidência e severidade pode ser justificada devido às condições climáticas não favoráveis a ocorrência da doença na safra em questão. As condições favoráveis a ocorrência da mancha foliar de *Glomerella* estão associados ao aumento da temperatura, podendo variar na faixa de 14°C a 26°C, e precipitações frequentes ou contínuas, com períodos de molhamento foliar superiores a 12 horas (VALDEBENITO-SANHUEZA; SPOLTI, 2008).

Tabela 7 – Área abaixo da curva de progresso (AACP) da incidência e severidade da Mancha de *Glomerella*, com a aplicação de AVG e 1-MCP em pomar com três anos de idade. Vacaria, 2014.

Tratamentos	Incidência		Severidade	
	AACP			
Testemunha com inoculação	57,7	ns	179,1	ns
Aplicação AVG (125 mg i.a L ⁻¹) 28 dias antes da data prevista da colheita	52,7	ns	196,6	ns
Aplicação 1-MCP (125 mg i.a L ⁻¹) 28 dias antes da data prevista da colheita	55,9	ns	198,5	ns
Aplicação AVG (125 mg i.a L ⁻¹) 7 dias antes da data prevista da colheita	55,2	ns	193,1	ns
Aplicação 1-MCP (125 mg i.a L ⁻¹) 7 dias antes da data prevista da colheita	55,1	ns	190,8	ns
C.V. (%)	5,53		8,89	

Fonte: produção do próprio autor
ns = não significativo.

Como podemos observar nas Tabelas 7 e 8, tanto a incidência quanto a severidade foram mais elevadas no pomar com três anos de idade, podendo isso ter ocorrido devido à inoculação realizada no dia 08/01/2014.

Tabela 8 – Área abaixo da curva de progresso (AACP) da incidência e severidade da Mancha de Glomerella, com a aplicação de AVG e 1-MCP em pomar com quinze anos de idade. Vacaria, 2014.

Tratamentos	AACP		AACP	
	Incidência	Severidade	Incidência	Severidade
Testemunha sem inoculação	35,2	ns	50,3	ns
Aplicação AVG (125 mg i.a L ⁻¹) 28 dias antes da data prevista da colheita	31,7	ns	41,9	ns
Aplicação 1-MCP (125 mg i.a L ⁻¹) 28 dias antes da data prevista da colheita	35,9	ns	49,2	ns
Aplicação AVG (125 mg i.a L ⁻¹) 7 dias antes da data prevista da colheita	32,4	ns	48,2	ns
Aplicação 1-MCP (125 mg i.a L ⁻¹) 7 dias antes da data prevista da colheita	34,9	ns	48,7	ns
C.V. (%)	4,98		6,76	

Fonte: produção do próprio autor

ns = não significativo.

Apesar da grande dificuldade da adaptação de modelos de precisão da ocorrência da MFG, pode-se destacar o modelo adaptado por Katsurayama e Boneti (2009), onde estipula que quando a soma dos valores diários de severidade em três dias seguidos atinge 2,5 unidades, este seria considerado o período crítico para a Mancha de Glomerella. Desta forma, com a utilização de dados de temperatura e precipitação obtidos no sistema do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014), pode-se construir a Tabela 9, onde podemos observar que a safra 2013/2014 não apresentou condições para o surgimento da doença. Além disso, a repetição deste experimento deve ser considerada, onde deve-se avaliar anos consecutivos de aplicação dos compostos, com o propósito de investigar o efeito cumulativo de aplicação consecutiva dos mesmos.

Tabela 9 – Avaliação do valor médio diário de severidade para Mancha de Glomerella na safra 2013/2014. Vacaria, 2014.

Dias	Meses				
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
1	1,5	0	1	2	0,5
2	2	0	1	1,5	0
3	2	0	1	1	0,5
4	1	0	1	1	0,5
5	1,5	0	1,5	0	1
6	0	0	1,5	1,5	1
7	0	0	1	0	1
8	1,5	0	1	0	1
9	2	0	1	1,5	0,5
10	2	0	1	1,5	0
11	2	0	1	1,5	0
12	2	0	1,5	1,5	0,5
13	1,5	0	1,5	0,5	0,5
14	1,5	1	1,5	0	0,5
15	1,5	0	1,5	0,5	1
16	1,5	0	2	0,5	0,5
17	2	0	1,5	1	0,5
18	0	0	1,5	1	0
19	0	0	1,5	1	0,5
20	0	0	1,5	1	0,5
21	0	1,5	1,5	1	1
22	0	1,5	0,5	1,5	1,5
23	0	1,5	0	0,5	0
24	0	1,5	0	0,5	0
25	1,5	0	0	0,5	0
26	1,5	1,5	1	0	0,5
27	2	1	1	0,5	0
28	0	1	1,5	0	0
29	0		0	0,5	0
30	0		1,5	1	0
31	0		1,5		0,5

Fonte: produção do próprio autor.

Baseado no modelo proposto por Katsurayama e Boneti (2006) e dados obtidos do INMET (2014).

Levando em consideração o modelo proposto por Katsurayama e Boneti (2009), pode-se observar que há grandes períodos nos meses avaliados, principalmente em fevereiro, abril e maio, onde não houveram as condições necessárias para a ocorrência da doença. Além disso, epidemias severas de

MFG estão intimamente relacionadas com a ocorrência do fenômeno El Niño, onde podemos observar a ocorrência de períodos chuvosos em novembro e altas temperaturas em novembro e dezembro (KATSURAYAMA; BONETI, 2009). Conforme dados da CPTEC (2014), o último período com ocorrência de El Niño em escala considerada forte se deu nos anos de 1997/1998, tendo o registro de ocorrência também nos anos de 2002/2003, 2004/2005, 2006/2007 e 2009/2010, porém em escala mais fraca.

5 CONCLUSÕES

A utilização dos compostos aminoetoxivinilglicina e 1-metilciclopropeno não interferem na germinação dos conídios (UFC) e no crescimento da colônia em condições *in vitro*.

Nos frutos, a utilização dos compostos inibidores da síntese/ação do etileno, proporcionaram um aumento na incidência da doença, quando a aplicação antecedeu a inoculação.

Há uma maior incidência da Mancha de Glomerella, quando a inoculação ocorre após a aplicação do AVG.

A aplicação do 1-MCP também aumentou a severidade da MFG em mudas jovens, porém com um menor efeito em comparação com o AVG.

A utilização dos compostos inibidores da síntese/ação do etileno na safra de 2013/2014 não provocou um aumento significativo nas taxas de incidência e severidade de MFG em pomares.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos compostos aminoetoxivinilglicina e 1-metilciclopropeno aumentam a suscetibilidade do tecido vegetal a ocorrência de mancha de *Glomerella* em frutos. Em folhas, a ocorrência da doença é mais expressiva quando se utiliza o AVG, inibidor da síntese do etileno. Tanto em frutos como em folhas, a doença se manifesta quando ocorre a aplicação dos composto aminoetoxivinilglicina e 1-metilciclopropeno antes da inoculação do patógeno.

A aplicação dos compostos aminoetoxivinilglicina e 1-metilciclopropeno em condições de campo, não apresentaram diferença nos parâmetros de incidência e severidade da doença. Desta forma, deve-se considerar que, os resultados são referentes a safra de 2013-2014, que não apresentou condições climáticas favoráveis à ocorrência da doença.

Sendo assim, faz-se necessário a realização de avaliações da incidência e severidade em pomares onde ocorre a aplicação consecutiva dos produtos, e em um período maior, para comprovar os resultados obtidos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, N.; MCGLASSON, W. B.; HOLFORD, P.; WILLIAMS, M.; MIZRAHI, Y. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 029-039, 1998.

ALFENAS, A.C.; MAFRA, R.G. **Métodos em Fitopatologia**. Viçosa: UFV, 2007. 382 p.

ALVARENGA, T. C.; SILVA NETO, H. F.; OGASSAVARA, F. O.; ARANTES, F. C.; MARQUES, M. O.; FRIGIERI, M. C. Polifenoloxidase: uma enzima intrigante. **Ciência e Tecnologia: FATEC-JB**, Jaboticabal, v. 3, n. 1, p. 83-93, 2011.

AMARANTE, C. V. T.; SIMIONI, A.; MEGGUER, C. A.; BLUM, L. E. B. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 661-664, 2002.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; BLUM, L. E. B. Coloração do fruto, distúrbios fisiológicos e doenças em maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ pulverizadas com aminoetoxivinilglicina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.009-018, 2010.

AMORIN, L. Avaliação de doenças. In: **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**, 3 ed. São Paulo: Ceres, 1995. p. 647-671.

ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfitos de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no

controle pós-infecional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p.054-059, 2010.

ARGENTA, L. C. Fisiologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**, 2 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p. 59-102.

ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; KRAMMES, J. G.; PETRI, L.; BASSO, C. AVG and 1-MCP effects on maturity and quality of apple fruit at harvest and after storage. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 727, p. 495-503, 2006.

BALARDIN, R. S.; DALLAGNO, L. J.; DIDONÉ, H. T.; NAVARINI, L. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 463-467, 2006.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; CASTRO, L. A. S.; RIZZATI, 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.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B; PINTO, Z. V.; NASCIMENTO, R.; AGOSTINI, E. R. S.; LUCON, C. M. M.; HARAKAVA, R.; HADDAD, P. E. **Avaliação da qualidade de produtos à base de *Thichoderma***. Jaguariúna. 2012. Curso realizado pela Embrapa Meio Ambiente de 18 a 20 de set. 2012.

BLEICHER, J. Doenças da macieira e outras pomáceas. In: KIMATI, H et al. **Manual de Fitopatologia**, v. II. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 472-485.

BLEICHER, J. História da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**, 2 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p.29-35.

BOGO, A.; CASA, R. T.; RUFATO, L.; KUHNEM, P. R.; GONÇALVES, M. J. Ethylene inhibitor aminoethoxyvinilglicine on *Glomerella* leaf spot in apple cultivar 'Royal Gala'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 925-930, 2011.

BONETI, J. I. S.; CESA, J. D.; PETRI, J. L.; BLEICHER, J. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**, 2 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p. 37-57.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. Doenças da macieira (*Malus domestica* Bork.). In: **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira**, Florianópolis: EPAGRI, 1999, p. 13-90.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; BLEICHER, J. Doenças da macieira. In: **A cultura da macieira**, 2 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p.59-102.

BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A.; GRIEHL, R. F. H. G. Qualidade da maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1415-1420, 2004.

BURG, S. P.; THIMANN, K. V. The physiology of ethylene formation in apples. **Botany**, Harvard University, v. 45, n. 3, p. 335-344, 1959.

CAI, L.; HYDE, K. D.; TAYLOR, P. W. J.; WEIR, B. S.; WALLER, J.; ABANG, M. M.; ZHANG, J. Z.; YANG, Y. L.; PHOULIVONG, S.; LIU, Z. Y.; PRIHASTUTI, H.; SHIVAS, R. G.; MCKENZIE, E. H. C.; JOHNSTON, P. R. A polyphasic

approach for studying *Colletotrichum*. **Fungal Diversity**, Chiang Mai, v. 39, n.1, p. 183-204, 2009.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons Inc. 1990. 532 p.

CAPITANI, G.; MCCARTHY, D. L.; GUT, H.; GRÜTTER, M. G.; KIRSCH, J. F. Apple 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase in complex with the inhibitor L-aminoethoxyvinylglycine: evidence for a ketimine intermediate. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 277, n. 52, p. 49735-49742, 2002.

CLEMENTE, E. PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 167-171, 1998.

CPTEC. **El niño e La niña**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 12 set. 2014.

DABUL, A. N. G.; AYUB, R. A. Retardo da colheita de maçã (*Malus domestica*) cv. Gala com a aplicação de Retain™. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 302, p. 481-489, 2005.

FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J. P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 135-142, 2000.

FAN, X.; BLANKENSHIP, S. M.; MATTHEIS, J. P. 1-methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, n. 6, p. 690-695, 1999.

FENG, X.; APELBAUM, A.; SISLER, E. C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 143-150, 2000.

FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C. V.; MASSOLA, N. S. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 2, p.118-122, 2009.

GONZÁLEZ, E.; SUTTON, T. B.; CORRELL, J. C. Clarification of the etiology of Glomerella Leaf Spot and Bitter Rot of apple caused by *Colletotrichum* spp. based on morphology and genetic, molecular, and pathogenicity tests. **Phytopathology**, v. 96, n. 9, p. 982-992, 2006.

HOFFMANN, A.; NACHTIGALL, G.R. Fatores edafoclimáticos. In: NACHTIGALL, G.R. **Maçã: Produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.25-31.

HUAI, Q.; XIA, Y.; CHEN, Y.; CALLAHAN, B.; LI, N.; KE, H. Crystal structures of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase in complex with aminoethoxyvinylglycine and pyridoxal-5'-phosphate provide new insight into catalytic mechanisms. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 276, n. 41, p. 38210-38216, 2001.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, v. 16, n. 1, p. 1-83, 2013.

INMET. **Dados Meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 16 jun. 2014.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**, 2 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p. 59-102.

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, n. 2, p. 103-111, 2002.

KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Mancha da gala. In: XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 11., 2009, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, v. 1 (Palestras), 2009. 226 p.

KOWATA, L. S.; STRAPASSON, M.; CHALLIOL, M. A.; MAY-DE MIO, L. L. Glomerella leaf spot in apple: validation of proposed diagrammatic scale and efficiency of fungicides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 7, p. 1502-1508, 2010.

LEITE, B.; PASCHOLATI, S. F. Hospedeiro: Alterações fisiológicas induzidas por fitopatógenos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia**. 3. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 21.

LEITE, G. B.; FINARDI, N. L. FORTES, G. R. L. Propagação da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**, 2 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p.37-57.

LEITE, R. P.; TSUNETTA, A. M.; KISHINO, A. Y. Ocorrência de mancha foliar de Glomerella em macieira no estado do Paraná. **Informe da Pesquisa**, n.81, 1988.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; ARGENTA, L. C. Eficácia do tratamento de AVG no controle da queda e maturação dos frutos de maçã, cultivar Imperial Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 239-244, 2007.

PETRI, L. J.; LEITE, G. B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 857-1166, 2008.

PETRI, L. J.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 48-56, 2011.

PINHEIRO, A. C. M.; BOAS, E. V. B. V.; MESQUITA, C. T. Ação do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na vida de prateleira da banana ‘maçã’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 25-28, 2005.

RESENDE, M. L. V.; BARRETTI, P. B.; MEDEIROS, F. C. L.; SILVA, D. D.; PEREIRA, R. B.; LINS, S. R. O.; PEREIRA, L. M.; CAMPOS, M. A. Recepção e transdução de sinais para a ativação de respostas de defesa em plantas contra patógenos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 15, n. 1, p.129-198, 2007.

RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Café – Na hora certa. **Revista Cultivar**, Pelotas, jul. 2001. Disponível em: <www.cultivar.inf.br>. Acesso em: 16 out. 2014.

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

SCOLARO, A.M.T.; ARGENTA, L.C.; AMARANTE, C.V.T.; PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J. Controle da maturação pré-colheita de maçãs ‘Royal Gala’ pela inibição da ação ou síntese do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, no prelo, 2015.

SEREK, M.; SISLER, E. C.; REID, M. S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, Wallington, n. 394, p. 337-345, 1995.

SILVA, D. D. **Sensibilidade de duas variedades de gerânio ao etileno tratamento com 1-MCP**. 2004. Tese (*Magister Scientiae* em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. **Physiologia Plantarum**, Rockville, v. 100, n. 3, p. 577-582, 1997.

STEFFENS, C. A.; ESPÍNDOLA, B. P.; AMARANTE, C. V. T.; SILVEIRA, J. P. G.; CHECHI, R.; BRACKMANN, A. Respiração, produção de etileno e qualidade de maçãs “Gala” em função do dano mecânico por impacto e da aplicação de 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1864-1870, 2008.

STEFFENS, C. A.; GIEHL, R. F. H.; BRACKMANN, A. Maçã ‘Gala’ armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 9, p. 837-843, 2005.

STEFFENS, C. A.; GUARIENTI, A. J. W.; STORCK, L.; BRACKMANN, A. Maturação da maçã ‘Gala’ com a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 434-440, 2006.

STEFFENS, C. A.; TANAKA, H.; AMARANTE, C. V. T.; BRACKMANN, A.; STANGER, M. C.; HENDGES, M.V. Condições de atmosfera controlada para armazenamento de ameixas ‘Laetitia’ tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 750-756, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Etileno: O hormônio gasoso. In: _____. **Fisiologia Vegetal**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. cap. 22, p. 634-655.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; BECKER, W.; BONETI, J. I. S. KATSURAYAMA, Y. Manejo das doenças de verão na produção integrada de maçã. **Circular Técnica**, Bento Gonçalves: EMBRAPA, v. 36, jun. 2002. p. 11.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; BETTI, J. A. Doenças da macieira (*Malus spp.*). In: **Manual de Fitopatologia**, São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 421-434.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; SPOLTI, P. Manual de Identificação e Controle de Doenças d Macieira. In: VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; NACHTIGALL, G. R.; KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S.; SPOLTI, P. **Manual de Identificação e Controle de Doenças, Pragas e Desequilíbrios Nutricionais da Macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 7-29.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: **Maçã: Fitossanidade**, Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2004. p. 85.

WATKINS, C. B. Principal and practices of postharvest handling and stress. In: FERREE, R. C.; WARRINGTON, I. J. **Apples: botany, production and uses**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p.585-614.

WATKINS, C. B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 389-409, 2006.

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 35, p. 155-189, 1984.