

DANYELLE DE SOUSA MAUTA

**ASPECTOS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS EM
MACIEIRAS COBERTAS COM TELAS FOTOSELETIVAS NA REGIÃO DOS
CAMPOS DE CIMA DA SERRA-RS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Ph.D. Cassandro Vidal Talamini do Amarante

**LAGES
2018**

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

Mauta, Danyelle de Sousa
Aspectos vegetativos, produtivos e de qualidade
de frutos em macieiras cobertas com telas
fotoseletivas na região dos Campos de Cima da Serra-
RS / Danyelle de Sousa Mauta. - Lages , 2018.
111 p.

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2018.

1. Fotossíntese. 2. Radiação. 3. Sombreamento. 4.
Resposta produtiva. I. Amarante, Cassandro Vidal
Talamini do. II. Universidade do Estado de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação. III. Título.

DANYELLE DE SOUSA MAUTA

**ASPECTOS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS EM
MACIEIRAS COBERTAS COM TELAS FOTOSELETIVAS NA REGIÃO DOS
CAMPOS DE CIMA DA SERRA-RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

Orientador: _____

Professor Ph.D. Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Universidade do Estado de Santa Catarina
Centro de Ciências Agroveterinárias

Membro: _____

Professor Dr. Clenilso Sehnen Mota
Instituto Federal Catarinense, Campus Rio do Sul, SC

Membro: _____

Professor Dr. Cristiano André Steffens
Universidade do Estado de Santa Catarina
Centro de Ciências Agroveterinárias

Lages, 28 de março de 2018

AGRADECIMENTOS

Em função desta pesquisa tive a oportunidade de conhecer pessoas incríveis, das quais compartilhamos conhecimentos e principalmente amizade. A essas pessoas dedico toda a minha gratidão, pois este trabalho é fruto da ajuda direta ou indireta de cada um de vocês. Primeiramente agradeço a Deus, por permitir que completasse essa caminhada longa e árdua com persistência e sabedoria, não me deixando fraquejar devido os obstáculos encontrados no caminho e à minha família, em especial a minha mãe Ana Célia por estar sempre ao meu lado e acreditando nas minhas potencialidades. Ela, mas que ninguém me apoiou durante todos esses anos de carreira acadêmica, mesmo com a distância, soube estar presente em todos os momentos da minha vida.

Aos amigos do laboratório de Fitotecnia da Embrapa Uva e Vinho - Charle Kramer, Giovanni Gilli, Lisiâne Viaceli, Natalia Goularte, Fernanda Pelizzari, Carol Ruaro, Leonardo Soldatelli e Maurício Vargas - pela ajuda e crucial colaboração no desenvolvimento deste trabalho. Saibam que conseguir finalizar essa etapa com a ajuda de vocês significa muito para mim, pois foram com vocês que aprendi o verdadeiro significado de trabalho em equipe.

Agradeço ao meu orientador funcional, Dr. Fernando Hawerroth, da Embrapa Uva e Vinho, pelo exemplo de profissional capacitado, conhecimento transmitido, sugestões, apoio constante e amizade ao longo desses anos e, ao meu orientador Professor Dr. Cassandro Amarante, pela liberdade concedida na realização dos trabalhos. Aos amigos que passaram pela pousada da Embrapa, a qual residi durante o período do curso, Daniela Tomazelli, Diana Carolina, Filipe Medina, Ana Ribeiro, Giovanni Gilli, Daniela Klesener e Ana Ribeiro, muito obrigada pela ajuda e momentos inesquecíveis de risos, que fizeram com que eu pudesse persistir até o fim do mestrado com coragem, determinação e foco.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos ao longo do curso de Mestrado em Produção Vegetal e também a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) pelo ensino de qualidade, bem como a todos os professores, alunos de iniciação científica (João Cláudio) e colaboradores que direta e indiretamente estiveram ligados ao desenvolvimento do projeto. Outra que não poderia ficar de fora é a Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, vinculada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Uva e Vinho), que disponibilizou a sua infraestrutura para as realizações de muitas atividades envolvendo o projeto. Também deixo meus agradecimentos às empresas Agropecuária Schio Ltda., Ginegar Polysack, seus dirigentes

e funcionários em geral que acreditaram no sucesso deste importante projeto para o setor da
maçã.

A todos que torceram e me incentivaram durante a obtenção dessa conquista.

Muito obrigada!

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

MAUTA, Danyelle de Sousa. **Aspectos vegetativos, produtivos e de qualidade de frutos em macieiras cobertas com telas fotoseletivas na região dos Campos de Cima da Serra - RS.** 2018, 111p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2017.

Objetivou-se com este estudo avaliar a influência do uso de telas antigranizo fotoseletivas de diferentes cores sobre a resposta vegetativa e produtiva de macieiras ‘Maxi Gala’ nas condições climáticas de Monte Alegre dos Campos, RS, assim como avaliar a qualidade dos frutos colhidos sob essas condições. Foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’ da área a pleno sol (sem cobertura) e cobertas com telas antigranizo nas cores preta, mista (branca e preta) e ChromatiNet® (amarela, pérola, azul e vermelha). O emprego de tela antigranizo mista ocasionou ao longo do dia apenas 14,4% da redução na densidade de fluxo de fôtons fotossinteticamente ativo (DFFFA), não impactando nos conteúdos de clorofilas *a*, *b* e *total*. Por outro lado, as plantas cultivadas sob ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul e tela mista produziram maiores quantidades de carotenoides no ciclo 2016/2017, do que no ciclo seguinte. Macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com ChromatiNet® vermelha apresentaram maiores valores de taxa máxima de fotossíntese nas folhas em resposta ao aumento na DFFFA do que as telas ChromatiNet® azul, ChromatiNet® amarela e preta. As telas antigranizo fotoseletivas ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha induziram o crescimento vegetativo de macieiras ‘Maxi Gala’. Estas telas propiciaram aumento na incidência e severidade de mancha foliar de *Glomerella* (MFG) no ciclo 2016/2017. O emprego de telas pretas e das fotoseletivas ChromatiNet® (pérola, vermelha e amarela) reduziu a coloração vermelha da epiderme dos frutos nas classes de maior coloração. O uso de telas antigranizo reduziu a severidade de “russetting” e dano de sol nos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’.

Palavras-chave: Fotossíntese. Radiação. Sombreamento. Resposta produtiva.

ABSTRACT

MAUTA, Danyelle de Sousa. **Vegetative, productive and fruit quality aspects in apple trees covered with photo-selective hail nets in the region of Campos de Cima da Serra, RS.** 2018. 111p. Dissertation (Master degree) - Santa Catarina State University. Postgraduate Program in Plant Production, Lages, 2018.

The objective of this study was to evaluate the influence of photo-selective hail nets of different colors on the vegetative and productive responses of 'Maxi Gala' apples at the climatic conditions of the municipality of Monte Alegre dos Campos-RS, and to evaluate the quality of the fruits harvested on such conditions. It was used 'Maxi Gala' apple trees from an area with full sunlight exposure (without hail net) and covered with hail protection nets of the colors black, mixed (black and white) and from ChromatiNet® (yellow, pearl, blue, and red colors). The use of mixed hail net caused a reduction of only 14.4% of the photosynthetic photon flux density (PPFD) throughout the day, with no impact on the content of chlorophylls *a*, *b* and *total*. However, the apple trees cropped under yellow and blue ChromatiNet® and mixed hail nets produced higher quantity of carotenoids in the season of 2016/2017 compared to the season of 2017/2018. 'Maxi Gala' apple trees covered with red color ChromatiNet® presented higher values of maximum photosynthesis rate in the leaves in response to the increase of PPFD than in the blue and yellow ChromatiNet® or black hail net. The photo-selective hail nets yellow and red color from ChromatiNet® induced vegetative growth of 'Maxi Gala' apple trees. These hail protection nets promoted an enhancement of the incidence and severity of *Glomerella* leaf spot in the season of 2016/2017. The use of black, and photo-selective hail nets from ChromatiNet® (pearl, red, and yellow colors) reduced fruit red color in the fruits of higher class of red color. The use of hail protection nets reduced the severity of fruit skin russet and sunburn of 'Maxi Gala' fruits.

Keywords: Photosynthesis. Radiation. Shading. Productive response.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Imagen das malhas das telas antigranizo utilizadas no experimento em pomar comercial de macieiras ‘Maxi Gala’ localizado em Monte Alegre dos Campos, RS.....	39
Figura 2 -	Implantação das telas antigranizo, utilizando adaptação do sistema ‘capela’. Monte Alegre dos Campos, RS, ano de 2016.....	40
Figura 3 -	Determinação das curvas de assimilação de CO ₂ nas folhas de macieiras ‘Maxi Gala’ em resposta ao aumento na densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) com analisador de gás infravermelho (IRGA). Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	42
Figura 4 -	Folhas de macieiras ‘Maxi Gala’ com sintomas de mancha foliar de Glomerella no final do ciclo 2016/2017, em Monte Alegre dos Campos, RS.	43
Figura 5 -	Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA $\lambda=400\text{-}700\text{ nm}$), incidente em macieiras 'Maxi Gala' a pleno sol (controle) ou cobertas com telas antigranizo amarela, preta, pérola, azul, vermelha e mista. Monte Alegre dos Campos, RS, ciclo 2016/2017.....	45
Figura 6 -	Taxa foliar de assimilação líquida de CO ₂ (A) em função da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) em macieiras ‘Maxi Gala’ a pleno sol ou cobertas com telas antigranizo nas cores amarela, azul, preta e vermelha.....	53
Figura 7 -	Imagen aérea do experimento com telas antigranizo em pomar comercial de macieiras ‘Maxi Gala’ localizado em Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	65
Figura 8 -	Danos provocados por granizo em ramos (A), frutos (B e D) e folhas (C) em pomar de macieiras ‘Maxi Gala’ sem cobertura de tela antigranizo, no município de Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.	69
Figura 9 -	Incidência de podridões nos frutos (a e b) de macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoselativas, armazenados em atmosfera do ar durante 120 dias e após 7 dias em condições ambiente (simulando tempo de ‘prateleira’). Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.	90
Figura 10 -	Diferentes severidades de lesões nos frutos em macieiras ‘Maxi Gala’, provocadas por chuva de granizo durante a safra 2016/2017, em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Comprimento do limbo e pecíolo, largura, área e área específica nas folhas de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo, em pomar comercial no município Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	48
Tabela 2 -	Teores de Clorofila a (Chl <i>a</i>), b (Chl <i>b</i>), <i>total</i> (<i>a+b</i>) (mg cm ⁻²), relação clorofila <i>a/b</i> (Chl <i>a/b</i>) e carotenoides, em folhas de plantas de macieiras ‘Maxi Gala’, cobertas com tela antigranizo em pomar comercial no município de Monte Alegre dos Campos, RS, nos ciclos 2016/2017 e 2017/2018.....	50
Tabela 3 -	Índice de severidade da doença (ISD) e incidência de mancha foliar de <i>Glomerella</i> em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	55
Tabela 4 -	Número total e comprimento médio de ramos de macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS, no ciclo 2016/2017.....	57
Tabela 5 -	Porcentagem de ramos do ano, em função de comprimento, nas porções superior e inferior em macieiras ‘Maxi Gala’, cobertas com telas antigranizo. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	59
Tabela 6 -	Efeito da tela antigranizo no número de ramos podados, comprimento médio dos ramos podados, massa total de ramos podados, massa média de ramos podados e número médio de gemas por ramo podado em macieiras ‘Maxi Gala’, no ciclo 2016/2017. Monte Alegre dos Campos, Rio Grande do Sul, 2017.....	60
Tabela 7 -	Número de cachos florais por planta, número de frutos por planta e número de frutos por cacho floral em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	71
Tabela 8 -	Atributos de produtividade em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	73
Tabela 9 -	Incidência e severidade de “russetting” nos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	75
Tabela 10 -	Severidade de dano de sol nos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	76
Tabela 11 -	Coloração (<i>h°</i>) de frutos na colheita em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	77
Tabela 12 -	Porcentagem de recobrimento com a cor vermelha da epiderme do fruto em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	80

Tabela 13 -	Calibres de frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotoseletivas, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo ‘Mark IV’, com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	83
Tabela 14 -	Tamanho (diâmetro médio e comprimento médio), relação comprimento/diâmetro e número de sementes nos frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	85
Tabela 15 -	Qualidade físico-química dos frutos na colheita, em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	88
Tabela 16 -	Atributos físico-químicos dos frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, após armazenamento refrigerado, seguido de sete dias de vida de prateleira. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	89
Tabela 17 -	Perda de firmeza dos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’, em função do tempo de armazenamento e das cores de tela antigranizo fotoseletiva. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	90
Tabela 18 -	Incidência (%) de distúrbios nos frutos em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, armazenados em atmosfera durante 120 dias, seguido de sete dias em temperatura ambiente. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	91
Tabela 19 -	Porcentagem de frutos danificados e diâmetro máximo, mínimo e médio de lesões provocadas por chuva de granizo nos frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Taxa foliar de assimilação líquida de CO ₂
AA	Atmosfera do ar
<i>A_{max}</i>	Taxa máxima de fotossíntese
AgI	Iodeto de prata
AT	Acidez titulável
°Brix	Graus Brix
°C	Graus Celsius
Cfb	Clima temperado húmido com verão temperado
Chl <i>a</i>	Clorofila <i>a</i>
Chl <i>b</i>	Clorofila <i>b</i>
Chl <i>a+b</i>	Clorofila <i>total</i>
Cm	Centímetro
CO ₂	Gás carbônico
CV	Coeficiente de variação
cult.	Cultivar
DFFFA	Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos
DMSO	Dimetilsulfóxido
g	Gramma
h°	Ângulo ‘hue’
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRGA	Analizador de gás por infravermelho
kg	Quilograma
L	Luminosidade
M	Metro
MAPA	Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento
MFG	Mancha foliar de Glomerella
mg	Miligramma
mL	Militro
mm	Milímetro
N	Newton
NaOH	Hidróxido de sódio
nmol	Nanomolar
Nm	Nanômetro
ns	Não significativo
R _e	Respiração no escuro
RFA	Radiação fotossinteticamente ativa
RS	Estado do Rio Grande do Sul
s	Segundo
SC	Estado de Santa Catarina
SS	Sólidos solúveis
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UR	Umidade relativa do ar
UV	Radiação ultravioleta
V: Vd	Relação vermelho:vermelho distante
µmol	Micromol
Φa	Eficiência quântica aparente
Γ	Ponto de compensação fotossintética

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	27
2	CAPÍTULO 1- DISPONIBILIDADE LUMINOSA, FOTOSSÍNTESE CRESCEMENTO VEGETATIVO E MANCHA FOLIAR DE <i>GLOMERELLA</i> EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ COBERTAS COM TELAS FOTOSELETIVAS.....	35
2.1	INTRODUÇÃO.....	35
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	39
2.2.1	Configuração experimental.....	39
2.2.2	Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativo.....	40
2.2.3	Atributos foliares.....	40
2.2.3.1	Área foliar e pigmentos fotossintéticos.....	40
2.2.3.2	Fotossíntese.....	41
2.2.3.3	Mancha foliar de <i>Glomerella</i> (MFG).....	43
2.2.4	Atributos relacionados ao crescimento vegetativo.....	43
2.2.5	Análise estatística.....	44
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
2.3.1	Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos.....	45
2.3.2	Atributos foliares.....	47
2.3.2.1	Área foliar e pigmentos fotossintéticos.....	47
2.3.2.2	Fotossíntese.....	51
2.3.2.3	Mancha foliar de <i>Glomerella</i> (MFG).....	54
2.3.3	Atributos relacionados ao crescimento vegetativo.....	56
2.4	CONCLUSÕES.....	61
3	CAPÍTULO 2- PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ COBERTAS COM TELAS FOTOSELETIVAS.....	63
3.1	INTRODUÇÃO.....	63
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3.2.1	Configuração experimental.....	65
3.2.2	Atributos de produtividade.....	66
3.2.3	Atributos de qualidade dos frutos.....	66
3.2.3.1	Distúrbios fisiológicos.....	66
3.2.3.2	Coloração da epiderme.....	67

3.2.3.3	Tamanho e formato dos frutos.....	67
3.2.3.4	Qualidade físico-química na colheita e após o armazenamento.....	67
3.2.4	Ocorrência de granizo	68
3.2.5	Análise estatística.....	69
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
3.3.1	Atributos de produtividade.....	71
3.3.2	Atributos de qualidade dos frutos.....	74
3.3.2.1	Distúrbios fisiológicos.....	74
3.3.2.2	Coloração da epiderme.....	77
3.3.2.3	Tamanho e formato dos frutos	81
3.3.2.4	Qualidade físico-química na colheita e após o armazenamento.....	86
3.3.3	Incidência e avaliação de danos de granizo.....	92
3.4	CONCLUSÕES.....	95
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
	REFERÊNCIAS.....	99
	ANEXOS.....	111

1 INTRODUÇÃO GERAL

A região Sul do Brasil é responsável por 99,3% da produção nacional de maçã, registrando na safra 2015/2016 uma produção de 1.049.251 toneladas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA MAÇÃ, 2017). Neste ciclo produtivo, a maior participação foi do município de Vacaria, localizada na região Nordeste do Rio Grande do Sul, que produziu 162.302 toneladas de maçãs ‘Gala’ (e clones) e 54.647 toneladas de maçãs ‘Fuji’ (e clones) (IBGE, 2017). A concentração da produção de maçã em municípios com altitude próxima a 1.000 m está relacionada às condições climáticas favoráveis a pomicultura, que requer mais de 600 horas de frio ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) para brotarem e florescerem uniformemente (PETRI et al., 2011), tendo como consequência frutos de qualidade. No entanto, essas mesmas condições climáticas favorecem a ocorrência de diferentes eventos meteorológicos, prejudiciais à produção agrícola. Dentre os eventos meteorológicos extremos está o granizo, que pode causar grandes prejuízos nas áreas atingidas (LUCAS et al., 2012).

O granizo é formado em nuvens de grande desenvolvimento vertical, células convectivas geradoras de instabilidade, principalmente a cumulonimbus (MARTINEZ et al., 2001; AMARANTE et al., 2012). A formação desse tipo de nuvem está associada à combinação de elevados valores de temperaturas e umidade relativa do ar (GRIM, 2017). Quando a porção intermediária de uma cumulonimbus se encontra em temperaturas próximas ou abaixo de 0°C (abaixo do ponto de congelamento), haverá o congelamento das gotículas de água (HERRMANN, 2006). As gotículas superesfriadas se agrupam sobre a superfície de uma partícula sólida (núcleo de congelamento) que irão se movimentar com as correntes de ar subsidentes ao ponto de crescerem rapidamente (quando se chocam com gotas d’água superesfriadas) até alcançarem dimensões de queda (MAGNAGO et al., 2015). Esse tipo de precipitação ocorre de forma localizada e em pequena escala espacial (SANTOS et al., 2016), em áreas com maior altitude e/ou continentalidade, sendo a primavera a estação com o maior número de ocorrência de tais eventos (BERLATO et al., 2000).

Um evento de granizo pode provocar danos variáveis, os quais dependerão do tamanho e velocidade das quedas de pedras, densidade por área, duração do evento, velocidade do vento, idade da planta e da época de ocorrência (MOTA, 1981; CERA et al., 2016). Segundo Amarante et al. (2012), em pomares de macieira, o granizo pode ocasionar danos substanciais aos frutos, levando a uma depreciação do valor comercial e ainda, reduzindo a capacidade de armazenamento dos mesmos. Além disso, outro fator relevante é o dano da precipitação de granizo à ramos e folhas das árvores em formação e em produção, que compromete o

desenvolvimento fenológico das plantas e consequentemente produções futuras (LEITE et al., 2002; AMARANTE et al., 2009).

Na tentativa de minimizar os prejuízos ocasionados pelo granizo, ao longo dos anos foram adotadas algumas alternativas de controle, como a utilização de foguetes抗granizo e geradores de solo (YURI, 2003). A primeira alternativa utilizada consistia em bombardear as nuvens com iodeto de prata (AgI) lançado por foguetes controlados por um radar meteorológico (LEITE et al., 2002). Nos anos 70, as cargas desses foguetes eram importadas da Suíça, no entanto, por imposição do governo militar, esse tipo de material teve sua importação proibida. Contudo, uma empresa paranaense especializada em explosivos, começou a produzir congêneres nacionais, com um custo menor, para suprir as necessidades dos fruticultores (KLANOVICZ, 2013). Posteriormente, os produtores suspenderam a utilização deste método devido ao alto custo e dúvidas na sua eficiência. Em substituição aos foguetes, o controle de granizo em grandes áreas passou a ser feito pelo método de queimadores de solo, utilizando o mesmo reagente dos foguetes, que é o AgI (LEITE et al., 2002). Na eventualidade de perdas por ocorrência de granizo, o produtor pode utilizar o seguro agrícola (YURI, 2003). Todavia, o seguro cobrirá somente danos causados aos frutos, não incluindo danos às plantas, que podem comprometer produções futuras (AMARANTE et al., 2012).

Durante a última década, o aumento da incidência de tempestades de granizo resultou na instalação de telas抗granizo em muitas regiões frutíferas do mundo (BLANKE, 2008). No Brasil isto não foi diferente, tendo em vista que nas principais regiões produtoras de maçã do país, houve um acréscimo na proteção dos pomares com essas telas de polietileno (BOSCO et al., 2014). A cobertura de estruturas agrícolas com tela expandiu-se constantemente por oferecerem muitas vantagens e benefícios ambientais e econômicos (CASTELLANO et al., 2008). Na sua grande maioria, os pomares de macieiras encontrados na região Sul do país estão cobertos com telas抗granizo de malha preta, que tem a capacidade de reduzir a luz incidente em até 45% (ANDREWS e JOHNSON, 1996; STAMPAR et al., 2002; DUSSI et al., 2005; GINDABA e WAND, 2007; JAKOPIC et al., 2009; SELAN et al., 2014), desencadeando efeitos negativos ao desenvolvimento das plantas. No intuito de amenizar os efeitos do sombreamento causado pela cobertura das plantas com as telas pretas, as malhas fotoseletivas passaram a ganhar uma atenção cada vez mais crescente, tanto no meio acadêmico quanto na indústria hortícola (SHAHAK, 2014). Esse método de cobertura de pomares com telas fotoseletivas visa manipular a quantidade e qualidade da luz transmitida sobre o dossel das plantas, em adição a função básica de proteção, aumentando assim a eficiência de processos dependentes de luz (RAJAPAKSE, 2007; BASILE et al., 2012). A fotoseletividade das telas,

nada mais é do que a modificação do espectro de luz através dos fios de plástico coloridos, misturada com a luz natural (não modificada) que passa pelos orifícios da tela (BASILE et al., 2014). Relatórios recentes demonstram que, dependendo da cor, essas telas podem modificar as condições de luz do pomar, alterar a coloração dos frutos e as características nutricionais como o teor de açúcar, vitamina C e antocianina na maçã (SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010; BASTÍAS et al., 2012c). Para este fim, durante a fabricação da tela são incorporados vários aditivos cromáticos, elementos dispersivos e refletores de luz nos materiais (SHAHAK, 2008a; MUPAMBI et al., 2018), no intuito de absorver diferencialmente nas regiões espectrais ultravioleta (UV), azul, verde, amarelo, vermelho, vermelho distante ou infravermelho próximo e, ao mesmo tempo, transformar a luz direta em luz difusa (SHAHAK et al., 2004; SHAHAK, 2014). As telas fotoseletivas incluem “telas coloridas” (telas vermelha, amarela, verde, azul), bem como “cores neutras” (pérola, branca e cinza) absorvendo faixas mais curtas ou mais longas que o intervalo visível (SHAHAK, 2008a; MUPAMBI et al., 2018).

No decorrer dos anos, muitos tipos de telas fotoseletivas, com diferentes cores e malhas passaram a estar disponíveis no mercado para serem utilizadas pelos produtores em geral (ABDEL-GHANY et al., 2011). Atualmente, há uma gama de telas fotoseletivas que foram desenvolvidas para ter um efeito fisiológico único com fins comerciais de aplicação. Estas incluem ChromatiNet® vermelha, ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul, ChromatiNet® cinza e ChromatiNet® pérola. Cada tela muda exclusivamente a composição do espectro e o nível de difusão da radiação que atinge as plantas (GANELEVIN, 2008; MUPAMBI et al., 2018). Segundo Oren-Shamir et al. (2001), as plantas conseguem perceber a qualidade, quantidade e direção da luz utilizando-a como um sinal para otimizar seu crescimento e desenvolvimento, em um determinado ambiente. Para o mesmo autor, além da importância na fotossíntese, a luz também está envolvida na regulação natural de como e onde os produtos fotossintéticos são utilizados dentro da planta em desenvolvimento. A modulação da luz solar por meio das telas fotoseletivas pode ser um estímulo para a ativação de genes específicos e mudanças na expressão gênica podem induzir o desenvolvimento de vários fenótipos, como a coloração da epiderme da fruta, a forma da planta e resistência a doenças (FUKUDA, 2013).

Os mecanismos de sinalização envolvidos no crescimento e no desenvolvimento regulados pela luz, tem como foco os receptores de luz vermelha (620-700 nm), luz vermelho-distante (710-850 nm), luz azul (350-500 nm) e radiação UV-B (290-320 nm) (TAIZ et al, 2017). Alguns pesquisadores sugeriram que as plantas possuem pigmentos específicos que captam diferentes comprimentos de ondas: criptocromo na faixa do azul (320-400 nm), fitocromo no vermelho (660-730nm) e fotorreceptores UV (280-320 nm) (LIN, 2000;

CERDAN e CHORY, 2003; ADAMS et al., 2009; FUKUDA, 2013; TAIZ et al., 2017). Entre os fotorreceptores capazes de promover fotomorfogênese em plantas, os mais importantes são aqueles que absorvem as luzes vermelha e azul (TAIZ et al., 2017).

Estudos em plantas ornamentais revelaram respostas pronunciadas ao sombreamento fotoseletivo, em relação ao tradicional sombreamento provocado por telas pretas, incluindo o vigor vegetativo estimulado sob as telas vermelhas e amarelas e diminuído sob o azul, ramificação reforçada sob as telas cinza e pérola, e efeitos seletivos adicionais no tamanho da folha, tempo de floração e qualidade das flores (OREN-SHAMIR et al., 2001; OVADIA et al., 2009). Da mesma forma, estudos sobre frutíferas tradicionalmente cultivadas sem telas (maçãs, peras, uvas de mesa, pêssego e mirtilo) revelaram múltiplas respostas ao sombreamento fotoseletivo, dos quais os parâmetros afetados incluem a fotossíntese, potencial hídrico do caule, desenvolvimento vegetativo, frutificação, taxa de maturação dos frutos, tamanho, cor e qualidade (SHAHAK et al., 2004; RETAMALES et al., 2008; SHAHAK et al., 2008; BASILE et al., 2012).

A eficiência das malhas antigranizo tradicionais (preta e branca) e das fotoseletivas na proteção de pomares e seus possíveis efeitos sobre a qualidade dos frutos também foram abordados em vários estudos. No entanto, ainda se tem pouca informação sobre a eficiência desta técnica nas condições climáticas do Brasil. A qualidade do fruto é um traço genético que é influenciado pelas condições ambientais e, sob cultivo protegido, as interações entre as plantas e o meio ambiente ocorrem de forma diferente do que é corriqueiro sob o céu aberto (TANNY, 2013). A intensidade desses efeitos está relacionada com o grau de sombreamento (dependente da coloração e da malha da tela), da combinação cultivar/porta-enxerto, da densidade de plantio, do sistema de manejo, do sistema de condução das plantas e da região de produção (GARDNER et al., 1990; AMARANTE et al., 2007). Um dos atributos determinantes da qualidade para a comercialização é a coloração vermelha da epiderme em maçãs, que é altamente influenciada pela temperatura e incidência da radiação luminosa no interior do pomar (AMARANTE et al., 2012). Logo, estas condições climáticas sofrerão influência da cobertura das macieiras com telas antigranizo. Com isso, a restrição na disponibilidade luminosa além de reduzir o acúmulo de antocianinas na epiderme (responsável pela coloração vermelha) também compromete o acúmulo de compostos fenólicos e da atividade antioxidante nos frutos (AWAD et al., 2001). Amarante et al. (2009), em estudos realizados no Sul do Brasil, mostraram que o uso de tela antigranizo preta reduziu a coloração dos frutos de macieiras, em virtude da redução na intensidade e na qualidade da luz disponível às plantas. O sombreamento provocado pela cobertura do pomar com tela antigranizo também pode reduzir a firmeza (DUSSI et al., 2005)

e o acúmulo de sólidos solúveis na polpa dos frutos (SOLOMAKHIN et al., 2010). Coldebella (2015) observou que o sombreamento ocasionado pelas telas de malha preta e vermelha também reduziram os atributos físico-químicos de maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku’, nas condições de Vacaria, RS. Dependendo da coloração e abertura da malha, o uso de tela antigranizo também pode causar a redução na radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (AMARANTE et al., 2007; BASTIAS et al., 2012a), assim como redução na radiação UV e na relação vermelho/vermelho distante (V/Vd) (AMARANTE et al., 2007), influenciando na espessura do limbo foliar e na quantidade de clorofila nas plantas. Esta por sua vez, é considerada um indicador da capacidade fotossintética das plantas e pode ser influenciada pela intensidade da radiação solar (BOSCO, 2013), a qual é minimizada pelo uso da tela. As telas também exercem influência sobre a temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar no interior do pomar (AMARANTE et al., 2012). O sombreamento causado pelo uso de telas pode promover uma redução em até 3°C na temperatura diurna em dias quentes, que é maior do que o ganho de temperatura causado pelo efeito estufa. Entretanto, em dia com baixa intensidade de radiação luminosa, pode apresentar uma elevação de 1°C na temperatura mínima, em relação às áreas descobertas, devido a tela bloquear a radiação refletida, provocando o efeito estufa (IGLESIAS et al., 2006).

Em frutíferas de clima temperado o rendimento e a qualidade de frutos podem ser potencializados pelo equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas (SHARMA et al., 2009). No entanto, nas condições climáticas do Sul do Brasil o desenvolvimento vegetativo das principais macieiras cultivadas, como é o caso dos clones da ‘Gala’ e ‘Fuji’, é maior do que em outras regiões de clima temperado (HAWERROTH et al., 2012). Entretanto, pomares com plantas muito vigorosas reduzem a penetração de luz no interior da copa (PRIVÉ et al., 2004), acarretando assim, numa diminuição da produtividade e qualidade dos frutos, dificultando também a eficiência dos tratos fitossanitários, além de tornar os custos com mão de obra mais dispendiosos (HAWERROTH et al., 2012), já que haverá uma maior necessidade de manejos que visam controlar o vigor excessivo. Alguns autores relatam efeito da tela antigranizo sobre o aumento no crescimento vegetativo das plantas, a diminuição na produtividade e também sobre o aumento no tamanho e massa média dos frutos (SOLOMAKHIN et al., 2009). Assim, durante a última década, muitas pesquisas a campo têm mostrado que as telas fotoeletivas podem afetar diferencialmente vários aspectos de crescimento vegetativo e reprodutivo de inúmeras espécies cultivadas (SHAHAK, 2014). Essas modificações no desenvolvimento vegetativo das plantas estão estreitamente relacionadas com o sombreamento formado com uso de sistemas de cobertura. Estudo realizado por Solomakhin e Blanke (2008), na Alemanha, mostra que as telas antigranizo coloridas (principalmente a

vermelha) aumentaram o crescimento vegetativo de macieiras ‘Pinova’, em comparação a plantas a pleno sol. Por outro lado, Bastías et al. (2012a) não encontraram diferenças significativas no crescimento total de ramos anuais de macieiras ‘Fuji’, cultivadas sob as telas antigranizo nas cores azul, branca, cinza e vermelha, nas condições climáticas de Bolonha, na Itália. Já para estudos realizados com quivizeiro, a tela de malha azul restringiu significativamente o vigor da planta, ao passo que as telas vermelhas e cinza aumentaram o desenvolvimento vegetativo (BASILE, et al., 2014). Assim, enquanto as telas azuis inibiram o crescimento vegetativo e induziram nanismo, as telas vermelhas e amarelas aumentaram o vigor vegetativo, incluindo hastes mais longas e mais grossas, pecíolos maiores, aumento nas dimensões das folhas (em Aralia) e rendimento global mais alto de ramos de corte comerciais (OREN-SHAMIR et al., 2001; SHAHAK, 2008b; SHAHAK et al., 2016). Com base nesses resultados, é notado que as respostas das plantas às telas fotosletivas parecem ser específicas de cada espécie e cultivar. Em virtude desta dependência luminosa, há uma montante de pesquisas visando avaliar parâmetros dependentes das condições luminosas. Dentre eles estão envolvidos a densidade de fluxo de fôtons fotossinteticamente ativos (DFFFA) e a fotossíntese. Em estudos realizados por Amarante et al. (2009) a redução da DFFFA das telas preta e branca em relação a pleno sol foram de 24,8% e 21,2%, respectivamente. Resultados similares foram reportados por Bastías et al. (2014), em que telas antigranizo vermelha e azul reduzem em 27% a DFFFA em macieiras ‘Fuji’, quando comparadas com plantas descobertas.

A fotossíntese é a base do crescimento e desenvolvimento da planta, sendo a folha o órgão mais importante para este processo. E que em condições de sombreamento também podem ocorrer mudanças no processo fotossintético, podendo então afetar a disponibilidade de carboidratos para o crescimento de frutos de macieiras (BEPETE e LAKSO, 1998; ZIBORDI et al., 2009). No entanto, o uso potencial de telas fotoseletivas passa a interferir na atividade fotossintética e características foliares em relação a composição espectral. Em plantas herbáceas, sabe-se que a composição de azul e vermelho pode afetar a condutância estomática e a eficiência do fotossistema II e, portanto, a taxa de fotossíntese foliar (SHIMAZAKI et al., 2007). Variação na composição da luz espectral por telas fotoseletivas devem diferencialmente afetar o crescimento da fruta em macieiras. Vale ressaltar que mesmo que a compensação esteja reduzindo a quantidade total de luz por baixo das telas, a malha fotoseletiva é dispersiva de luz, podendo aumentar a disponibilidade de luz no interior das copas, estimulando a fotossíntese e a produtividade (SHAHAK, 2014).

Macieiras cultivar Maxi Gala são altamente sensíveis à mancha foliar de *Glomerella* (MFG), doença causada por espécies do gênero *Colletotrichum*, do qual *C. gloeosporioides* é a

espécie predominante nas condições climáticas do Sul do Brasil (ALVES et al., 2016). Segundo resultados apontados na literatura, a MFG é capaz de provocar um desfolhamento precoce superior a 75% (KATSURAYAMA et al., 2009) em anos favoráveis, e na ausência de medidas de controle compromete a produção do ano seguinte (BONETI et al., 1998). Os carboidratos necessários para o desenvolvimento dos frutos são oriundos principalmente da fotossíntese das folhas e das reservas do ano anterior (TROMP e WERTHEIM, 2005). Contudo, a manutenção das folhas em frutíferas de clima temperado é essencial para o processo de acúmulo de reservas, que serão utilizadas como fonte de energia no início da safra seguinte (HIDALGO, 1993). Condições adversas provocadas pelo sistema de cobertura com tela antigranizo manterá a umidade foliar por um período maior em anos de alta umidade relativa, favorecendo o surgimento de doenças (DE PAULA et al., 2012), dentre elas a MFG. Para Leite et al. (2002), essas vertentes fitossanitárias estão relacionadas a formação de um microclima, formado pela restrição da velocidade do vento e da radiação solar. Além desses, existem outros fatores que influenciam o microclima de uma cultura, tais como área foliar, estrutura das plantas, sistema de cultivo, distribuição das plantas no terreno, altura das plantas, entre outros (MONTEITH, 1990; MADEIRA et al., 2002; DE PAULA et al., 2012). Com isso, a abordagem inicial da compensação fotoseletiva em estimular especificamente apenas respostas fotomorfogênicas desejadas, ganhou valores adicionais durante o processo de fabricação das telas fotoseletivas. Das quais passaram a receber aditivos com efeitos repelentes em doenças virais transmitidas por pragas, bem como em doenças fúngicas (SHAHAK, 2008; SHAHAK, 2014).

2 CAPÍTULO 1 - DISPONIBILIDADE LUMINOSA, FOTOSSÍNTESE, CRESCIMENTO VEGETATIVO E MANCHA FOLIAR DE *GLOMERELLA* EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ COBERTAS COM TELAS FOTOSELETIVAS

RESUMO

O sistema de cobertura de pomares de macieiras com tela antigranizo oferece uma boa proteção contra as tempestades de granizo. No entanto, seu uso acaba provocando uma redução dos níveis de luz incidente, podendo afetar negativamente o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas. Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de telas antigranizo fotoseletivas na disponibilidade luminosa, fotossíntese, crescimento vegetativo e Mancha Foliar de *Glomerella* (MFG) em macieiras ‘Maxi Gala’. O experimento foi conduzido em pomar comercial de macieira ‘Maxi Gala’, localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS, durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018. Neste estudo foram avaliados sete tratamentos, que consistiram em: 1) área a pleno sol (sem tela antigranizo); 2) tela antigranizo ChromatiNet® amarela; 3) tela antigranizo preta; 4) tela antigranizo ChromatiNet® pérola; 5) tela antigranizo ChromatiNet® azul; 6) tela antigranizo ChromatiNet® vermelha; e 7) tela antigranizo mista (branca com preta). O emprego de telas antigranizo ocasionou redução na densidade de fluxo de fôtons fotossinteticamente ativo (DFFFA), com a tela preta ocasionando uma maior redução na intensidade da luz disponível às plantas do que a tela mista. Macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com ChromatiNet® vermelha apresentaram maiores valores de taxa máxima de fotossíntese nas folhas, em resposta ao incremento na DFFFA, do que as telas preta, ChromatiNet® azul e ChromatiNet® amarela. Telas ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha induziram maior crescimento vegetativo de macieiras ‘Maxi Gala’. Estas telas propiciaram aumento na incidência e severidade de MFG no ciclo 2016/2017.

Palavras-chave: *Malus domestica*. Radiação. Clorofila. Vigor das plantas

2.1 INTRODUÇÃO

A incidência de tempestades de granizo durante o período vegetativo de árvores frutíferas está aumentando, possivelmente devido a mudanças climáticas (BLANKE, 2009). Por conseguinte, a cobertura das plantas com tela antigranizo tem ganhado destaque ao redor do mundo para proteger os pomares contra danos ocasionados por esse fenômeno climático (CASTELLANO et al., 2008). Cumprindo seu objetivo, o sistema de cobertura oferece uma boa proteção contra as tempestades de granizo, em contrapartida acaba provocando a redução dos níveis de luz incidente, o que afeta negativamente o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas (WIDMER, 2001; AMARANTE et al., 2011). Essas modificações no desenvolvimento vegetativo estão estreitamente relacionadas com o sombreamento formado com uso de sistemas de cobertura e, dependendo da cor e da malha utilizados, poderá haver

aumento (SOLOMAKHIN et al., 2008) ou redução (BASILE et al., 2014) do vigor das plantas. No entanto, essas respostas das plantas ao espectro emitido pelas telas são específicas de cada espécie e das condições climáticas locais. Por causa da redução da luz solar incidente, provocada pelo uso de telas antigranizo (AMARANTE et al., 2009), haverá um aumento na síntese de clorofila foliar (SOLOMAKHIN et al., 2008). Nestas condições, o déficit da pressão de vapor é reduzido e a condutância estomática aumentada, isto contribui em trocas gasosas mais eficientes e, concomitantemente, favorece (CHAVARRIA et al., 2007) ou não a taxa fotossintética (SOLOMAKHIN et al., 2008).

No intuito de amenizar os efeitos do sombreamento causado pela cobertura das plantas com as telas pretas, as malhas fotoseletivas passaram a ganhar maior atenção, tanto no meio acadêmico quanto na indústria hortícola (SHAHAK, 2014), aumentando assim a eficiência de processos dependentes de luz (RAJAPAKSE, 2007). Para este fim, durante a fabricação das telas fotoseletivas são incorporados vários aditivos cromáticos, elementos dispersivos e refletores de luz nos materiais (SHAHAK, 2008a; MUPAMBI et al., 2018), no intuito de absorver diferencialmente nas regiões espectrais ultravioleta (UV), azul, verde, amarelo, vermelho, vermelho distante ou infravermelho próximo e, ao mesmo tempo, transformar a luz direta em luz difusa (SHAHAK et al., 2004; SHAHAK, 2014). Dependendo da coloração e abertura da malha, o uso de tela antigranizo pode causar a redução na radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (AMARANTE et al., 2007; BASTIAS et al., 2012a), assim como redução na radiação ultravioleta (UV) e na relação vermelho/vermelho distante (V/Vd) (AMARANTE et al., 2007), influenciando na espessura do limbo foliar e na quantidade de clorofila nas plantas. A clorofila é considerada indicador da capacidade fotossintética das plantas e pode ser influenciada pela intensidade da radiação solar (BOSCO, 2013), a qual é minimizada pelo uso da tela.

O uso potencial de telas fotoseletivas passa a interferir na atividade fotossintética e características foliares em relação a composição espectral. Em plantas herbáceas, sabe-se que a composição espectral de luz azul e vermelha pode afetar a condutância estomática e a eficiência do fotossistema II e, portanto, a taxa de fotossíntese foliar (SHIMAZAKI et al., 2007). Vale ressaltar que mesmo que a compensação esteja reduzindo a quantidade total de luz sob as telas, a malha fotoseletiva é dispersiva de luz, podendo aumentar a disponibilidade de luz no interior das copas, estimulando então a fotossíntese e a produtividade (SHAHAK, 2014).

Além da proteção dos pomares de macieira com tela antigranizo, outros efeitos indesejáveis podem ocorrer, tais como o aumento na incidência de doenças (BOGO et al., 2012a, b). Uma das mais importantes doenças de verão encontradas nos pomares de maçã da

região Sul do Brasil é a mancha foliar de *Glomerella* (*Colletotrichum* sp.) (MFG), que causa danos substanciais a produção (BOGO et al., 2010). Sob condições favoráveis, a presença desse fungo pode causar até 75% de desfolha, enfraquecendo as plantas e consequentemente reduzindo o rendimento (BONETI et al., 2002). O aumento na magnitude da doença decorrente ao uso de cobertura de pomares com telas pode ser devido ao aumento na duração do período de molhamento foliar, que é maior sob essas condições do que a céu aberto (DE PAULA et al., 2012). Além desses, existem outros fatores que influenciam o microclima de uma cultura, tais como área foliar, estrutura das plantas, sistema de cultivo, distribuição das plantas no terreno, altura das plantas, entre outros (MONTEITH, 1990; MADEIRA et al., 2002; DE PAULA et al., 2012). Com isso, a abordagem inicial da compensação fotoeletiva em estimular especificamente apenas respostas fotomorfogênicas desejadas, ganhou valores adicionais durante o processo de fabricação das telas fotoeletivas. Estas passaram a receber aditivos com efeitos repelentes em doenças virais transmitidas por pragas, bem como em doenças fúngicas (SHAHAK, 2008; SHAHAK, 2014).

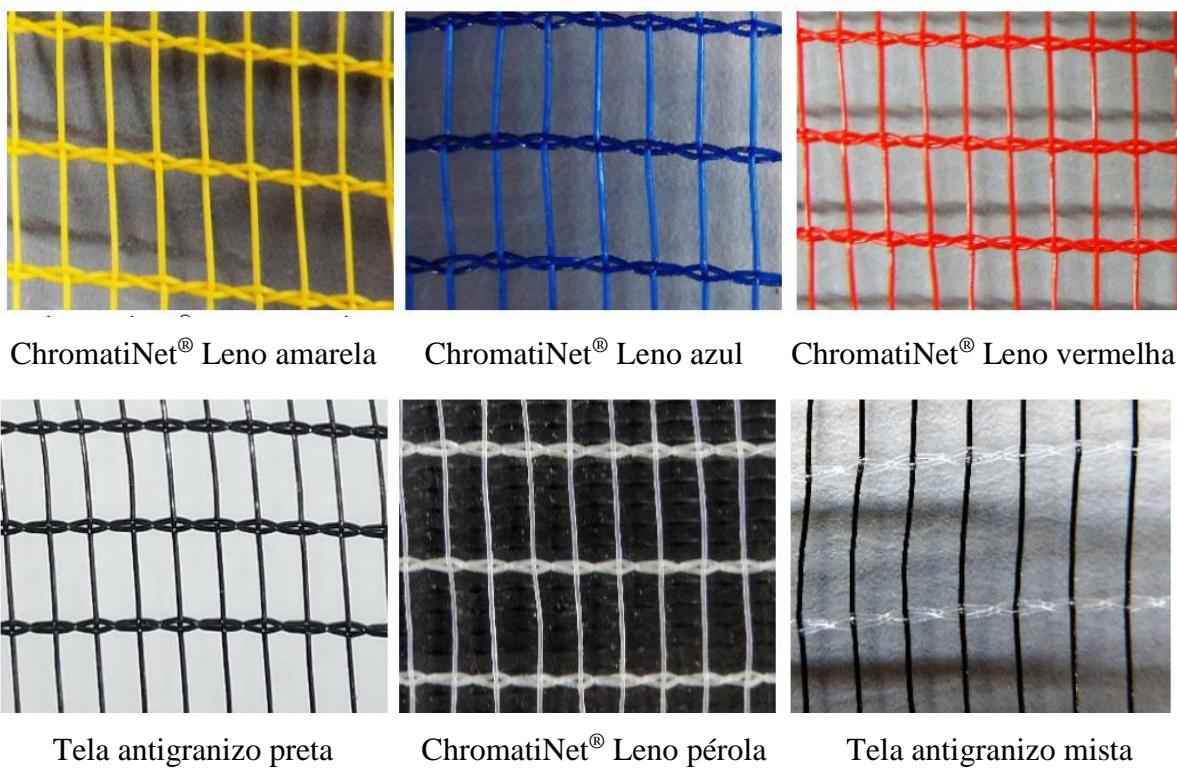
O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de telas antigranizo fotoeletivas na disponibilidade luminosa, fotossíntese, crescimento vegetativo e MFG em macieiras ‘Maxi Gala’, cultivadas em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Configuração experimental

O experimento foi conduzido em pomar comercial de macieira, localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS (latitude 28° 40'59'' S, longitude 50° 46' 58'' W e altitude 926 metros), durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018. Foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’ com quatro anos de idade, sobre porta enxerto M9, conduzidas em líder central, em sistema de alta densidade, com espaçamento de 3,75 x 0,75 m. Neste estudo foram avaliados os seguintes tratamentos (Figura 1): 1) área a pleno sol (sem tela antigranizo); 2) tela antigranizo ChromatiNet® Leno amarela; 3) tela antigranizo ChromatiNet® Leno azul; 4) tela antigranizo ChromatiNet® Leno vermelha; 5) tela antigranizo Leno preta; 6) tela antigranizo ChromatiNet® Leno pérola; e 7) tela antigranizo mista (branca com preta). Todas as telas antigranizo fotoseletivas apresentam malha de 5,3 x 2,1 mm.

Figura 1- Imagem das malhas das telas antigranizo utilizadas no experimento em pomar comercial de macieiras ‘Maxi Gala’ localizado em Monte Alegre dos Campos, RS.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

As telas antigranizo foram instaladas em agosto de 2016, ao longo da linha de plantio, na orientação norte-sul, utilizando-se uma adaptação do sistema ‘capela’. Foram utilizados dois conjuntos de telas, na largura suficiente para recobrir 10 fileiras ($\geq 37,5$ m), no comprimento de 30 m, com as plantas permanecendo cobertas durante todo o ciclo (dormência, vegetativo e produtivo), não sendo então recolhida durante o inverno (Figura 2).

Figura 2- Implantação das telas antigranizo, utilizando adaptação do sistema ‘capela’. Monte Alegre dos Campos, RS, 2016.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

2.2.2 Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativo

A densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativo (DFFFA), das áreas de telas antigranizo e da área pleno sol, foram determinadas na região da entrelinha, com auxílio de um tripé, a uma altura 1,5 m. As leituras foram realizadas no dia 01/11/2017, dia em que o céu estava completamente sem nuvens, a cada duas horas, no período de 8h as 16h, sendo realizadas três medições em cada tratamento. Esta avaliação foi realizada com um radiômetro portátil Li-Cor, modelo LI-190, conectado a um datalogger modelo LI-1400.

2.2.3 Atributos foliares

2.2.3.1 Área foliar, pigmentos fotossintéticos

Em dezembro de 2016, foram coletadas quatro repetições de 20 folhas, aleatoriamente, expostas à radiação solar no estrato médio do dossel das plantas, em cada tratamento, a fim de avaliar o teor de carotenoides e clorofilas (g m^{-2}), área foliar (cm^2), matéria seca (g) e área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$). As folhas coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e levadas até o laboratório para mensuração da área foliar com o auxílio do integrador de área foliar da marca Li-Cor, modelo Li-3000. Depois, com uma régua graduada foram medidas as dimensões lineares do comprimento do limbo foliar (cm), largura do limbo foliar (cm) e comprimento do pecíolo (cm). Após a medição da área foliar, uma parte das folhas foi levada para estufa a 65

°C por 72 horas determinando-se sua massa seca, e com os valores obtidos pode-se calcular a área foliar específica, através da relação entre a área e a massa seca das folhas. Para determinar as concentrações de carotenoides e das clorofilas *a*, *b* e *total* (pigmentos fotossintéticos), foram amostradas três folhas por repetição de cada tratamento. Destas folhas, foram retirados discos com aproximadamente oito mm de diâmetro, através de um furador de rolha. Os discos foram acondicionados em vidros âmbar, envoltos por papel alumínio (para evitar a entrada de luz), contendo 7 mL de dimetilsulfóxido (DMSO), e levados a banho-maria por quatro horas a temperatura de 65 °C, a fim de extrair os pigmentos fotossintéticos. Após esse período, a absorbância dos carotenoides e das clorofilas *a*, *b* foram medidas nos comprimentos de onda de 470, 649 e 665 nm, respectivamente, utilizando-se um espectrofotômetro, modelo BEL2000 UV (HISCOX; ISRAELSTAM, 1979). Os conteúdos dos pigmentos fotossintéticos foram calculados através das fórmulas (WELLBURN, 1994):

$$\text{Chl } a (\mu\text{g mL}^{-1}) = 12,47 (\text{Abs}_{665,1}) - 3,62 (\text{Abs}_{649,1})$$

$$\text{Chl } b (\mu\text{g mL}^{-1}) = 25,06 (\text{Abs}_{649,1}) - 6,50 (\text{Abs}_{665,1})$$

$$\text{Chl } total (\mu\text{g mL}^{-1}) = 21,44 (\text{Abs}_{649,1}) + 5,97 (\text{Abs}_{665,1})$$

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{g mL}^{-1}) = [1000(\text{Abs}_{480}) - 2,14(\text{Chl } a) - 70,16(\text{Chl } b)] / 220$$

Posteriormente, os conteúdos de carotenoides e clorofilas *a*, *b* e *total* foram transformados para mg cm⁻² de massa fresca. A determinação da relação clorofila *a/b* foi efetuada através da divisão dos conteúdos de clorofilas *a* e *b*.

2.2.3.2 Fotossíntese

Com o auxílio de um analisador de gás por infravermelho (IRGA) portátil da Li-Cor, modelo LI-6400/6400XT Portable Photosynthesis System, equipado com fonte de luz LI-6400-02B e operando em sistema aberto, foram determinadas as curvas de taxa de assimilação de CO₂ (*A*, µmol CO₂ m⁻² s⁻¹) em resposta ao aumento na densidade de fluxo de fôtons fotossinteticamente ativos (DFFFA), nos valores de 2.000; 1.350; 850; 500; 250; 150; 70 e 0 µmol m⁻² s⁻¹, para as telas amarela, azul, preta e vermelha e da área a pleno sol (sem cobertura). As avaliações foram realizadas entre os horários de 8 e 13h, no início da maturação dos frutos, (entre os dias 26 e 28 de janeiro de 2017), utilizando sempre uma folha não sombreada pelo

dossel (exposta à radiação solar). As leituras foram estáveis entre 3-4 minutos, sendo registrada pelo equipamento (Figura 3).

A partir da curva de A em função da DFFFA foi ajustada uma função hiperbólica, conforme descrito por AMARANTE et al. (2007):

$$A = a + [(A_{\max} \times \text{DFFFA}) / (b + \text{DFFFA})]$$

em que,

A_{\max} : taxa máxima de fotossíntese ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$);

a e b : coeficientes de ajuste da equação.

Os termos A_{\max} e b correspondem aos valores de V_{\max} e K_m (constante de Michaelis-Menten) de ensaio enzimático.

Através desta curva de resposta foi possível calcular:

R_e : respiração no escuro, em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, coeficiente a da equação;

Γ : ponto de compensação de luz, correspondente ao valor de DFFFA ($\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em que A é igual a zero;

A eficiência quântica aparente ($\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol fótons}$) foi estimada pelo ajuste de uma equação linear, na faixa em que a variação de A em função da DFFFA era linear:

$$A = c + (\Phi_a \times \text{DFFFA})$$

em que, c e Φ_a são coeficientes de ajuste.

Essa função hiperbólica, permite ainda, calcular a DFFFA correspondente à metade da A_{\max} (coeficiente b da equação, equivalente ao K_m), o que reflete, a Φ_a .

Figura 3- Determinação das curvas de assimilação de CO₂ nas folhas de macieiras ‘Maxi Gala’ em resposta ao aumento na densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) com analisador de gás infravermelho (IRGA). Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

2.2.3.3 Mancha foliar de Glomerella (MFG)

No final do ciclo produtivo, antes que ocorresse a queda foliar (abril de 2017), avaliou-se a incidência e severidade da MFG (Figura 4). Foram utilizadas oito plantas por tratamento, onde duas plantas representaram uma repetição. Dois ramos laterais foram marcados em cada planta, na altura mediana do dossel, dos quais as folhas foram coletadas e avaliadas quanto à incidência (%) de MFG. A severidade da doença foi mensurada através da escala diagramática proposta por Kowata (2010), na qual as folhas foram separadas por níveis de severidade com base na porcentagem de área afetada onde 0 = 0,08%; 1 = 0,28%; 2 = 0,99%; 3 = 3,45%; 4 = 11,23%; e 5 = 30,93%. Para a estimativa de severidade, calculou-se a Índice de severidade da doença (ISD) utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{ISD} = (n_1 \times F_1 + n_2 \times F_2 + n_3 \times F_3 + n_4 \times F_4 + n_5 \times F_5) / (F_0 + F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5)$$

Em que: n= nota atribuída (1 a 5);

F= frequência de folhas em cada intervalo de área afetada

Figura 4- Folhas de Macieiras ‘Maxi Gala’ com sintomas de mancha foliar de *Glomerella* no final do ciclo 2016/2017, em Monte Alegre dos Campos, RS.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

2.2.4 Atributos relacionados ao crescimento vegetativo

Durante o período hibernal, realizou-se a avaliação de crescimento vegetativo dos ramos no campo. Nesta parte do experimento foram utilizadas quatro repetições, sendo cada repetição representada por três plantas. As plantas foram divididas em porções superior e inferior, e com auxílio de uma trena foi mensurado o comprimento dos ramos do ano. Os ramos foram

agrupados em quatro categorias: ramos com comprimento <30 cm; ramos com comprimento ≥ 30 e < 60 cm; ramos com comprimento > 60 e ≤ 90 cm e ramos > 90 cm. Destas avaliações obteve-se ainda o número de ramos por porção da planta e comprimento médio dos ramos (cm). Neste mesmo período foram podados os ramos verticalizados ou “ladrões”, para determinação de massa fresca de ramos podados (g planta^{-1}), número de ramos podados, comprimento médio de ramos podados (comprimento médio de ramos/número de ramos) e massa média de ramo (massa fresca de ramos podados/número de ramos podados) (g ramo^{-1}). Em cada ramo podado por planta foram contabilizados os números de gemas, a fim de obter o número médio de gemas por ramo e o comprimento médio dos entrenós (comprimento médio dos ramos podados/número de gemas por ramo).

2.2.5 Análise estatística

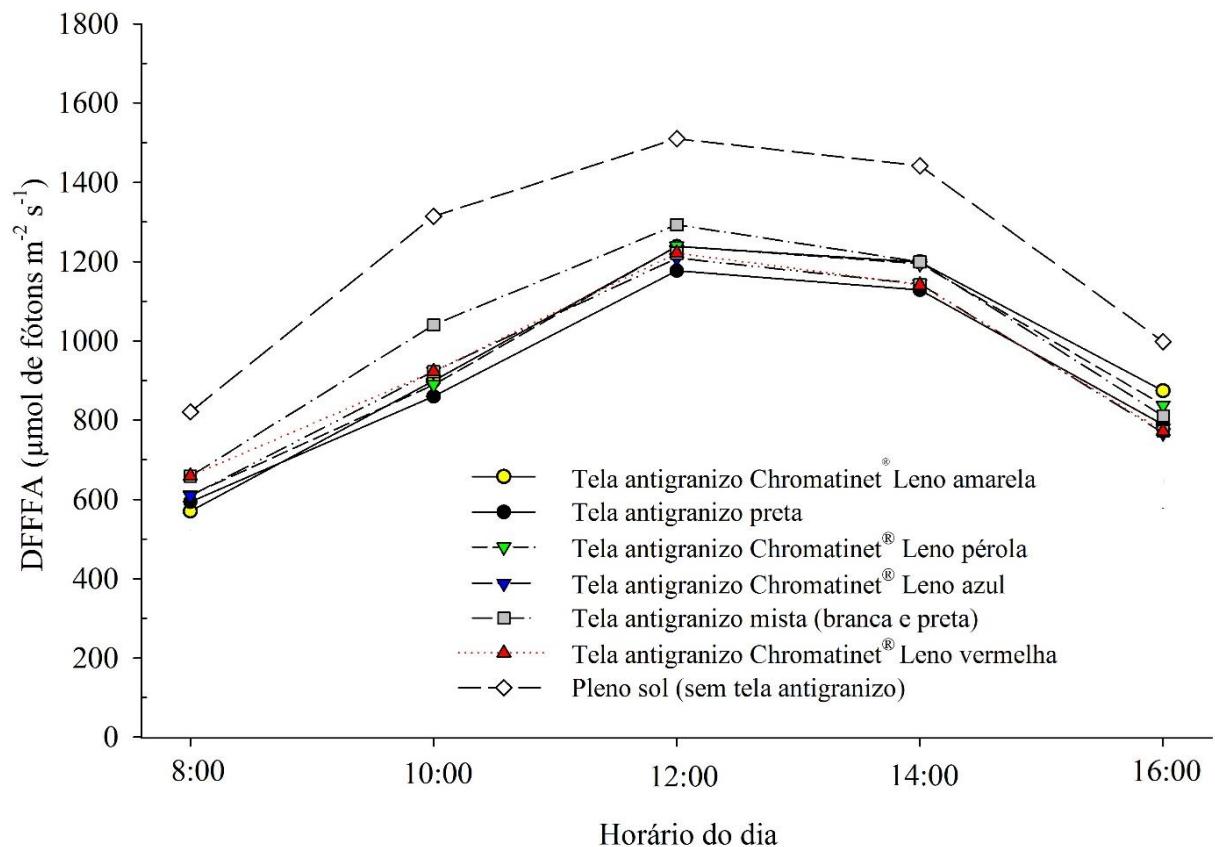
Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os resultados obtidos em porcentagem foram transformados para $(x+0,5)^{1/2}$. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com o software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos

A densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) das áreas cobertas com telas antigranizo, quantificada ao longo do dia, foi menor que a área a pleno sol (Figura 5). Considerando-se as telas antigranizo, observa-se que a menor redução da DFFFA ao longo do dia foi observada sob a tela mista. Esta tela apresentou valores de DFFFA superiores às demais telas nas avaliações realizadas as 10 e 12 horas (Figura 5).

Figura 5- Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA $\lambda= 400\text{-}700\text{ nm}$), incidente em macieiras 'Maxi Gala' a pleno sol (controle) ou cobertas com telas antigranizo amarela, preta, pérola, azul, vermelha e mista. Monte Alegre dos Campos, RS, ciclo 2016/2017.



Fonte: elaborada pela autora, 2018.

Os valores máximos de DFFFA foram obtidos ao meio-dia. Neste horário a tela antigranizo preta proporcionou uma maior redução DFFFA em relação ao tratamento controle (22,1%), seguido das telas ChromatiNet® azul (20,0%), ChromatiNet® vermelha (19,1%), ChromatiNet® amarela (18,0%) e ChromatiNet® pérola (18,0%). Por outro lado, a tela mista só

reduziu 14,4% da DFFFA incidente ao meio dia. De forma geral, a redução da DFFFA sob a tela mista variou de 14,4% a 20,8%, nas leituras realizadas entre as 8:00 e 16:00 horas.

Uma redução da DFFFA em pomares cobertos com telas antigranizo nas condições do Brasil também foram constatados por alguns pesquisadores (AMARANTE et al., 2007; AMARANTE et al., 2009; COLDEBELLA, 2015). Resultados semelhantes também foram reportados por Middleton; McWaters, (2002), ao avaliar o uso de telas antigranizo em pomares de macieiras na Austrália. Em estudos preliminares realizados com telas fotoseletivas na Itália, constatou-se que a DFFFA foi reduzida em 20,2% pela ChromatiNet® vermelha e em 12,5% pela ChromatiNet® pérola (BASTÍAS et al., 2011). No presente estudo a transmissão da DFFFA sob estas telas foi reduzida em 22,4% e 21,8%, respectivamente. Para a ChromatiNet® azul, a redução da DFFFA citados em estudos realizados com Heliconias no submédio Vale do São Francisco e em videiras de quivi no Sul da Itália foram de 25,0% e 26,9%, respectivamente (SILVA, 2015; BASILE et al., 2008). Estes valores são ligeiramente superiores aos encontrados no presente estudo (23,9%).

Com base em resultados citados na literatura, sabe-se que as telas antigranizo têm a capacidade de modicar a quantidade e qualidade da luz que passa por elas, alterando a difusão, refletância, transmitância e absorbância (BASILE et al., 2008; GANELEVIN, 2008). Sabe-se também que durante a fabricação das telas fotoseletivas são incorporados vários aditivos cromáticos, elementos dispersivos e refletores de luz nos materiais (SHAHAK, 2008a; MUPAMBI et al., 2018), no intuito de absorver diferencialmente nas regiões espectrais ultravioleta, azul, verde, amarelo, vermelho, vermelho distante ou infravermelho próximo e, ao mesmo tempo transformar a luz direta em luz difusa (SHAHAK et al., 2004; SHAHAK, 2014). Essas mudanças na composição física da tela tem influência na transmissividade espectral (CASTELLANO et al., 2006), podendo aumentar entre 17 a 170% a transmissão da radiação difusa sob tela fotoseletiva (ABDEL-GHANY e AL-HELAL et al., 2010). Sendo assim, as mudanças na qualidade da luz podem induzir respostas fisiológicas positivas ou negativas nas plantas (FOLTA e CARVALHO, 2015). Como esperado, no presente estudo as telas fotoseletivas ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® pérola, ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® azul apresentaram uma menor redução da DFFFA em relação a tela preta. Porém, os resultados de DFFFA encontrados ao longo dia sob tela mista, mostram que esta tela apresentou uma menor redução da DFFFA do que todas as fotoseletivas. Isto pode ser decorrente da incorporação de alguns aditivos durante a fabricação da tela mista, que de certa forma pode influenciar a transmissão da radiação difusa. Outro fator que também deve ser levado em consideração, é o fato da tela mista ser produzida por um fabricante diferente das

fotoseletivas, o que pode proporcionar diferenças entre os materiais utilizados. Cabe ainda destacar que os monofilamentos de fios brancos e pretos utilizado na tela mista, podem de certa forma interferir na DFFFA que chega ao dossel da planta. Estas hipóteses reafirmam o que é sugerido por resultados encontrados na literatura, em que a redução da DFFFA sob tela antigranizo vai depender de várias características, das quais estão incluídas o tipo de tela, a abertura da malha, a cor da tela, o número de fios presentes na tela, a espessura do fio e o sistema de implantação (MIDDLETON e MCWATERS, 2002; CASTELLANO et al., 2006; MUPAMBI et al., 2018).

2.3.2 Atributos foliares

2.3.2.1 Área foliar e pigmentos fotossintéticos

Apesar do sombreamento causado pelo uso de tela antigranizo determinar mudanças na morfologia foliar, no presente estudo não foram observadas diferenças no comprimento e largura do limbo da folha, assim como, no comprimento do pecíolo (Tabela 1). Plantas cobertas com tela antigranizo apresentaram valores de área média foliar inferior a área a pleno sol, não sendo observado diferenças entre telas. Esses resultados não corroboram com os reportados por Amarante et al., (2011) trabalhando com tela branca e Bosco et al., (2013) trabalhando com tela preta, onde a área média foliar não foi influenciada pelo uso de tela. Por outro lado, a área foliar específica foi maior em plantas cobertas com a ChromatiNet® pérola e ChromatiNet® amarela, assim como nas folhas das plantas da área a pleno sol. Todavia, as telas ChromatiNet® azul, ChromatiNet® vermelha, mista e preta apresentaram menores valores de área foliar específica quando relacionada ao tratamento controle (Tabela 1). Na literatura são encontrados vários resultados sobre o aumento da área foliar e área foliar específica em condições de sombreamento causado por tela antigranizo (MIDDLETON e MCWATERS, 2002; AMARANTE et al., 2007; AMARANTE et al., 2009; BASILE et al., 2014). O aumento na área foliar e foliar específica, assim como no teor de clorofila, indicam que as plantas se adaptam as condições de baixa luminosidade, visando aumentar a eficiência fotossintética sob sombreamento (DUSSI et al., 2005). Segundo Amarante et al. (2009), folhas com maior área foliar e de menor espessura (com maior área foliar específica) têm um melhor aproveitamento da radiação incidente ao longo do mesófilo foliar, fazendo com que haja um aumento na eficiência fotossintética em condições de baixa disponibilidade luminosa. Assim, sabe-se que as mudanças na radiação solar total que atinge a copa das plantas e as trocas gasosas das folhas

sob proteção com tela antigranizo afetam o crescimento e morfologia foliar, embora nem sempre essas mudanças sejam expressivas (MUPAMBI et al., 2018).

Tabela 1- Comprimento do limbo e pecíolo, largura, área e área específica nas folhas de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo, em pomar comercial no município Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

Tratamentos	Comprimento do limbo	Largura do limbo	Comprimento do pecíolo	Área foliar	Área foliar específica
	-----cm-----			cm ²	cm ² g ⁻¹
Pleno Sol	8,9ns	4,6ns	3,3ns	32,9a	255,8a
Amarela	8,7	4,3	3,6	25,7b	270,7a
Preta	8,4	4,0	3,3	23,9b	226,1b
Pérola	8,7	4,3	3,6	26,1b	272,6a
Azul	8,5	4,3	3,5	26,4b	236,1b
Vermelha	8,6	4,2	3,4	25,2b	235,0b
Mista	8,8	4,2	3,5	27,0b	199,4b
Médias	8,7	4,3	3,5	24,0	244,2
CV (%)	3,6	6,6	10,4	15,5	13,0

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Para os conteúdos foliares de clorofilas *a* e *b* não foi verificada interação significativa entre os fatores ano e telas antigranizo (Tabela 2). Estes resultados não corroboram com Lima et al. (2011), que trabalhando com *Achillea millefolium* L. (mil-folhas) cultivada sob diferentes níveis de sombreamento, observou que a deficiência de luz estimulou os teores de clorofilas *a*, *b* e *total* nos estádios vegetativo e reprodutivo das plantas. Os pigmentos fotossintéticos, clorofilas *a*, *b* e carotenoides, localizados nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos, são responsáveis por absorver a energia luminosa necessária no processo fotossintético (CAMPOSTRINI, 1997) e podem ser utilizados como importantes marcadores de ambientação da planta (SOUZA et al., 2011). As plantas cobertas com telas antigranizo criam mecanismos de adaptabilidade vegetal em ambientes sombreados (MARTINS et al., 2010). Nestas condições, o sombreamento provocado pela cobertura das plantas pode potencializar o acúmulo de Chl *b*, podendo ser considerado como uma característica importante de adaptabilidade vegetal a fim de melhorar a captação de energia a ser distribuída pelo complexo antena coletor de luz até o centro de reação, maximizando assim, a captura energética que efetivamente atua nas reações fotoquímicas (TAIZ et al., 2017). Esta propensão das plantas em potencializar a captura de luz em ambientes sombreados está relacionada com a relação clorofilas *a/b* (ENGEL;

POGGIANI, 1991). Pois com o aumento no conteúdo de Chl *b* ocorre um acréscimo no número de moléculas de clorofilas por centro de reação, ampliando a capacidade coletora de radiação pela folha na região intermediária do espectro, entre os comprimentos de onda azul e vermelho (TAIZ et al., 2017).

O teor foliar de clorofila *total* (Chl *a+b*) não foi afetado pelo uso de tela antigranizo (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram observados em macieiras ‘Fuji’ cobertas com tela preta e branca (AMARANTE et al., 2009). Por outro lado, aumento no teor foliar de Chl *total* foi encontrado por Amarante et al. (2007) em macieiras ‘Royal Gala’ cobertas com tela preta. Já em plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker (guaco) o conteúdo de clorofila *total* foi maior sob as telas vermelha, azul e cinza (SOUZA et al., 2011). Isso mostra que o conteúdo de clorofila em função do sombreamento depende de várias características, tais como a cultivar, espécie, cor de tela e condições climáticas locais. Assim, qualquer modificação nos níveis de luminosidade a qual uma espécie esteja exposta, pode levar a diferentes respostas fisiológicas em suas características anatômicas, bioquímicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001; LIMA et al., 2011). Essas alterações luminosas proporcionam ajustes no aparelho fotossintético das plantas, resultando numa maior eficiência de absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos (SOUZA et al., 2011).

As plantas cultivadas sob tela antigranizo ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul e mista produziram maiores quantidades de carotenoides no ciclo 2016/2017, em relação ao ciclo seguinte. Os carotenoides, são considerados no processo fotossintético como pigmentos acessórios, cuja função principal é a de proteção da clorofila contra comprimentos de ondas muito curtos, que são os mais energéticos. (MAJEROWICZ e PERES, 2008; CARVALHO et al., 2011). Assim, os carotenoides funcionam como moléculas fotoprotetoras por meio da rápida dissipação dos estados excitados da clorofila (GARCÍA-PLAZAOLA et al., 1999; TAIZ et al., 2017). Os conteúdos de carotenoides sob a ChromatiNet® azul, ChromatiNet® amarela e mista não aumentaram no ciclo 2016/2017 em relação aos outros ambientes, por outro lado no ciclo 2017/2018 houve uma redução no teor deste pigmento sob essas telas. Esta redução de carotenoides sob a ChromatiNet® azul, não corroboram com os resultados obtidos por Martins et al., (2010). Para esses autores, o balanço energético sob esta tela (devido a maior transmitância de luz na faixa do azul, de 400-500nm) pode favorecer a absorção energética pelos carotenoides, uma vez que estes estão associados às moléculas de clorofilas dos sistemas antenas coletor de luz e aos centros de reação, tendo assim a capacidade de auxiliar o desempenho fotossintético por meio da transferência de energia absorvida para as clorofilas.

Tabela 2- Teores de Clorofila *a* (Chl *a*), *b* (Chl *b*), *total* (*a+b*) (mg cm⁻²), relação clorofila *a/b* (Chl *a/b*) e carotenoides, em folhas de plantas de macieiras ‘Maxi Gala’, cobertas com tela antigranizo em pomar comercial no município de Monte Alegre dos Campos, RS, nos ciclos 2016/2017 e 2017/2018.

Tratamentos	Chl <i>a</i>			Chl <i>b</i>			Chl <i>a+b</i>			Chl <i>a/b</i>			Carotenoides		
	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média
Pleno Sol	5,3	5,9	5,6ns	2,7	2,8	2,8ns	8,0	8,7	8,4ns	2,0	2,1	2,1ns	1,8aA	1,7aA	1,8
Amarela	6,6	5,8	6,2	3,4	3,4	3,4	10,0	9,2	9,6	2,4	1,7	2,0	2,5aA	1,6bB	2,1
Preta	7,2	6,3	6,8	3,6	4,1	3,9	10,7	10,4	10,6	2,1	1,6	1,8	2,1aA	1,9aA	2,0
Pérola	6,8	5,6	6,2	3,1	4,0	3,6	9,9	9,6	9,8	2,4	1,7	2,1	2,1aA	1,9aA	2,0
Azul	7,3	6,2	6,8	2,4	3,6	3,0	9,7	9,8	9,8	3,0	1,4	2,4	2,6aA	1,5bB	2,1
Vermelha	7,1	6,2	6,7	2,3	3,2	2,8	9,4	9,4	9,4	3,1	2,1	2,3	2,1aA	1,9aA	2,0
Mista	7,3	5,6	6,5	2,5	3,4	3,0	9,8	9,1	9,5	3,0	1,7	2,3	2,5aA	1,6bB	2,1
Média	6,9A	5,9B		2,9B	3,5A		9,6A	9,5A		2,6A	1,8B		2,2	1,8	
CV (%)	13,5	16,4		31,3	25,9		12,5	9,7		22,9	25,1		16,2	15,6	

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott (p<0,05).

Fonte: elaborada pela autora, 2018.

2.3.2.2 Fotossíntese

Os efeitos do sombreamento ocasionado pelas telas antigranizo na respiração no escuro (R_e) em resposta a DFFFA ocasionou resultados variáveis, porém semelhantes, entre as telas antigranizo e a área a pleno sol (Figura 6). Os valores de R_e (coeficiente a da equação hiperbólica ajustada) das plantas cobertas com tela ChromatiNet® vermelha, ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul e preta foram de 1,07; 1,00; 0,98 e 0,78 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente. Todas as telas, com exceção da ChromatiNet® vermelha, tiveram valores de R_e menores que o do pleno sol (1,03 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). No escuro, a respiração causa um efluxo líquido de CO_2 oriundo da planta, para que a respiração mitocondrial continue. Tendo em vista que nessa parte da curva de resposta à luz, a absorção de CO_2 é negativa e há pouca assimilação de carbono (TAIZ et al., 2017). Os valores de R_e de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo foram bem semelhantes e a sua pequena redução em folhas sombreadas é uma estratégia importante para a redução dos valores de compensação de luz (Γ), por aumentar a eficiência de captação e uso da pouca luz disponível em ambiente com baixa luminosidade (DUSSI et al., 2005; AMARANTE et al., 2009). Com isso, o ponto de compensação de luz também é afetado pela taxa de respiração (LARCHER, 1995; MACHADO et al., 2005). Os valores de Γ em ‘Maxi Gala’ foram de 11,18; 10,48; 10,23 e 8,09 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nos tratamentos cobertos com ChromatiNet® vermelha, ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul, e tela preta, respectivamente e de 10,78 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a área pleno sol. Quase todos os Γ encontrados sob tela antigranizo foram inferiores ao da área a pleno sol, com exceção da ChromatiNet® vermelha que apresentou valores superiores a todos os outros ambientes, dada a maior taxa de R_e verificada sob esta tela. Esses valores estão dentro da faixa de variação encontradas em espécies de sol que variam de 10 a 20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (TAIZ et al., 2017). Segundo Kitao et al. (2016) o Γ é uma característica importante que afeta a sobrevivência de plantas em condições de limitação de luz. Pois neste ponto, a taxa fotossintética das folhas das plantas é equivalente à taxa de respiração, uma vez que sob níveis mais altos de DFFFA, a assimilação fotossintética de CO_2 finalmente alcança um ponto em que a absorção e a liberação de CO_2 são exatamente equilibradas (TAIZ et al., 2017).

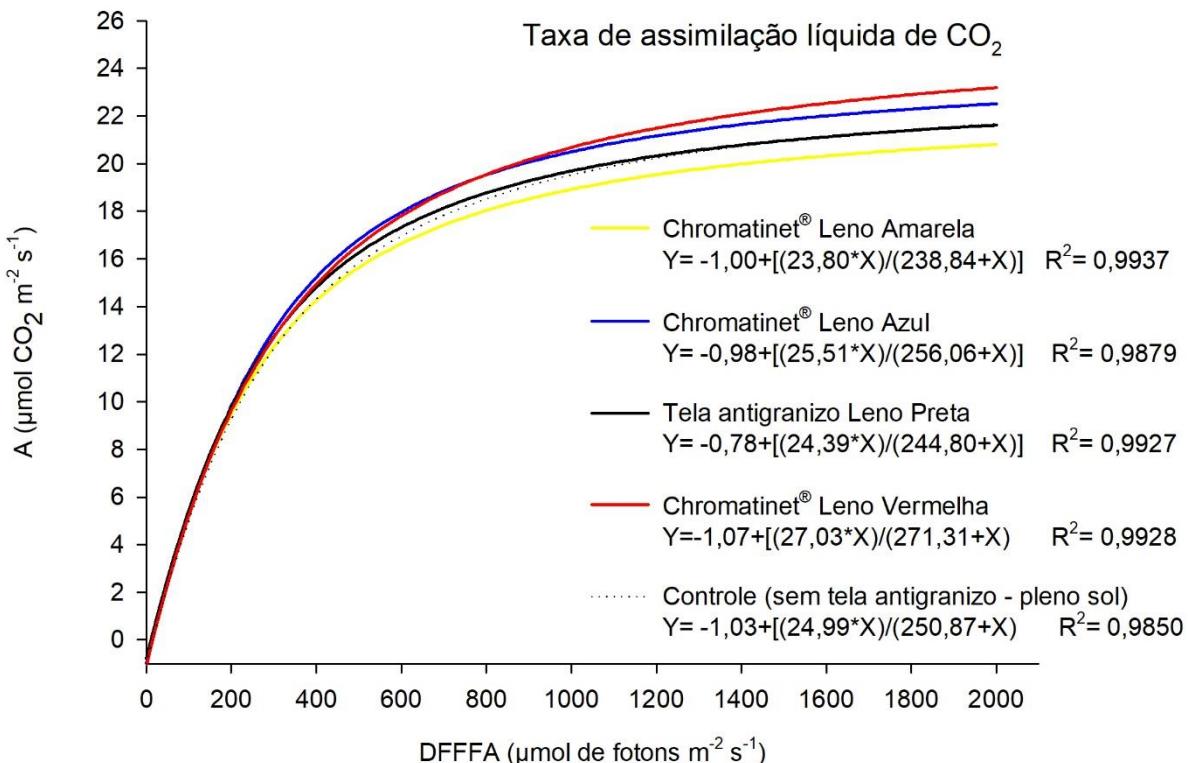
Nos tratamentos com ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® azul, foram registrados os maiores valores de A_{\max} , correspondendo a 27,03 e 25,51 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente, sendo superiores à área a pleno sol (24,99 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), o que indica uma melhor eficiência fotossintética de macieiras ‘Maxi Gala’ nessas condições de sombreamento. Resultados opostos foram observados para a ChromatiNet® amarela e tela preta,

que registraram os menores valores de A_{max} (23,80 e 24,39 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente). Redução dos valores de A_{max} são esperados em plantas cobertas com tela antigranizo, em consequência da maior limitação imposta pelas reações de carboxilação ao incremento na fotossíntese, em elevados valores de DFFFA (LAMBERS et al., 1998; AMARANTE et al., 2007; AMARANTE et al., 2009).

A eficiência quântica aparente (Φ_a) foi similar entre os tratamentos avaliados, correspondente a valores de 0,065; 0,068; 0,066; 0,065 e 0,063 $\mu\text{mol de CO}_2/\mu\text{mol fótons}$ nas plantas à pleno sol e naquelas cobertas com ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul, tela preta e ChromatiNet® vermelha, respectivamente. Os valores do coeficiente b das equações hiperbólicas ajustadas (DFFFA correspondente à metade da A_{max}) foram maiores nas plantas cobertas com ChromatiNet® vermelha (271,31 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) do que em plantas cobertas com ChromatiNet® azul (256,06 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), tela preta (244,80 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e ChromatiNet® amarela (238,84 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), além do tratamento controle (250,87 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Em relatos observados em estudos com telas antigranizo branca e preta nas condições climáticas do Sul do Brasil, têm-se observado que plantas submetidas a esse tipo de sombreamento apresentam os valores de coeficiente b das equações hiperbólicas ajustadas inferiores aqueles encontrados a pleno sol. Contudo, no presente estudo os valores de coeficiente b das plantas sob as telas ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® azul não corroboram com esses resultados, indicando que o uso potencial de telas fotoseletivas pode interferir na atividade fotossintética e nas características foliares em relação a composição espectral.

Existem vários fatores que podem afetar as taxas fotossintéticas foliares, incluindo o conteúdo de água da planta, os níveis de luz e a acumulação de carboidratos (ARAYA et al., 2006; SZYMAŃSKA et al., 2017). As telas antigranizo tem o potencial para impactar todos esses fatores, porém, sob essas condições a eficiência fotossintética é variável com o tipo de tela utilizada. Em plantas herbáceas, sabe-se que a composição espectral de luz azul e vermelha pode afetar a condutância estomática e a eficiência do fotossistema II e, portanto, taxa de fotossíntese foliar (SHIMAZAKI et al., 2007). Vale ressaltar que mesmo com redução na quantidade total de luz sob as telas, a malha fotoseletiva é dispersiva de luz, podendo aumentar a disponibilidade de luz no interior do dossel das plantas, estimulando então a fotossíntese e a produtividade (SHAHAK, 2014).

Figura 6- Taxa foliar de assimilação líquida de CO₂ (A) em função da densidade de fluxo de fôtons fotossinteticamente ativos (DFFFA) em macieiras ‘Maxi Gala’ a pleno sol ou cobertas com telas antigranizo nas cores amarela, azul e preta.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Relatórios anteriores indicam que a qualidade da luz desempenha um papel importante na regulação de características fotossintéticas (YAMAZAKI, 2010). Nesse estudo, a assimilação líquida de CO₂ (A) foi mais alta nas telas ChromatiNet® vermelha (12,9 μmol m⁻²s⁻¹) e ChromatiNet® azul (12,8 μmol m⁻²s⁻¹) do que a tela preta (12,5 μmol m⁻²s⁻¹) e ChromatiNet® amarela (12,0 μmol m⁻²s⁻¹) (Figura 6). Kong (2012), avaliando parâmetros fotossintéticos de folhas de pimenta sob a manipulação da qualidade de luz por telas fotoseletivas, observou que a assimilação de CO₂ foi mais alta na tela ChromatiNet® vermelha (12,9 μmol m⁻²s⁻¹) do que na ChromatiNet® amarela (10,87 μmol m⁻²s⁻¹), nas condições de Besor localizada no sudoeste de Israel. Outros resultados foram reportados por Bastías et al., (2012) trabalhando com macieiras ‘Fuji’ cobertas com telas fotoseletivas em Bolonha na Itália, em que a assimilação líquida de CO₂ da ChromatiNet® azul e ChromatiNet® vermelha foi de 13,6 e 11,3 μmol m⁻²s⁻¹, respectivamente. Assim, baseado em resultados de estudos conduzidos em diferentes regiões do mundo, percebe-se que a taxa de assimilação líquida de CO₂ possui muita variabilidade. Esses resultados podem ser associados à diferença na proporção de vermelho/azul sob as telas

fotosseletivas (vermelha, amarela e azul), tendo em vista que há uma relação entre A e porcentagem de luz azul (KONG, 2012). Segundo Hogewoning et al. (2010), a luz azul é qualitativamente necessária para um funcionamento fotossintético normal, e que a capacidade fotossintética aumenta com o aumento de luz azul.

2.3.2.3 Mancha foliar de *Glomerella* (MFG)

Foram detectadas diferenças entre as telas antigranizo no ciclo 2016/2017 em relação à severidade de MFG, com os maiores índices de severidade da doença (ISD) sendo observados nas telas antigranizo ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha (Tabela 3). Em anos com condições de alta umidade relativa favorável ao desenvolvimento da doença, a mesma poderá ser agravada nas plantas sob tela, devido à manutenção da umidade foliar por um período maior, resultado da redução da radiação solar e da velocidade do vento (LEITE et al., 2002). Segundo Baldin, (2014) a severidade da mancha de *Glomerella* é favorecida quando o período de molhamento foliar é superior a 12 horas, sendo entre 14 e 26 °C a faixa de temperatura ótima para ocorrência da infecção. Em fitopatógenos, a temperatura regula a produção de proteínas e de enzimas responsáveis pela manutenção de células fúngicas (SCHUMANN e DARCY, 2012), sendo então um fator condicionante para a ocorrência e progresso da doença, afetando tanto as diferentes fases do patógeno como a expressão da doença, assim como a produção de toxina e enzimas (MUNKVOLD, 2005).

A incidência da MFG no presente estudo foi relativamente alta no final de ciclo do ano de 2017 (Tabela 3), sendo os maiores valores encontrados nas telas antigranizo ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® vermelha e mista (60,3% e 58,4% e 57,4%, respectivamente), e os menores nas telas antigranizo ChromatiNet® pérola, preta e ChromatiNet® azul (42,7% e 43,0% e 44,5%, respectivamente), e na área a pleno sol (45,7%). Estes resultados não corroboram com os encontrados por Bogo et al. (2012a), no qual a tela antigranizo preta proporcionou uma maior incidência de MFG em macieiras ‘Royal Gala’, quando comparada com a tela branca. Segundo alguns autores autores, a tela antigranizo preta modifica o microclima do pomar diminuindo então, os níveis de luz solar dentro do dossel da planta (e consequentemente a luz incidente), em contrapartida aumentando a umidade relativa (WIDMER, 2001; MIDDLETON; McWATERS, 2002; SOLOMAKHIN; BLANKE, 2007; AMARANTE et al., 2007, 2011).

Tabela 3- Índice de severidade da doença (ISD) e incidência de mancha foliar de *Glomerella* em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

Tratamentos	Índice de severidade da doença	Incidência
	-%.....
Pleno Sol	1,25b	45,7b
Amarela	1,74a	60,3a
Preta	1,14b	43,0b
Pérola	1,21b	42,7b
Azul	1,06b	44,5b
Vermelha	1,70a	58,4a
Mista	1,40b	57,4a
Média	1,36	50,3
CV (%)	15,02	8,3

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Ao observar os dados de DFFFA (Figura 5) avaliados neste experimento, nota-se que tanto a tela antigranizo ChromatiNet® amarela quanto a ChromatiNet® vermelha apresentaram valores de DFFFA superiores a tela preta. Sendo assim, além de fatores climáticos e geração de um microclima provocado pela menor radiação incidente nas plantas, há outras razões que aumentam a incidência de MFG em macieiras coberta com tela antigranizo. Uma provável hipótese é o fato da germinação dos conídios ocorrerem somente na presença de água livre ou em umidade relativa maior que 90% (MENEZES, 2006). No entanto, não foram realizadas avaliações relacionadas ao período de molhamento foliar sob cada tela. Como foi abordado por De Paula et al. (2012), macieiras cobertas com tela antigranizo possuem um período de molhamento foliar maior do que em condições a céu aberto. Para Sanhueza (1999), o acúmulo de umidade e uma longa duração do período de molhamento foliar são muito importantes para o desenvolvimento do patógeno em ramos, folhas e frutos de macieira. Na safra 2016/2017, o incremento da doença ocorreu mais tarde, o que pode ter contribuído para o não aparecimento de manchas em frutos colhidos. Outra justificativa para a maior ocorrência de MFG em macieiras ‘Maxi Gala’ sob telas antigranizo ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha é o aumento do crescimento vegetativo em períodos críticos da doença. O manejo fitossanitário de MFG baseia-se no uso de determinados fungicidas protetores. Considerando que o aumento da velocidade de crescimento dos ramos e da expansão foliar sob efeito de determinadas telas antigranizo, se mantida a periodicidade das intervenções fitossanitárias, poderá haver tecidos desprotegidos à infecção do fungo, sobretudo quando em condições

climáticas favoráveis à sua ocorrência. Todavia, o aumento da incidência e severidade da MFG em plantas cultivadas sob as telas antigranizo ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha, requer estudos mais aprofundados para melhor entendimento dos processos de infecção do patógeno e conhecimento da evolução da doença nas condições oferecidas por essas telas.

Em áreas com inóculo disponível, o início da epidemia pode ocorrer nas condições de molhamento foliar superior a 10 horas e temperatura de 14 aa 22° C. No ciclo 2016/2017, em que foram verificadas as maiores incidências de MFG, as médias mensais de temperaturas mínimas e máximas nos meses favoráveis para ocorrência da doença - a partir do mês de outubro até o período da colheita - foram superiores a 21°C para a máxima e 11°C para mínima (Anexo A). Neste período, a precipitação pluvial mensal para os meses de outubro de 2016 a março 2017 variou de 200 a 120 mm. Assim, as condições climáticas do ciclo 2016/2017 estavam ideais para desenvolvimento do fungo nas plantas, confirmando essa alta incidência observada neste ciclo.

2.3.3 Atributos relacionados ao crescimento vegetativo

O uso de tela antigranizo ChromatiNet® amarela apresentou um maior incremento no número total de ramos de ano, quando comparada com as outras telas, não diferindo da área a pleno sol. Contudo, a avaliação estratificada do crescimento vegetativo mostrou que o maior número de ramos do ano encontrava-se na porção inferior das plantas. O uso de telas antigranizo não influenciou o comprimento médio dos ramos na porção inferior das plantas, sendo notada diferença significativa apenas na porção superior. Nesta porção, as telas antigranizo ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha proporcionaram um aumento no comprimento médio dos ramos (Tabela 4).

O efeito estimulante do vigor sob as telas ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha já foi estabelecido em vários estudos, como nos realizados por Solomakhin e Blanke (2008), na Alemanha, na qual as telas antigranizo coloridas (principalmente a vermelha) aumentaram o crescimento vegetativo de macieiras ‘Pinova’, em comparação a plantas a pleno sol. Por outro lado, Bastías et al. (2012a) não encontraram diferenças significativas no crescimento total de ramos anuais de macieiras ‘Fuji’, cultivadas sob as telas antigranizo nas cores azul, branca, cinza e vermelha, nas condições climáticas de Bolonha, na Itália. Já para estudos realizados com quivizeiro, a tela de malha azul restringiu significativamente o vigor da planta, ao passo que as telas vermelhas e cinza aumentaram o desenvolvimento vegetativo

(BASILE, et al., 2014). O crescimento vegetativo da copa de pessegueiros (*Prunus persica 'Hermosa'*) que foram podadas antes da colheita dos frutos para melhorar a penetração de luz e a coloração dos frutos, também foi estimulado pelo uso de ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha (SHAHAK et al., 2004; SHAHAK et al., 2016).

Tabela 4- Número total e comprimento médio de ramos de macieiras 'Maxi Gala' cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS, no ciclo 2016/2017.

Tratamentos	Número total de ramos			Comprimento médio de ramos (cm)			
	Porção			Porção			
	Inferior	Superior	Média		Inferior	Superior	Média
Pleno Sol	32,9	13,9	23,4a		20,2aA	26,0bA	23,1
Amarela	34,3	12,4	23,3a		17,1aB	39,5aA	28,3
Preta	22,0	9,3	15,6b		16,6aB	28,6bA	22,6
Pérola	23,8	11,8	17,8b		25,6aA	29,7bA	27,6
Azul	21,1	9,6	15,3b		18,2aB	28,9bA	23,5
Vermelha	25,3	10,4	17,8b		20,0aB	33,6aA	26,8
Mista	22,4	9,4	15,9b		20,2aA	25,3bA	22,8
Média	26,0A	11,0B			19,7	30,2	
CV (%)	42,3	49,4			31,3	34,7	

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Considerando a frequência de ramos na porção inferior da planta, observa-se que o uso de telas antigranizo, independente da coloração utilizada, não modificou o comprimento médio dos ramos <30 cm e da classe que fica entre 30 e 60 cm, quando comparado com as plantas cultivadas em área a pleno sol (Tabela 5). Contudo, na porção superior das plantas foram observados um aumento no comprimento de ramos ≥ 60 e <90 sob tela preta, ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha. Nesta mesma classe, as telas ChromatiNet® azul, mista e ChromatiNet® pérola apresentaram crescimento de ramos semelhantes ao observado no tratamento sem cobertura. Ramos com comprimento >90 cm, também só foram observadas diferenças entre os ambientes na porção superior, na qual a ChromatiNet® amarela teve um aumento no crescimento de ramos. O efeito estimulante da ChromatiNet® amarela no vigor de culturas ornamentais e em frutíferas, pode estar relacionado, pelo menos em parte, à indução de níveis aumentados de giberelina bioativa (GA), que é induzida pela iluminação verde suplementar (WANG e FOLTA, 2013). Sendo assim, é importante manter um controle do crescimento vegetativo nos pomares cobertos com tela antigranizo, pois em condições de sombreamento, onde há uma redução da disponibilidade da luz solar sobre as plantas, a alocação

de fotoassimilados é priorizada para o crescimento vegetativo dos ramos, efeito prejudicial para o potencial de crescimento da fruta (BEPETE; LAKSO, 1998; BASTÍAS et al., 2012a). Cabe destacar que a predominância de ramos <30 cm, tanto na porção inferior quanto na superior, pode ser favorável para a planta, em decorrência do aumento da incidência de luminosidade no interior do dossel, o que pode favorecer melhorias na produtividade, qualidade dos frutos e controle fitossanitário. No entanto, é importante salientar que a idade das plantas utilizadas no presente estudo requer um crescimento de ramos um pouco maior, a fim de serem conduzidos de forma que deem uma sustentabilidade, tornando-a capaz de sustentar a carga de frutos produzida por ela.

Tabela 5- Porcentagem de ramos do ano, em função de comprimento, nas porções superior e inferior em macieiras ‘Maxi Gala’, cobertas com telas antigranizo. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

Tratamentos	<30				≥30 e <60				≥60 e <90				≥90	
	Porção			Porção			Porção			Porção			Porção	
	Inferior	Superior	Média	Inferior	Superior	Média	Inferior	Superior	Média	Inferior	Superior	Média	Superior	Média
Pleno Sol	76,8	54,4	65,6ns	16,7	38,0	27,4ns	4,1aA	5,3bA	4,7	2,4aA	2,2bA	2,3		
Amarela	77,2	50,9	64,0	15,5	25,4	20,5	5,5aB	15,0aA	10,3	1,8aA	8,7aB	5,2		
Preta	88,3	62,1	75,2	6,7	24,5	15,6	4,2aB	12,5aA	8,3	0,8aA	0,9bA	0,8		
Pérola	80,1	58,4	69,2	11,5	31,5	21,5	5,5aA	7,2bA	6,4	2,8aA	2,9bA	2,9		
Azul	83,0	56,4	69,7	13,6	32,3	23,0	2,0aA	9,6bA	5,8	1,4aA	1,7bA	1,5		
Vermelha	84,2	52,9	68,5	7,6	27,9	17,8	4,2aB	16,4aA	10,3	4,0aA	2,8bA	3,4		
Mista	86,6	66,6	74,6	8,4	27,5	18,0	6,1aA	5,4bA	5,7	2,8aA	0,5bA	1,7		
Média	82,3A	57,4B		11,4B	29,6A		4,5	10,2		2,3		2,8		
CV (%)	6,7	22,9		40,7	40,6		56,0	65,6		61,5		71,7		

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

O uso de telas antigranizo não interferiu no comprimento médio dos ramos podados, massa total de ramos podados, massa média de ramos podados e número médio de gemas por ramo podado em macieiras ‘Maxi Gala’ no ano de 2017, não sendo superiores aqueles encontrados nas plantas dada área a pleno sol (descoberta) (Tabela 6). Atualmente, nos pomares comerciais de macieiras a poda não está sendo muito utilizada por causa dos custos com mão de obra e por questões fitossanitárias. Assim, os produtores fazem da utilização de reguladores de crescimento para controle de vigor. No estudo em questão, foram retirados na poda apenas os ramos vigorosos que cresceram verticalmente (os chamados ramos ladrões) que induzem a formação de fortes drenos vegetativos que competem vantajosamente com as estruturas reprodutivas da planta.

Tabela 6- Efeito da tela antigranizo no número de ramos podados, comprimento médio dos ramos podados, massa total de ramos podados, massa média de ramos podados e número médio de gemas por ramo podado em macieiras ‘Maxi Gala’, no ciclo 2016/2017. Monte Alegre dos Campos, Rio Grande do Sul, 2017.

Tratamentos	Número de ramos podados	Comprimento médio dos ramos podados	Massa total de ramos podados	Massa média de ramos podados	Número médio de gemas por ramo podado
	ramos planta ⁻¹	cm	g planta ⁻¹	g ramo ⁻¹	gemas ramos ⁻¹
Pleno Sol	6,4ns	56,4ns	194,2ns	29,4ns	20,6ns
Amarela	5,5	65,2	185,8	34,2	23,7
Preta	3,7	49,9	103,2	29,6	19,7
Pérola	5,0	63,4	160,8	33,8	23,6
Azul	3,3	53,8	91,7	23,7	19,6
Vermelha	3,8	66,8	118,3	29,4	23,6
Mista	3,5	59,6	101,5	26,6	21,5
Média	4,5	59,3	136,5	29,5	21,8
CV (%)	42,5	37,9	46,3	54,0	39,2

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

2.4 CONCLUSÕES

O emprego de telas antigranizo ocasionou redução na densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativo (DFFFA), com a tela preta e mista ocasionando respectivamente a maior e menor redução na intensidade da luz disponível às plantas em relação à área a pleno sol.

A dispersão de luz azul e vermelha emitidas pelas ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® azul estimularam a taxa máxima de fotossíntese foliar de macieiras ‘Maxi Gala’ em resposta ao aumento na DFFFA.

As telas antigranizo fotoseletivas ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha induziram o crescimento vegetativo e propiciaram aumento na incidência e severidade de mancha foliar de *Glomerella* no ciclo 2016/2017 em macieiras ‘Maxi Gala’.

3 CAPÍTULO 2- PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ COBERTAS COM TELAS FOTOSELETIVAS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e qualidade dos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas fotoseletivas. O experimento foi conduzido em pomar comercial de macieira ‘Maxi Gala’, localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS, durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018. Foram utilizados os seguintes tratamentos: 1) área a pleno sol (sem tela antigranizo); 2) tela ChromatiNet® Leno amarela; 3) tela antigranizo Leno preta; 4) tela ChromatiNet® Leno pérola 5) tela antigranizo ChromatiNet® Leno azul; 6) tela antigranizo ChromatiNet® Leno vermelha; 7) tela antigranizo mista (branca com preta). A cobertura de pomares com tela antigranizo preta, azul e vermelha ocasionou uma redução no número de cachos florais, bem como no número de frutos por planta. O emprego de telas mista, ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® pérola reduziu a porcentagem de frutos com mais de 50% de cor vermelha. O uso de telas antigranizo reduziu a incidência e severidade de “russetting” e dano de sol em macieiras ‘Maxi Gala’.

Palavras-chave: Coloração dos frutos. Distúrbios fisiológicos. Armazenamento.

3.1 INTRODUÇÃO

Com a ocorrência de eventos de granizo na região produtora de maçã no sul do Brasil, o uso da proteção com telas antigranizo sobre os pomares aumentou consideravelmente (BOSCO et al., 2014). Todavia, as condições ambientais sob esse sistema de proteção são alteradas, resultando num excesso de vigor da planta com rendimento reduzido e comprometimento na qualidade dos frutos (SOLOMAKHIN et al., 2007; SHAHAK, 2014). A qualidade dos frutos e seu valor nutritivo são diretamente influenciados pelo ambiente do pomar (SOLOMAKHIN et al., 2010). Nesse contexto, a eficiência de uso da luz solar no pomar tem sido um dos principais focos de pesquisa para obtenção de produção e qualidade sustentável de frutas (BASTÍAS et al., 2012b).

A qualidade da fruta é uma característica genética, que é influenciada pelas condições ambientais (BOSCO et al., 2014). Sob cultivo protegido, as interações entre as plantas e o ambiente ocorrem de forma diferente do que em pleno sol, devido as várias mudanças das

variáveis microclimáticas que podem influenciar a qualidade das frutas ou vegetais (TANNY et al., 2009). Deste modo, o efeito das telas antigranizo na intercepção da luz, na coloração e composição química dos frutos tem sido bastante abordado no meio acadêmico.

No Sul do Brasil, os pomares de macieiras cobertos com telas antigranizo estão, na sua grande maioria, cobertos com telas na cor preta. Nos pomares, essas telas podem reduzir a luz incidente em até 45%, dependendo do grau de abertura da malha (ANDREWS e JOHNSON, 1996; DUSSI et al., 2005; GINDABA e WAND, 2007; JAKOPIC et al., 2009; STAMPAR et al., 2002; SELAN et al., 2014), o que pode desencadear efeitos negativos ao desenvolvimento das plantas. No intuito de amenizar os efeitos do sombreamento causado pela cobertura das plantas com as telas de polietileno, na sua fabricação são incorporados elementos cromáticos, a fim de absorver diferencialmente nas regiões espectrais [ultravioleta (UV), azul, verde, amarelo, vermelho, vermelho distante ou infravermelho próximo] e, ao mesmo tempo, transformar a luz direta em luz difusa (SHAHAK, 2014). Com isso, essas telas passam a ter um efeito de fotoseletividade, o que vem ganhando uma atenção cada vez maior, tanto no meio acadêmico quanto na indústria hortícola (SHAHAK, 2014). Esse método de cobertura de pomares com telas fotoseletivas visa manipular a quantidade e qualidade da luz transmitida sobre o dossel das plantas, em adição a função básica de proteção, aumentando assim a eficiência de processos dependentes de luz (RAJAPAKSE, 2007; BASILE et al., 2012). Trabalhos recentes demonstram que, dependendo da cor, essas telas podem modificar as condições de luz do pomar, alterar a coloração e as características nutricionais dos frutos, como os teores de açúcares, vitamina C e antocianina na maçã (SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010; BASTÍAS et al., 2012c; MUPAMBI et al., 2018), além de outros atributos fotossintéticos e morfológicos das plantas. Inicialmente, a abordagem de compensação fotoseletiva foi direcionada apenas a obtenção de respostas fisiológicas favoráveis ao desenvolvimento das plantas, que são reguladas pela luz, e que determinam a produtividade e a qualidade do produto (SHAHAK, 2014). Contudo, no decorrer dos anos muitos tipos de telas fotoseletivas, com diferentes cores, malhas e finalidades passaram a estar disponíveis no mercado para serem utilizadas pelos produtores em geral (ABDEL-GHANY et al., 2011).

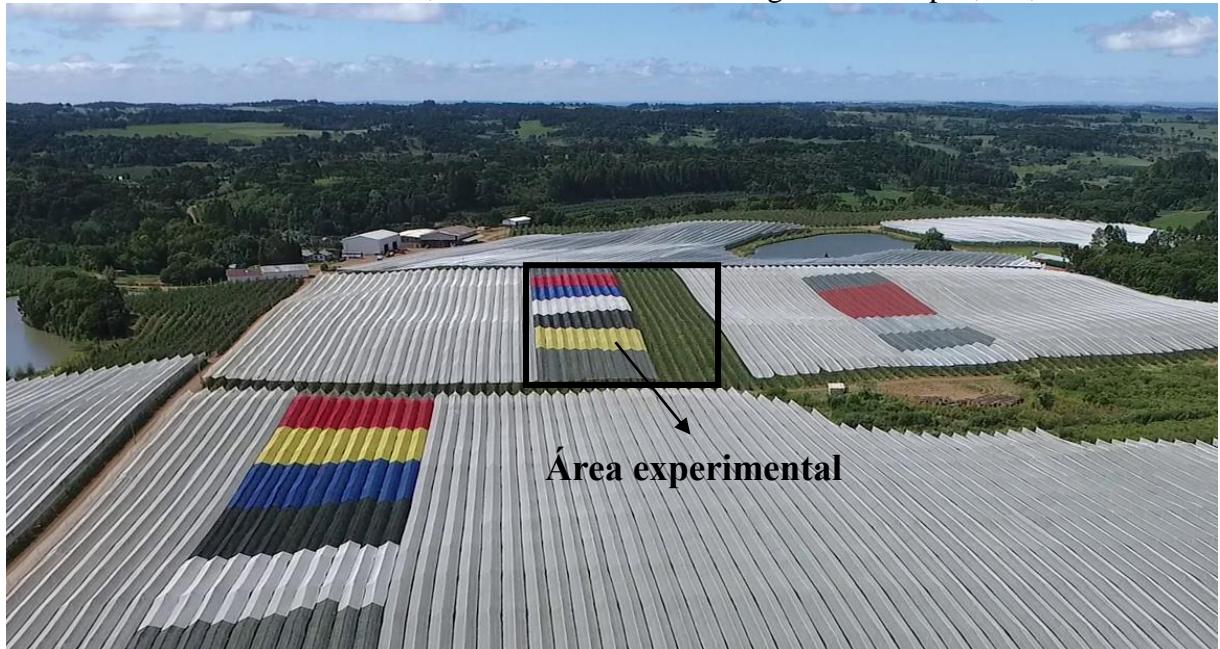
O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e qualidade dos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas fotoseletivas, no município de Monte Alegre dos Campos, RS.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Configuração experimental

O experimento foi conduzido em pomar comercial de macieira, localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS (latitude 28° 40'59'' S, longitude 50° 46' 58'' W e altitude 926 metros), durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018 (Figura 7). Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é classificado como Cfb, temperado húmido com verão temperado. Foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’ com quatro anos de idade, sobre porta-enxerto M9, conduzidas em líder central, em sistema de alta densidade, com espaçamento de 3,75 x 0,75 m. Neste estudo foram avaliados os seguintes tratamentos: 1) área a pleno sol (sem tela antigranizo); 2) tela antigranizo ChromatiNet® Leno amarela; 3) tela antigranizo Leno preta; 4) tela antigranizo ChromatiNet® Leno pérola; 5) tela antigranizo ChromatiNet® Leno azul; 6) tela antigranizo ChromatiNet® Leno vermelha; e 7) tela antigranizo mista (branca com preta), sendo as telas instaladas em agosto de 2016. Todas as telas antigranizo fotoseletivas apresentam malha de 5,3 x 2,1 mm. As plantas utilizadas no experimento foram manejadas de acordo com as práticas recomendadas pelo sistema integrado de produção da macieira (SANHUEZA et al., 2006).

Figura 7- Imagem aérea do experimento com telas antigranizo em pomar comercial de macieiras ‘Maxi Gala’, localizado em Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.



Fonte: Fernando José Hawerroth, 2018.

3.2.2 Atributos de produtividade

Durante o período de floração, nos ciclos 2016/2017 e 2017/2018, foram utilizadas oito plantas por cor de tela antigranizo e da área a pleno sol (cada planta representando uma repetição), para a realização da contagem do número de frutos por inflorescência, com o intuito de obter o número médio de frutos por inflorescência e número médio de frutos por planta (somatório dos frutos presente em cada inflorescência na planta).

Quando os frutos atingiram o ponto de colheita da ‘Maxi Gala’ (nos dias 03/02/2017 e 08/02/2018), foram selecionadas ao acaso, doze plantas por cor de tela antigranizo e da área a pleno sol, para realização da colheita. Os frutos foram contados e pesados, obtendo-se o número de frutos por planta (frutos planta⁻¹) e produção por planta (kg planta⁻¹). A massa média dos frutos (g fruto⁻¹) foi obtida através da relação entre a massa e o número de frutos colhidos. Por tratar-se de plantas muito jovens, cuja produtividade ainda é baixa, foi realizada a composição de amostras, sendo cada tratamento composto por quatro caixas de frutos. Esses frutos foram levados até o laboratório para avaliação dos atributos de qualidade.

3.2.3 Atributos de qualidade dos frutos

3.2.3.1 Distúrbios fisiológicos

Em laboratório, os frutos de cada amostra foram utilizados para avaliar o efeito das telas antigranizo quanto à incidência e severidade de distúrbios fisiológicos. Baseada em uma observação visual, os frutos foram classificados em cinco níveis de recobrimento da superfície do fruto com “russetting”, sendo nível 0: frutos com ausência de “russetting” na epiderme do fruto, tolerando-se aquele restrito à cavidade peduncular; nível 1: menos de 10% da superfície do fruto recoberta com “russetting”; nível 2: recobrimento da superfície do fruto com “russetting” maior ou igual 10% a menor que 30%; nível 3: recobrimento da superfície do fruto com “russetting” maior ou igual 30% a menor que 50%; e nível 4: mais de 50% da superfície do fruto recoberta com “russetting” (CAMILO et al., 2001). Com base nesses níveis, foi gerado um índice de severidade de “russetting”. Além do “russetting”, o distúrbio dano de sol também foi avaliado, através de uma observação visual, sendo agrupados em três níveis de severidade: frutos sem danos de sol; frutos com dano leve (dano de sol em menos de 20% da superfície do fruto); e frutos com dano severo (dano de sol superior a 20% da superfície do fruto).

3.2.3.2 Coloração da epiderme

Foi determinada a porcentagem de recobrimento da epiderme do fruto com a coloração vermelha, através de observação visual. Os frutos foram agrupados em quatro categorias de recobrimento da epiderme com a cor vermelha: I- frutos que apresentam recobrimento menor que 25%; II- frutos que apresentam recobrimento maior ou igual a 25% a menor que 50%; III- frutos que apresentam recobrimento maior ou igual a 50% a menor que 75%; IV- frutos que apresentam recobrimento maior que 75%. Após a análise visual da taxa de recobrimento da superfície do fruto com a coloração vermelha, foram separados 20 frutos por repetição para avaliação da coloração da epiderme, com um colorímetro Konica Minolta modelo CR 400, sendo as leituras realizadas nos lados de maior e menor exposição solar (lado mais vermelho e menos vermelho, respectivamente) e os resultados expressos em ângulo hue (h°), o qual define a coloração básica, em que 0° : vermelho, 90° : amarelo e 180° : verde.

3.2.3.3 Tamanho e formato dos frutos

Para a classificação dos frutos por calibre foram utilizados valores de classes adaptado do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016), no qual se referenciaram os calibres das caixas padrão MARK IV (com 18 kg de peso líquido), sendo determinada pela relação entre o peso expresso na embalagem e o número de frutos nela contidos. Os frutos de cada amostra foram pesados individualmente e classificados em cinco categorias: I – frutos com calibre menor ou igual a 80 (com peso maior ou igual 212,5 g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando entre 171,50 e 211,49 g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando entre 141,50 e 171,49 gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando entre 104,50 e 141,49 g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (com peso menor 104,0 g). Ainda, foram amostrados 60 frutos por repetição para avaliação dos valores médios de diâmetro e comprimento, e com a relação entre as dimensões do comprimento médio e diâmetro médio obteve-se o formato dos frutos. Para verificação do formato do fruto sob tela antigranizo, foi feita a contagem do número de sementes por fruto.

3.2.3.4 Qualidade físico-química na colheita e após o armazenamento

Para a realização das análises físico-química foram amostrados 20 frutos de cada repetição, avaliando-se a firmeza de polpa, sólidos solúveis (SS), índice de iodo-amido (escala de 1 a 9) e acidez titulável (AT). A firmeza de polpa (N) foi medida em lados opostos na região

equatorial dos frutos, utilizando-se um penetrômetro manual Mc Cormick Fruit Pressure Tester Instrument, modelo FT 327, com ponteira de 11 mm. O suco extraído de cada lado do fruto foi utilizado para determinar os teores de SS ($^{\circ}$ Brix), com auxílio de um refratômetro digital de bancada, modelo RTD-45. O índice de iodo-amido foi realizado com auxílio de uma escala de 1 (teor máximo de amido) a 9 (amido totalmente degradado), que mostra o processo de degradação de amido conforme o amadurecimento do fruto (BENDER e EBERT, 1985), na qual se faz uma comparação do escurecimento da metade peduncular dos frutos tratada com uma solução de iodo. Os valores de acidez titulável (% de ácido málico) foram obtidos por meio de uma alíquota de 5 mL de suco dos frutos, diluídos em 45 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1, utilizando titulador automático TitroLine® easy (Schott Instruments, Alemanha).

Os frutos excedentes, não utilizados para análises físico-químicas, foram armazenados para avaliação pós-colheita em atmosfera do ar (AA), com umidade relativa do ar de $90\pm 5\%$ e temperatura de 0 ± 2 $^{\circ}$ C, pelo período de 120 dias (fevereiro a junho). Após quatro meses de armazenamento, foram reservados aproximadamente 50 frutos por repetição para serem analisados na saída de câmara. Destes frutos, foram selecionados 20 frutos de cada repetição, para avaliações de firmeza de polpa, AT e SS. Também foram avaliados quanto à porcentagem de frutos com distúrbios fisiológicos, danos físicos e doenças (degenerescência de polpa, rachadura e rachadura peduncular, murcha e mancha de *Glomerella*). Os frutos sem sintomas visíveis foram mantidos em temperatura ambiente por sete dias (50 frutos por repetição), simulando um período de comercialização (“prateleira”). Passado este tempo realizou-se as mesmas avaliações iniciais, consideradas na saída de câmara.

3.2.4 Ocorrência de granizo

No dia 13 de dezembro de 2016, durante o ciclo produtivo de 2016/2017, ocorreu uma precipitação de granizo na área onde o experimento estava sendo conduzido, na região de Monte Alegre dos Campos, RS. As condições climáticas neste dia foram propícias para a ocorrência de precipitações de granizo, com temperaturas elevadas em combinação com alta umidade relativa do ar, favorecendo a formação de nuvens do tipo cumulonimbus. Essas nuvens possuem grande desenvolvimento vertical, e são responsáveis pela formação de granizo quando a sua porção intermediária se encontra em temperaturas próximas ou abaixo de 0 $^{\circ}$ C (abaixo do ponto de congelamento), havendo o congelamento das gotículas de água (HERRMANN, 2006).

Na área de estudo, a incidência de lesões por granizo pôde ser observada em ramos (Figura 8A), frutos (Figura 8B) e folhas (Figura 8C), com danos de diferentes intensidades. Durante a colheita, os frutos lesionados foram avaliados quanto à incidência e diâmetro das lesões, sendo feitas a contabilização do total de frutos por amostra. Destes, foram separados os que apresentavam qualquer tipo de dano provocado por granizo, referente a cada cor de tela e da área a pleno sol, obtendo-se posteriormente a porcentagem de frutos lesionados. As lesões dos frutos foram mensuradas com um paquímetro digital King Tools, obtendo-se o tamanho médio, mínimo e máximo de lesões (Figura 8D).

Figura 8- Danos provocados por granizo em ramos (A), frutos (B e D) e folhas (C) em pomar de macieiras ‘Maxi Gala’ sem cobertura de tela antigranizo, no município de Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

3.2 .5 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição composta por três plantas. Os resultados obtidos em porcentagem foram transformados através da expressão $(x+0,5)^{1/2}$. Os dados foram

submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade de erro, com o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Atributos de produtividade

O maior número de cachos florais por planta, assim como o maior número de frutos por planta foram observados no segundo ano de avaliação, devido a diferenças climáticas verificadas nos anos de estudo (anexo A) (Tabela 7).

Tabela 7- Número de cachos florais por planta, número de frutos por planta e número de frutos por cacho floral em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Número de cachos florais/planta			Número de frutos/planta			Número de frutos/ cacho floral		
	2016	2017	Média	2016	2017	Média	2016	2017	Média
Pleno Sol	8,9aB	58,1aA	33,5	10,6aB	98,4bA	54,5	1,1	1,7	1,4ns
Amarela	13,6aB	68,5aA	41,1	31,4aB	123,8aA	77,6	2,6	1,8	2,2
Preta	17,6aB	52,6bA	35,1	20,3aB	87,1bA	53,7	1,1	1,6	1,4
Pérola	17,9aB	67,3aA	42,6	19,1aB	125,8aA	72,5	1,1	1,9	1,5
Azul	14,3aB	46,9bA	30,6	16,5aB	81,8bA	49,2	1,2	1,8	1,5
Vermelha	12,3aB	44,9bA	28,6	13,6aB	87,5bA	50,6	1,1	1,9	1,5
Mista	16,8aB	33,0cA	24,9	19,1aB	57,3cA	38,2	1,1	1,7	1,4
Média	14,5	52,7		18,7	94,5		1,3B	1,8A	
CV (%)	33,1	28,5		66,4	31,8		78,0	10,1	

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Na safra 2016/2017, observou-se que o número de cachos florais por planta e o número de frutos por planta, dos tratamentos sob tela antigranizo, não foram superiores ao tratamento da área a pleno sol (controle) (Tabela 7). Já no ciclo 2017/2018, o número de cachos florais por planta sob ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® pérola não diferiram do tratamento controle. A tela mista ocasionou um menor número de cachos florais do que todos os outros tratamentos (Tabela 7). Estes resultados não corroboram com os encontrados por Shahak et al. (2004), em pêssegueiros ‘Hermosa’ cobertos com as telas antigranizo branca (12% de sombreamento), azul, pérola, vermelha e amarela (todas com 30% de sombreamento), que tiveram a floração aumentada em relação ao tratamento controle (área a pleno sol). Em um outro estudo realizado com quivizeiros no sul da Itália, utilizando telas antigranizo branca, vermelha, azul e cinza (com

o sombreamento de 20,4, 22,8, 26,9 e 20,4%, respectivamente), o número de flores e inflorescências foram menores nas plantas cultivadas sob tela do que na área a pleno sol (BASILE et al., 2008). Para esta mesma variável, também é observado que as telas ChromatiNet® azul, ChromatiNet® vermelha e preta tiveram o número de cachos florais por planta inferior a ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® pérola. Nesta mesma safra, a ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® pérola tiveram um maior número de frutos por planta do que àqueles encontrados sob tela mista, em consequência da maior quantidade de cachos florais (Tabela 7). O maior número de cachos florais por planta e número de frutos por planta sob a ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® pérola pode ser decorrente do maior fornecimento de luz ao dossel das plantas sob estas telas, o que pode ter favorecido a um maior acúmulo de reservas de carboidratos, contribuindo assim para um aumento na diferenciação floral de gemas reprodutivas. Para a relação número de frutos por número de cachos florais, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos.

Cabe ressaltar que a modificação da luz solar por meio das telas fotoseletivas pode ser um estímulo para a ativação de genes específicos de indução floral, via estimulação de fotorreceptores (LIN, 2000; CERDAN e CHORY, 2003; ADAMS et al., 2009), podendo assim induzir a formação de gemas floríferas e mudanças na forma da planta. As plantas possuem fotorreceptores, que captam diferentes comprimentos de ondas, capazes de promover fotomorfogênese. Dentre eles, estão o: Criptocromo na faixa do azul (320-400 nm), Fitocromo na faixa do vermelho (660-730nm) e Fotorreceptores de UV na faixa do ultravioleta (280-320 nm) (TAIZ et al., 2017), no entanto os mais importantes são aqueles que absorvem as luzes vermelha e azul. Um sinal emitido na faixa do azul e absorvido pelo criptocromo pode levar a ativação de genes que induzem a diferenciação meristemática do tecido e consequentemente induzir a diferenciação floral. Em contrapartida, um sinal de luz vermelha e absorvido pelo fitocromo pode inibir a estabilidade de algumas proteínas, causando um atraso na floração. A luz azul ou vermelho-distante contínua promove o florescimento, e a luz vermelha o inibe (FUKUDA, 2013). No presente estudo, no entanto, esta teoria é confirmada com a ChromatiNet® vermelha (que emite luz vermelha) que apresentou um menor número de cachos florais por planta. Em contrapartida a ChromatiNet® azul (que emite luz azul) não promoveu o florescimento das plantas. Durante a safra 2016/2017, houve um aumento na nebulosidade e redução da radiação em relação à safra 2017/2018, no período de floração para a cultivar ‘Maxi Gala’, o que pode ter favorecido a queda de flores em todos os tratamentos.

O uso de tela antigranizo não afetou a massa de frutos por planta de macieiras ‘Maxi Gala’ durante a safra 2016/2017. Por outro lado, na safra seguinte a ChromatiNet® azul,

ChromatiNet® vermelha, tela mista e preta ocasionaram uma redução nessa variável de produção em relação ao pleno sol (Tabela 8). Para o número de frutos por planta, observa-se que a ChromatiNet® pérola, ChromatiNet® azul e as telas não fotoseletivas (preta e mista) apresentaram um maior número de frutos por planta na primeira safra, em relação a ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® amarela, assim como na área a pleno sol. No segundo ciclo, todas as telas que apresentaram maior número de frutos no ciclo anterior, com exceção da ChromatiNet® pérola, tiveram o número de frutos por planta reduzido. As maiores produções na área de estudo foram verificadas na safra 2017/2018. Esta resposta a baixa produção de frutos em macieiras ‘Maxi Gala’ na primeira safra, independente do ambiente, pode ser justificada pela idade das plantas, que estão em formação e ainda têm baixa produtividade. No caso da baixa produção das macieiras da área a pleno sol, pode ter sido decorrente da chuva de granizo que ocorreu na área de estudo na safra 2016/2017, causando assim, prejuízos às plantas.

Tabela 8- Atributos de produtividade em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Massa de frutos/planta			Número de frutos/planta			Massa fresca média de frutos		
	...kg planta ⁻¹frutos planta ⁻¹g fruto ⁻¹ ...		
	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média
Pleno Sol	1,4aB	13,5aA	7,5	9,2bB	115,2aA	62,2	151,1bA	117,9aB	134,5
Amarela	2,4aB	13,6aA	8,0	15,2bB	127,8aA	71,5	162,6aA	105,2aB	133,9
Preta	2,7aB	9,1bA	5,9	17,4aB	85,9bA	51,7	156,5aA	105,1aB	130,8
Pérola	3,2aB	12,2aA	7,7	19,0aB	145,8aA	82,4	168,9aA	93,2bB	131,1
Azul	2,9aB	10,2bA	6,6	18,2aB	105,8bA	62,0	157,4aA	98,2bB	127,8
Vermelha	2,2aB	10,2bA	6,2	14,7bB	96,1bA	55,4	148,8bA	106,5aB	127,6
Mista	3,1aB	9,7bA	6,4	22,0aB	90,6bA	56,3	144,1bA	112,0aB	128,0
Média	2,6	11,2		16,5	109,6		155,6	105,4	
CV (%)	26,7	14,1		25,7	23,7		5,9	6,9	

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

O uso de telas antigranizo influenciou a massa fresca média dos frutos em macieiras ‘Maxi Gala’ no ciclo 2016/2017, sendo o menor valor observado nos frutos colhidos sob a tela antigranizo mista, ChromatiNet® vermelha e na área a pleno sol, respectivamente (Tabela 8). A mudança nas condições ambientais sob a tela antigranizo poderia afetar o rendimento e o tamanho dos frutos (MUPAMBI et al., 2018). Segundo Chen et al. (1997), uma produção mais

baixa em plantas cultivadas sob tela antigranizo, pode ser decorrente do menor fornecimento de luz, já que nessas condições as reservas de carboidratos são reduzidas e acaba desencadeando numa redução da diferenciação de gemas reprodutivas para o próximo ciclo, tendo como resultado final uma produção baixa e de frutos de tamanho reduzido. No segundo ciclo, referente a safra 2017/2018, a massa fresca média de frutos mostrou-se inferior, devido a carga de frutos ter sido maior no ano de 2018. A cobertura das plantas com ChromatiNet® pérola e ChromatiNet® azul determinaram uma redução significativa na massa fresca média de frutos por planta, mostrando-se inferior ao observado no tratamento controle (área a pleno sol) e nas outras telas antigranizo avaliadas. Essa menor massa fresca média de frutos por planta observadas sob ChromatiNet® pérola é decorrente da maior produção verificada sob esta tela. A menor massa média de frutos por planta verificada sob a ChromatiNet® azul pode ser decorrente da maior restrição de DFFFA imposta por esta tela (Figura 5). Dada o menor número de cachos florais por planta (Tabela 7) sob a ChromatiNet® azul no ciclo 2017/2018, pressupõe-se que a redução no suprimento de luz provocado por esta tela pode ter reduzido o acúmulo de reservas na planta e resultado na redução de gemas reprodutivas, o que pode ter desencadeado o menor peso médio dos frutos (Tabela 8) (MIDDLETON E MCWATERS, 2002).

3.3.2 Atributos de qualidade dos frutos

3.3.2.1 Distúrbios fisiológicos

A ocorrência de “russetting” nos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ mostrou-se variável entre os anos avaliados, sendo a maior incidência e severidade encontrada no ano de 2018. A incidência de “russetting” foi reduzida em quase todas as plantas cobertas com tela antigranizo, com exceção daqueles frutos colhidos sob as ChromatiNet® pérola e ChromatiNet® amarela (Tabela 9). A restrição do movimento de ar sob tela antigranizo desencadeia uma elevação da umidade relativa neste ambiente, fazendo com que haja um aumento da incidência e severidade de “russetting” (MIDDLETON e MCWATERS, 2002; BOSCO et al., 2009). Por outro lado, a redução da radiação que ocorre sob tela antigranizo também pode reduzir a incidência e severidade desse distúrbio nos frutos (Leite et al., 2002; Amarante et al., 2009). Para estes autores, esta redução da incidência do “russetting” nas plantas sob tela explica-se pela diminuição da radiação solar, que é um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento do distúrbio. No entanto, esta resposta pode ser atribuída a várias causas, dentre elas estão os danos de natureza física (alta umidade, chuvas frequentes orvalho acompanhado de alta insolação,

ventos frios, radiação solar direta etc.) devido a fatores externos, facilmente encontrados nas condições climáticas do Sul do Brasil (PETRI et al., 2016). A ocorrência de “russetting” é uma característica varietal, que em condições de baixa temperatura e alta umidade relativa pode maximizar a incidência desse tipo de dano nos frutos, principalmente quando os frutos se encontram nos estádios iniciais de desenvolvimento (BASSO, 2006).

Tabela 9- Incidência e severidade de “russetting” nos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Incidência			Severidade		
%.....	2017	2018	Média	2017	2018
Pleno Sol	69,3	95,9	82,6a	0,99Ba	2,10Aa	1,55
Amarela	62,2	87,5	74,8a	0,87Ba	1,45Ac	1,16
Preta	46,3	91,1	68,7b	0,58Bb	1,69Ab	1,14
Pérola	58,3	88,5	73,4a	0,74Bb	1,41Ac	1,08
Azul	46,4	83,7	65,1b	0,57Bb	1,36Ac	0,97
Vermelha	51,2	86,5	68,8b	0,66Bb	1,39Ac	1,03
Mista	46,8	82,7	64,8b	0,56Bb	1,30Ac	0,93
Média	54,4B	88,0A		39,3	34,1	
CV (%)	20,4	7,2		27,6	19,7	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018

Na primeira safra (2016/2017), a maior severidade de “russetting” foi observada na área a pleno sol e sob a ChromatiNet® amarela. Na safra 2017/2018, o uso de tela antigranizo reduziu a severidade de “russetting”, sendo os maiores índices encontrados na área a pleno sol (Tabela 9). Ainda neste ciclo, observa-se que apenas a tela preta apresentou um maior índice de severidade de “russetting” em relação as outras telas. Estes resultados não corroboram com estudos realizados por Amarante et al. (2009), que ao avaliar o efeito da tela antigranizo em macieiras ‘Fuji’ concluiu que a severidade de “russetting” não é afetada por esse sistema de cobertura. Contudo, os resultados encontrados no presente trabalho assemelham-se com os reportados por Leite et al. (2002), um dos trabalhos pioneiros ao utilizar tela antigranizo no Brasil, no qual o uso da tela preta reduziu a severidade de “russetting”.

Frutos com nível de severidade restringindo-se apenas a cavidade peduncular podem ser comercializados normalmente, sem que haja uma depreciação no valor de mercado. Tendo em vista que a aspereza formada na epiderme do fruto decorrente de fatores externos (dependendo do grau de severidade) pode comprometer a qualidade do fruto e decorrente depreciação dos

frutos para comercialização. Todavia, frutos que possuem elevado grau de recobrimento da epiderme com “russetting”, tendem a sofrer uma depreciação do ponto de vista comercial, sendo então destinado a indústria, já que a ocorrência deste distúrbio não altera o seu sabor e valor nutritivo (PETRI et al., 2016).

Tabela 10- Severidade de dano de sol nos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Leve		Severo		Sem dano	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Pleno Sol	4,2aA	0,0aB	2,6aA	0,0aB	93,1bB	100,0aA
Amarela	0,4bA	0,0aA	0,0bA	0,0aA	99,6aA	100,0aA
Preta	0,4bA	0,0aA	0,0bA	0,0aA	99,6aA	100,0aA
Pérola	0,0bA	0,0aA	0,0bA	0,0aA	100,0aA	100,0aA
Azul	0,2bA	0,0aA	0,2bA	0,0aA	99,6aA	100,0aA
Vermelha	0,4bA	0,0aA	0,4bA	0,0aA	99,2aA	100,0aA
Mista	0,0bA	0,0aA	0,2bA	0,0aA	99,8aA	100,0aA
Média	0,8	0,0	0,5	0,0	98,7	100,0
CV (%)	33,9	0,0	23,1	0,0	0,8	0,0

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Nas safras 2016/2017 e 2017/2018, o uso de telas antigranizo em macieiras ‘Maxi Gala’ teve um efeito positivo na redução do número de frutos afetado por dano de sol, independente da coloração da tela (Tabela 10). No primeiro ano foi observado um maior número de frutos com dano de sol nas plantas da área sem cobertura (pleno sol). Em contrapartida, no segundo ano não foram verificados a presença deste distúrbio nos frutos. Na área a pleno sol os frutos apareceram com maior frequência na categoria de dano leve, a qual se refere a frutos com menos de 20% da superfície com essa desordem. Resultados similares foram reportados por Tassara e Battaglia (1992), em que a redução na intensidade luminosa, em plantas sob tela, reduziu a incidência de frutos com dano de sol, na cultura da macieira. Segundo Iglesias e Alegre (2006), essa menor incidência de frutos com dano de sol na área com tela pode ser explicada pela redução da radiação direta sobre a fruta e pela redução da temperatura da fruta. Frutas expostas a altos níveis de radiação direta podem sofrer queimadura solar (TANNY, 2013). O efeito da tela antigranizo na proteção de frutos de macieira contra desordens fisiológicas tais como o dano ou queimadura de sol, tem sido constatado por vários autores da Argentina, Espanha, Austrália, Brasil, Chile, dentre outros países (TASSARA e BATTAGLIA, 1992;

MIDDLETON e MCWATERS, 2002; DUSSI et al., 2005; IGLESIAS e ALEGRE, 2006; AMARANTE et al., 2007; AMARANTE et al., 2009; UMANZOR et al., 2016). Os sintomas mais característicos do dano de sol é a descoloração, em que há um enfraquecimento da cor vermelha e um aumento dos tons amarelos, enquanto a cutícula cerosa é dissipada (DUSSI et al., 2005).

3.3.2.2 Coloração da epiderme

Tabela 11- Coloração (h^o) de frutos na colheita em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Lado mais exposto à luz			Lado menos exposto à luz		
	2017	2018	Média	2017	2018	Média
Pleno Sol	35,0	30,4	32,7b	58,9	58,4	58,7b
Amarela	38,3	40,0	39,2a	61,4	70,7	66,0a
Preta	36,9	43,5	40,2a	57,6	78,8	68,2a
Pérola	39,5	37,7	38,6a	62,6	79,5	71,0a
Azul	35,1	41,6	38,3a	59,7	73,9	66,8a
Vermelha	35,8	34,5	35,2b	61,1	68,2	64,6a
Mista	34,9	34,9	34,9b	57,8	61,4	59,6b
Média	36,5A	37,4A		59,9B	70,1A	
CV (%)	7,4	16,5		7,5	15,3	

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

A coloração do fruto avaliada com o colorímetro, em termos de h^o (valores maiores de h^o indicam menor cor vermelha do fruto), revelaram diferenças significativas entre as telas e a área a pleno sol (Tabela 11). No presente estudo, ao observar os dados de h^o do lado mais exposto à luz (parte mais vermelha dos frutos) nota-se que as telas preta, ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® pérola e ChromatiNet® azul ocasionaram uma redução na coloração vermelha dos frutos em relação à área a pleno sol. Em contrapartida, no lado menos exposto à luz (mais verde) houve diferença significativa nos valores de h^o dos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ quando comparados com frutos da área a pleno sol, sendo menor nas telas ChromatiNet® amarela, preta, ChromatiNet® pérola, ChromatiNet® azul e ChromatiNet® vermelha (Tabela 11). O acúmulo de antocianinas ocasiona redução no h^o , e reflete a mudança de cor verde para vermelha, sendo este processo menos intenso em frutos de plantas cobertas com tela preta

(AMARANTE et al., 2009). O menor h^o encontrado nos lados sombreado e mais exposto à luz dos frutos colhidos sob tela mista confirma a menor redução de DFFFA observada nesse estudo (14,4%). A cobertura do pomar com telas antigranizo já foi alvo de vários estudos, nos quais constataram que esse tipo de sistema interfere substancialmente na coloração da epiderme do fruto. Contudo, há anos em que as temperaturas (Anexo A) são ideais para desenvolvimento de pigmentos responsáveis pela coloração vermelha (antocianinas), que é altamente dependente de luz (IGLESIAS et al., 2008).

Na primeira classe, onde o recobrimento da epiderme do fruto com a coloração vermelha é $< 25\%$, a safra de 2017/2018 apresentou uma maior porcentagem de frutos do que a de 2016/2017 (Tabela 12). Contudo, no ano de 2017 não foram verificadas diferenças entre os ambientes estudados. Em compensação, no ano seguinte as telas antigranizo preta, ChromatiNet® azul e mista foram as que apresentaram menor porcentagem de frutos mais verdes, assemelhando-se a pleno sol. Pensando na demanda do mercado nacional, frutos nesta categoria não seriam comercializados in natura, já que o consumidor brasileiro tem preferências por frutos mais coloridos. Neste caso, os frutos poderiam ser encaminhados a indústria para fabricação de subprodutos. Na segunda classe mais verde, no qual os frutos podem ser comercializados como CAT 2 (frutos com recobrimento de coloração vermelha da epiderme $\geq 25\%$ e $<50\%$), também foi verificado uma maior porcentagem de frutos no segundo ano de estudo. Nesta classe, a ChromatiNet® azul e mista apresentaram 15,2 e 17%, respectivamente dos frutos com recobrimento $\geq 25\%$ e $<50\%$ diferindo do tratamento controle. Nota-se que no ano de 2017, houve uma menor porcentagem de frutos pertencentes às classes mais verdes, ou seja, os frutos estavam mais coloridos neste ano do que no ano de 2018. O aumento da penetração de luz no interior do dossel das plantas, durante o estágio final do desenvolvimento dos frutos, pode estimular a maior síntese de antocianina, aumentando a intensidade e o recobrimento da epiderme dos frutos com coloração vermelha (AWAD et al., 2001). No entanto, a tela antigranizo pode determinar uma restrição na radiação luminosa incidente no pomar, provocando uma redução na coloração da epiderme dos frutos.

Os tratamentos avaliados (cores de tela) não tiveram efeito significativo sobre a porcentagem de cor vermelha na superfície dos frutos na terceira classe - recobrimento da epiderme maior de 50 % e menor 75%, em ambas as safras avaliadas. Na classe mais colorida, entretanto, a ChromatiNet® azul e a tela mista não reduziram a coloração dos frutos, com resultados semelhantes aos frutos colhidos da área a pleno sol. Por outro lado, as telas fotoseletivas ChromatiNet® (amarela, pérola e vermelha) se assemelharam a tela preta, reduzindo a porcentagem de recobrimento dos frutos com mais de 75% de cor vermelha. Bosco

et al. (2014) também verificou em seus estudos uma redução da coloração vermelha em macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ cobertas com tela antigranizo preta, na região de Vacaria – RS. No ano de 2017 mais de 80% dos frutos estavam com a coloração da epiderme acima de 50% de recobrimento de cor vermelha (Tabela 12). Somando as duas classes mais vermelhas no ano de 2018, é possível observar que os frutos mais coloridos foram colhidos na área a pleno sol (sem cobertura), com 80,6% dos frutos com a coloração da epiderme acima de 50% - podendo os frutos ser comercializado como CAT 1. Entre as telas antigranizo, em valores absolutos, as que apresentaram maior porcentagem de frutos nesta categoria foram as telas mista e ChromatiNet® azul, com 74,1% e 67,4%, respectivamente. Em contrapartida, a ChromatiNet® pérola apresentou apenas 36,9% dos frutos com recobrimento da epiderme com a coloração vermelha acima de 50%. Esse predomínio de frutos nas classes de maior coloração pode ser justificado pelo fato do pomar ser novo e está em processo formação, ou seja, a baixa produtividade e o pouco vigor existente na planta favorece a entrada de luz no interior do dossel, que gera uma maior síntese de pigmentos responsáveis pela coloração do fruto. Além disso, a cultivar Maxi Gala é um clone bastante colorido e apresenta um maior desenvolvimento da coloração vermelha, mesmo em condições com baixa luminosidade. A maior incidência de frutos mais vermelhos no ano de 2017 pode ser justificada pelas condições climáticas, que requer uma amplitude térmica favorável à síntese de pigmentos responsáveis pela coloração do fruto.

Tabela 12- Porcentagem de recobrimento com a cor vermelha da epiderme do fruto em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	< 25			≥ 25 e <50			≥50 e <75			≥ 75		
			%.....								
	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média
Pleno Sol	2,1aA	4,7bA	3,4	10,6	14,8	12,7b	33,5	30,5	32,0ns	53,8	50,1	52,0a
Amarela	4,5aB	17,5aA	11,0	15,5	31,8	23,6a	35,9	30,3	33,1	44,1	20,3	32,2b
Preta	3,4aB	26,0aA	14,7	15,8	27,2	21,5a	35,0	26,5	30,7	45,8	20,3	33,1b
Pérola	1,9aB	24,1aA	13,0	14,3	39,0	26,6a	34,8	23,8	29,3	49,1	13,1	31,1b
Azul	1,9aB	11,6bA	6,8	9,5	21,0	15,2b	36,9	27,3	32,1	51,8	40,1	45,9a
Vermelha	2,7aB	22,4aA	12,5	14,8	30,6	22,7a	35,4	22,8	29,1	47,2	24,3	35,7b
Mista	2,8aB	7,8bA	5,3	15,8	18,1	17,0b	32,5	25,6	29,1	48,9	48,5	48,7a
Média	2,7	16,3		13,7B	26,1A		34,8A	26,7B		48,7A	31,0B	
CV (%)	39,1	30,4		22,8	20,9		8,4	17,5		12,3	28,4	

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

3.3.2.3 Tamanho e formato dos frutos

O uso de tela antigranizo proporcionou diferenças significativas em relação ao calibre dos frutos em quase todas as classes avaliadas (Tabela 13). No ano de 2017 as telas antigranizo ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® pérola e preta aumentaram a proporção de frutos de maior calibre (≤ 80), quando comparado com a tela mista que apresentou o menor calibre. Contudo, as telas antigranizo ChromatiNet® azul e ChromatiNet® vermelha apresentaram valores semelhantes a área a pleno sol. Resultados opostos foram observados por Bastías et al. (2012), que verificaram frutos de maior calibre sob tela azul e cinza. Para estes autores, o maior peso dos frutos sob estas telas foi resultante do crescimento acelerado de frutos ao longo da estação atribuída ao aumento da fotossíntese líquida. Já no segundo ano de estudo, não foi verificado a presença de frutos na classe de maior calibre ($\geq 212,50$ g). Na classe de 90 a 100, referente a safra 2016/2017, não foram observadas diferenças entre as telas antigranizo e área a pleno sol. Em contrapartida, na safra 2017/2018 os maiores valores obtidos foram encontrados nos frutos das telas ChromatiNet® amarela e mista, não diferindo do tratamento controle. Essa maior quantidade de frutos, pesando entre 171,50 e 211,49 gramas, sob tela mista é decorrente da menor carga de frutos verificada nesta safra. A redução de apenas 18% de DFFFA imposta pela ChromatiNet® amarela, pode ter favorecido ao acúmulo de reservas e assim, favorecido maior porcentagem de frutos na classe de 90 a 100.

No primeiro ano, a classe que apresentou maior proporção de frutos foi a de 110 a 120, pesando entre 141,50 a 171,49 gramas, com média geral de 37,9% dos frutos avaliados, no entanto, não foi notado influência nas telas nesta categoria. Todavia, na safra 2017/2018 os frutos da área a pleno sol estavam numa proporção maior nesta classe. No entanto, entre as telas antigranizo avaliadas apenas as telas mista e ChromatiNet® amarela apresentaram valores intermediários, porém ainda inferiores a pleno sol. No segundo ano de estudo a classe que apresentou maior proporção de frutos foi a de 135 a 165, pesando entre 104,50 e 141,49 g gramas, com média geral de 50,6% dos frutos avaliados. Nesta classe, apenas a tela antigranizo mista apresentou resultados semelhantes a pleno sol. Nos frutos com calibre ≥ 180 (com peso menor 104,0 g), foram observados na colheita de 2018 uma maior porcentagem de frutos colhidos sob telas, por outro lado à área pleno sol apresentou apenas 9,3% dos frutos nesta categoria. Para Mupambi et al (2018) dentro de ambientes onde as plantas não estão estressadas e a limitação de luz é possível por causa do sombreamento, a tela antigranizo tem o potencial de reduzir o tamanho da fruta devido uma redução na fotossíntese da planta (MUPAMBI et al., 2018). Segundo Middleton & Mcwaters (2002), as plantas sob telas antigranizo podem

apresentar um maior crescimento vegetativo e menor tamanho dos frutos, quando comparadas as plantas descobertas. A taxa de crescimento da fruta é afetada pela disponibilidade de fotoassimilados adequados para a divisão celular, enquanto a fase de divisão celular mais prolongada normalmente leva para maiores valores da taxa absoluta de crescimento da fruta em maçãs (MCARTNEY et al., 2004; ZIBORDI et al., 2009).

Na safra de 2017/2018 houve uma predominância de frutos de menor calibre em virtude da maior carga de frutos por planta, tendo em vista que a disponibilidade de fotoassimilados pode não ter suprido a necessidade da planta, justamente por trata-se de plantas em formação, gerando uma maior competição por fotoassimilados durante o processo de divisão celular. Cabe salientar que, neste ciclo não foi relizado o raleio dos frutos o que também pode ter contribuído para este menor calibre dos na safra 2017/2018. O rendimento e tamanho (calibre) dos frutos depende das condições ambientais e do potencial genético de uma cultivar (DE SILVA et al., 2000; NAOR et al., 2008; MUPAMBI et al., 2018). No presente estudo é notória a diferença de calibres de um ano para o outro, o que pode ser decorrente do baixo volume de chuva (Anexo A) entre novembro e dezembro de 2017 na região do experimento. Em termos de telas fotoseletivas, na literatura são encontrados trabalhos que mostram que o enriquecimento dos espectros de luz azul pode levar a um aumento de carbono assimilado que auxilia o crescimento dos frutos (MUPAMBI et al., 2018). Contudo, não foram verificadas efeitos da ChromatiNet® azul no aumento do calibre dos frutos no experimento realizado em ‘Maxi Gala’. Em estudos realizados em videiras cobertas com telas fotoseletivas amarela (20 a 30% de sombreamento) Shahak et al. (2008) constatou o efeito fotoseletivo no dimensionamento dos frutos, mesmo sob baixa carga de frutos, quando a atividade de fotossíntese do dossel não era limitante. O efeito estimulante da tela amarela em culturas frutíferas, pode estar relacionado, pelo menos em parte, à indução de níveis aumentados de giberelina bioativa (GA) previamente demonstrado ser induzido por iluminação verde suplementar (WANG e FOLTA, 2013).

Tabela 13- Calibres de frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotoseletivas, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo ‘Mark IV’, com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos produtivos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	<80*			90 a 100			110 a 120			135 a 165			≥180		
													%		
	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média
Pleno Sol	3,8bA	0,0aB	1,9	25,0aA	3,8aB	14,4	36,0aA	24,0aB	30,0	27,3	63,0	45,1a	8,0aB	9,3bA	8,6
Amarela	9,5aA	0,0aB	4,8	28,0aA	2,0aB	15,0	37,8aA	14,5bB	26,1	20,8	51,8	36,3b	4,0aB	31,8aA	17,9
Preta	6,3aA	0,0aB	3,1	30,3aA	0,5bB	15,4	39,3aA	5,8cB	22,5	21,0	44,5	32,8b	3,3aB	49,3aA	26,3
Pérola	8,0aA	0,0aB	4,0	32,0aA	1,3bB	16,6	35,8aA	9,8cB	22,8	20,8	47,3	34,0b	3,5aB	41,8aA	22,6
Azul	4,0bA	0,3aB	2,1	28,3aA	0,5bB	14,4	40,5aA	7,0cB	23,8	23,5	45,3	34,4b	3,8aB	47,0aA	25,4
Vermelha	4,3bA	0,0aB	2,1	25,5aA	0,8bB	13,1	35,5aA	10,0cB	22,8	28,5	46,3	37,4b	6,3aB	43,0aA	24,6
Mista	1,3cA	0,0aB	0,6	19,8aA	2,0aB	10,9	40,5aA	14,0bB	27,3	32,5	56,3	44,4a	6,0aB	27,8aA	16,9
Média	5,3	0,0		27,0	1,5		37,9	12,1		24,9B	50,6A		5,0	35,7	
CV (%)	24,5	13,2		32,9	10,2		5,3	24,9		11,6	9,8		35,1	19,5	

* I – frutos com calibre ≤ a 80 (com peso ≥ 212, 50 g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando entre 171,50 e 211,49 g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando entre 141,50 e 171,49 gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando entre 104,50 e 141,49 g); V- frutos com calibre ≥ 180 (com peso ≤ 104,0 g). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

A utilização das telas antigranizo, independentemente da coloração, não influenciou o diâmetro de macieiras ‘Maxi Gala’, durante o ciclo 2016/2017. Por outro lado, na safra de 2017/2018 os diâmetros dos frutos colhidos sob as telas, com exceção da ChromatiNet® amarela, foram menores que o da área a pleno sol. Para esta mesma variável, observa-se que na safra anterior os frutos apresentaram um maior diâmetro, dada a menor carga de frutos neste ciclo. Em relação ao comprimento dos frutos, nota-se que a ChromatiNet® amarela apresentou um menor comprimento no primeiro ano e maior no segundo (Tabela 14). Para a relação comprimento/diâmetro dos frutos observa-se que as telas ChromatiNet® Leno azul e ChromatiNet® vermelha, apresentaram maiores valores diferindo apenas da área a pleno sol. Segundo Hawerroth et al. (2010), a relação comprimento/diâmetro dos frutos próxima a 1,0 indica que os frutos apresentam formato arredondado, enquanto que relações inferiores a 1,0 indicam que os frutos se apresentam mais achatados. Contudo, o formato do fruto está fortemente relacionado à temperatura, nas 2 a 3 semanas após a floração, com temperaturas baixas (em torno de 15° C) favorecendo a elongação dos frutos e temperaturas altas, a formação de frutos mais achatados (FIORAVANÇO e DOS SANTOS, 2013).

As condições climáticas da região dos Campos de Cima da Serra favorecem a formação de frutos mais achatados, como pode ser observado nos dados apresentados na Tabela 14, no qual os valores da relação comprimento/diâmetro são inferiores a 1,0. Outro fator que interfere no formato é o número de sementes contido nos frutos (TROMP e WERTHEIM, 2005). No entanto, o uso da tela antigranizo não influenciou no número de sementes por fruto. Com esses resultados, comprova-se que a polinização de abelhas não é comprometida pelo uso de telas antigranizo no sistema do tipo ‘capela’ adaptado, utilizado no experimento. Já que não houve alterações significativas entre as telas antigranizo avaliadas e a área a pleno sol. Discordando dos resultados encontrados por Leite et al. (2002), no qual afirma que a utilização de telas antigranizo pode ser um empecilho as atividades das abelhas, o que consequentemente afeta a polinização.

Tabela 14- Tamanho (diâmetro médio e comprimento médio), relação comprimento/diâmetro e número de sementes nos frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Diâmetro médio (cm)			Comprimento médio (cm)			Comp./Diam.			Nº de sementes		
	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média
Pleno Sol	70,0aA	65,7aB	67,8	65,5bA	63,1aA	64,3	0,94	0,96	0,95b	6,6	4,6	5,6ns
Amarela	71,1aA	64,2aB	67,7	67,5bA	62,2aB	64,9	0,95	0,97	0,96b	6,1	4,8	5,5
Preta	71,1aA	62,0bB	66,5	68,1aA	59,8bB	64,0	0,96	0,97	0,96b	7,1	5,0	6,0
Pérola	71,5aA	62,4bB	67,0	68,2aA	59,9bB	64,0	0,95	0,96	0,96b	6,1	4,8	5,5
Azul	70,9aA	61,9bB	66,4	67,3aA	61,0bB	64,1	0,95	0,98	0,97a	6,2	4,5	5,3
Vermelha	70,4aA	62,1bB	66,3	67,8aA	60,8bB	64,3	0,96	0,98	0,97a	6,3	5,0	5,6
Mista	69,6aA	62,6bB	66,1	66,1aA	60,7bB	63,4	0,95	0,97	0,96b	6,1	4,9	5,5
Média	70,7	63,0	67,2	61,1		0,95B	0,97A			6,3A	4,8B	
CV (%)	1,7	2,0	2,07	2,5		1,2	1,3			8,8	15,5	

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

3.3.2.4 Qualidade físico-química na colheita e após o armazenamento

A firmeza de polpa dos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ colhidos no ciclo 2016/2017 foram semelhantes naqueles colhidos sob as telas mista, preta, ChromatiNet® pérola e área a pleno sol. Sendo estas firmezas superiores aos dos frutos colhidos sob a tela antigranizo ChromatiNet® azul, ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha (Tabela 15). Solomakhin e Blanke, (2010) observou que a firmeza de polpa de maçãs "Fuji" e "Pinova" cultivadas sob tela verde-preta e vermelha-preta foram menores do que daquelas cultivadas sob vermelha-branca. Para muitos autores a menor firmeza de polpa encontrada nos frutos cobertos com tela antigranizo é atribuída a redução da luz sob as plantas cultivadas neste tipo de sistema, onde as condições de sombreamento contribuem para uma má formação da parede celular e a um maior influxo de água nas células do córtex do fruto (DUSSI et al., 2005; AMARANTE et al., 2011). Contudo, esta hipótese não cabe aos dados de firmeza de polpa dos frutos colhidos sob a ChromatiNet® azul, ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha do presente estudo, a qual esta redução foi verificada apenas na primeira safra. Na safra seguinte não foram encontradas diferenças significativas para a firmeza de polpa dos ambientes avaliados (Tabela 15). Isto ocorre porque mudanças na qualidade interna dos frutos sob telas antigranizo são mais influenciadas pelas condições ambientais de um ciclo do que da utilização de diferentes cores de tela (STAMPAR et al., 2002; MUPAMBI et al., 2018). Além disso, diversos autores mostram que a redução da firmeza de polpa dos frutos pela utilização de tela antigranizo é dependente do sistema de manejo das plantas, safra agrícola e condições edafoclimáticas do local (Amarante et al., 2012).

Outro índice de colheita que também interfere na qualidade do fruto é o conteúdo de SS, que está relacionado com os teores de açúcares. No primeiro ciclo, todas as telas antigranizo apresentaram o conteúdo de SS inferiores à área a pleno sol. Porém quando se compara o conteúdo de SS entre telas, observa-se que as telas mista e ChromatiNet® azul foram inferiores a todas as outras telas avaliadas. Segundo Amarante et al. (2012) frutos de macieiras sob cobertura de tela antigranizo, podem apresentar redução no teor de sólidos solúveis (SS), uma vez que o sombreamento pode comprometer a fotossíntese, reduzindo assim o acúmulo de carboidratos nos frutos. Na safra 2017/2018 o conteúdo de SS da área a pleno sol foi superior aos das telas ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® pérola, preta e mista. Estes resultados confirmam os reportados por vários autores que trabalharam com telas antigranizo de diferentes colorações, e encontraram influência do sombreamento na redução do conteúdo de SS (AMARANTE et al., 2011; DUSSI et al., 2005; SOLOMAKHIN e

BLANK, 2010). Entre as telas fotoseletivas do grupo ChromatiNet® as que apresentaram menores conteúdos de SS foram a ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® pérola, sendo inferior a ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® azul. Este maior valor de SS verificados sob a ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® azul, pode ser justificado pelos maiores valores de fotossíntese encontrados sob elas (Figura 6).

Verificou-se efeito significativo das telas antigranizo no índice de degradação do amido em maçãs ‘Maxi Gala’ nas safras 2016/2017 e 2017/2018 (Tabela 15). No ano de 2017 foram verificados os maiores valores de índices de degradação do amido em relação a 2018, indicando que os frutos do primeiro ano de estudo estavam num processo de maturação mais avançando que o segundo ano. Os teores de amido dos frutos colhidos sob tela mista foram semelhantes aos da área a pleno sol e inferiores as outras telas antigranizo avaliadas. Este índice está relacionado com o processo de maturação dos frutos, em que quanto mais madura a fruta, menor o conteúdo de amido e maior o de açúcares solúveis. O amido é hidrolisado em carboidratos solúveis durante o processo de amadurecimento da maçã e os açúcares resultantes são usados para respiração e docura (DOERFLINGER et al., 2015). Pelo processo de fotossíntese, os açúcares sintetizados nas folhas são polimerizados e armazenados nas frutas na forma de amido, e durante a maturação o amido que foi armazenado na polpa será hidrolisado e transformado em açúcares solúveis (GIRARDI et al., 2004).

A acidez titulável se manteve maior em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com ChromatiNet® amarela na safra 2016/2017, sendo superior ao tratamento controle e as outras telas (Tabela 15). Valores intermediários de AT foram observados nos frutos colhidos sob as telas preta e ChromatiNet® pérola. Em estudos realizados por Stampar et al. (2001), não foram verificadas diferenças no conteúdo de ácido málico de "Jonagold" cobertas com telas preta e branca em relação ao controle. Segundo Girardi et al., (2004) durante o crescimento e a diferenciação da fruta, ocorre um acúmulo de ácidos, sendo o málico o principal ácido encontrado na maçã. Com o processo de maturação, o seu conteúdo de sólidos solúveis no fruto começa a diminuir, e esta redução vai continuando durante o processo de armazenamento.

Tabela 15- Qualidade físico-química dos frutos na colheita, em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, durante os ciclos vegetativos 2016/2017 e 2017/2018, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Firmeza de polpa (N)			Sólidos Solúveis (°Brix)			Iodo-amido (1-9)			Acidez Titulável%.....
	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017	2018	Média	2017
Pleno Sol	65,9aA	61,0aB	63,5	12,4aA	11,2aB	11,8	8,3	5,3	6,8b	0,22c
Amarela	60,7bA	59,9aA	60,3	11,9bA	10,2bB	11,0	8,7	6,1	7,4a	0,32a
Preta	63,3aA	59,7aB	61,5	11,7bA	10,7bB	11,2	8,7	5,8	7,2a	0,26b
Pérola	63,0aA	61,9aA	62,5	11,9bA	10,4bB	11,1	8,6	5,5	7,0a	0,26b
Azul	59,8bB	63,1aA	61,5	11,5cA	10,8aB	11,2	8,7	5,6	7,2a	0,23c
Vermelha	62,0bA	60,5aA	61,2	11,8bA	11,0aB	11,4	8,7	6,4	7,6a	0,21c
Mista	64,2aA	63,1aA	63,7	11,4cA	10,6bB	11,0	8,6	4,6	6,6b	0,20c
Média	62,7	61,3		11,8	10,7		8,6A	5,6B		0,24
CV (%)	4,0	3,1		2,4	2,2		2,4	14,1		12,5

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas na linha, para uma mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Depois de transcorridas 120 dias em câmara fria (AA) a firmeza de polpa dos frutos armazenados foi maior naqueles sob tela preta e ChromatiNet® amarela, cujos valores de firmeza, foram 55,4 N e 54,2 N, respectivamente. Contudo, após sete dias em temperatura ambiente, simulando o tempo de prateleira, os resultados de firmeza de polpa obtidos não apresentaram diferenças significativas entre os frutos colhidos das telas antigranizo e da área a pleno sol (Tabela 16). Pesquisas indicam que maçãs com firmeza da polpa inferior a 53 N são consideradas farináceas, com suculência e crocância muito baixas, e normalmente rejeitadas pelos consumidores (HARKER et al., 2002). Assim, os frutos colhidos na área de estudo, após uma semana de prateleira não se encontram com firmeza de polpa aceitáveis pelo consumidor. O conteúdo de SS, na abertura das câmaras e após sete dias em temperatura ambiente, se manteve maior em frutos de macieiras da área a pleno sol. Segundo Amarante et al. (2011), a menor firmeza de polpa e conteúdo de SS, decorrente do uso de tela antigranizo, observado nos frutos de ‘Maxi Gala’, pode reduzir o potencial de armazenamento do fruto, já que esses índices estão relacionados com o processo de maturação. O sombreamento causado pelo uso de tela preta, mista, ChromatiNet® azul e ChromatiNet® vermelha reduziu a acidez titulável após 120 dias de armazenamento, quando comparada com o tratamento da área a pleno sol. Entretanto, após uma semana de prateleira a AT dos frutos não apresentaram diferenças entre os tratamentos.

Tabela 16- Atributos físico-químicos dos frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas, após armazenamento refrigerado, seguido de sete dias de vida de prateleira. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

Tratamento	Saída de câmara			Sete dias de vida de prateleira		
	Firmeza de polpa	Sólidos solúveis	Acidez titulável ⁽¹⁾	Firmeza de polpa	Sólidos solúveis	Acidez titulável
	(N)	(°Brix)	(% de ácido málico)	(N)	(°Brix)	(% de ácido málico)
Pleno Sol	56,8a	12,9a	0,31a	47,5ns	12,1a	0,27ns
Amarela	54,2a	12,1b	0,32a	46,3	11,4b	0,26
Preta	55,4a	12,2b	0,30b	48,5	11,6b	0,26
Pérola	51,8b	12,3b	0,31a	44,3	11,8b	0,26
Azul	50,2b	11,8b	0,29b	44,4	11,2b	0,24
Vermelha	52,8b	12,1b	0,30b	45,7	11,6b	0,25
Mista	51,4b	11,8b	0,29b	47,2	11,2b	0,24
Médias	53,4	12,2	0,30	46,3	11,6	0,26
CV(%)	5,0	3,0	4,4	5,6	2,8	4,7

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Como esperado, a firmeza de polpa dos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ foi inferior após 120 dias de armazenamento em atmosfera do ar no ciclo 2016/2017 (Tabela 17), em que a alta firmeza constatada no período da colheita pode ser justificada pela quantidade de amido e açúcares acumulados na fruta (LOMBARDI et al., 2000). Porém, a diminuição da firmeza da fruta durante o amadurecimento também é atribuída a modificações e à degradação dos componentes da parede celular, tais como celulose, hemiceluloses e pectinas (HOPKINS; HUNER, 2004). Todos os tratamentos avaliados tiveram a maturação pós-colheita das maçãs aceleradas durante o armazenamento, contudo quando se compara a perda de firmeza ocorrida entre a firmeza de polpa realizada durante a colheita e a saída de câmara, assim como após sete dias em temperatura ambiente, não foi afetada pelo uso de tela antigranizo, não sendo observadas diferenças entre os frutos dos ambientes (Tabela 17).

Tabela 17- Perda de firmeza dos frutos de macieiras ‘Maxi Gala’, em função do tempo de armazenamento e das cores de tela antigranizo fotoseletiva. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

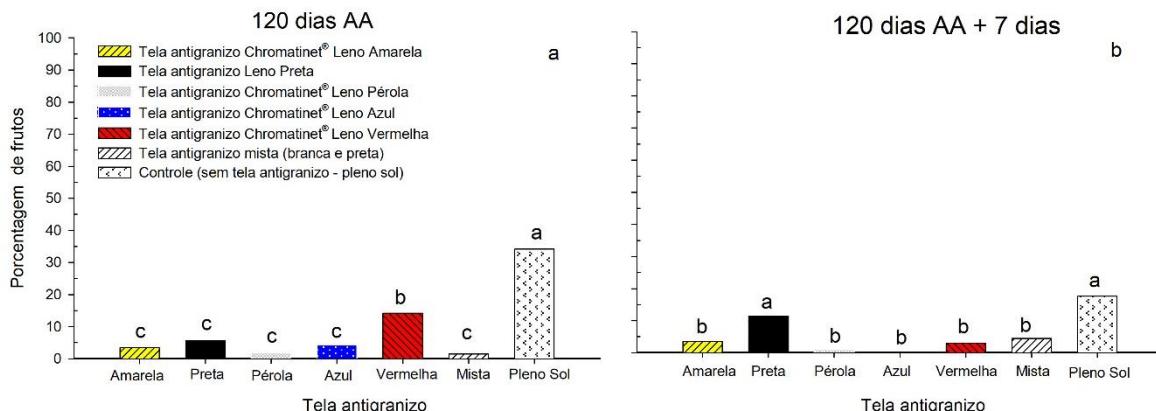
Tratamento	Colheita x saída de câmara fria	Saída de câmara x 7 dias de vida de prateleira
	N.....	
Pleno Sol	9,1ns	9,3ns
Amarela	6,6	7,9
Preta	7,9	6,8
Pérola	11,2	7,6
Azul	9,6	5,8
Vermelha	9,2	7,1
Mista	12,8	4,1
Médias	9,5	6,9
CV (%)	26,3	32,7

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

A ocorrência de podridões, na saída da câmara foi maior nos frutos da área a pleno sol (Figura 9). Após sete dias de exposição à temperatura ambiente, a predominância de frutos com podridões foi verificada naqueles colhidos à pleno sol e sob tela antigranizo preta. No entanto, cabe ressaltar que a maior incidência de podridões nos frutos da área a pleno sol após o armazenamento é decorrente das lesões de granizo, ocorrida na área experimental.

Figura 9- Incidência de podridões nos frutos (a e b) de macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob tela antigranizo fotoseletivas, armazenados em atmosfera do ar durante 120 dias e após 7 dias em condições ambientais (simulando o tempo de ‘prateleira’). Monte alegre dos campos, RS, 2017.



Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

As lesões decorrentes da chuva de granizo favoreceram a manifestação de podridões nos frutos da área a pleno sol. Tendo em vista que, o rompimento das células na epiderme dos frutos, serviu como porta de entrada para infecção de alguns fungos causadores de podridões em pós-colheita de maçãs (MIEDES e LORENCE, 2004). Desta forma, a lesão formada na epiderme dos frutos pode torná-lo mais susceptível ao desenvolvimento de podridões durante o período de armazenamento. Entre as telas antigranizo, apenas ChromatiNet® vermelha teve a incidência de frutos com podridões semelhantes ao da área a pleno sol. Já nos frutos expostos a condição ambiente (7 dias de prateleira), apenas os colhidos sob as telas ChromatiNet® pérola e ChromatiNet® azul, tiveram menor incidência de podridões em relação a pleno sol (Figura 9).

Após o período de armazenamento, além das podridões, também foi encontrada frutos com rachadura peduncular, degenerescência de polpa, rachadura e murcha (Tabela 18). Quanto aos distúrbios avaliados, é possível observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos. De forma geral, a média total de frutos sadios na saída de câmara foi de 90,7 % e após sete dias de exposição foi de 88,9%, sendo o principal problema encontrado podridões nos frutos.

Tabela 18- Incidência (%) de distúrbios nos frutos em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoletivas, armazenados em atmosfera durante 120 dias, seguido de sete dias em temperatura ambiente. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

Tratamento	Rachadura peduncular	Degenerescência de polpa	Rachadura	Murcha
Pleno Sol	4,0ns	0,5ns	0,0ns	0,5ns
Amarela	4,5	2,0	0,0	0,0
Preta	0,5	2,5	0,5	0,5
Pérola	5,0	1,5	0,0	0,0
Azul	2,5	2,0	0,0	0,0
Vermelha	2,5	4,0	0,0	1,0
Mista	1,5	1,0	0,0	0,0
Médias	2,9	1,9	0,1	0,3
CV (%)	37,6	49,2	22,4	36,3

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

3.3.3 Incidência e avaliação de danos de granizo

Os resultados obtidos das avaliações de danos de granizo em macieiras ‘Maxi Gala’, mostraram que 75,3 % dos frutos colhidos na área do pomar sem cobertura com tela (área a pleno sol) estavam lesionados (Figura 10 e Tabela 19). A chuva de granizo ocorrida na área experimental durante a safra 2016/2017 também provocou a incidência de 19,3% de danos em frutos colhidos sob tela antigranizo. Os danos observados nos frutos colhidos sob tela antigranizo indicam que o sistema de cobertura do tipo capela, instalado no experimento, não é o mais recomendado para proteção das plantas contra este tipo de fenômeno climático. Havendo assim, uma necessidade de melhorias na instalação do sistema, evitando a passagem de granizo na abertura existente na entrelinha do pomar, em condições de chuva intensa (granizo) e ocorrência de vento.

Figura 10- Diferentes severidades de lesões nos frutos em macieiras ‘Maxi Gala’, provocadas por chuva de granizo durante a safra 2016/2017, em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Em relação ao tamanho mínimo e médio de lesões nos frutos, oriundas da chuva de granizo, não foram encontradas diferenças significativas (Tabela 19). Contudo, como já eram esperados, as maiores lesões foram observadas em frutos colhido da área a pleno sol (controle), sendo o tamanho máximo de lesão de 34,4 mm. Entre as telas antigranizo, o tamanho máximo de lesões foi encontrado nos frutos colhidos sob as telas mista e ChromatiNet® Leno vermelha (25,5 mm e 23,1 mm, respectivamente). No entanto é

importante destacar que essas duas telas que tiveram a maior incidência de frutos lesionados, encontram-se instaladas no final da linha de cultivo, indicando que dependendo da orientação do vento durante a chuva de granizo, as plantas cobertas com essas duas telas podem estar mais propícias a serem atingidas.

Dependendo da gravidade dos danos, o destino de comercialização dos frutos pode ser variável, ou seja, frutos com danos leves e sem abertura exposta podem ser classificados em categorias de qualidade inferior (PETRI et al., 2006) e ser comercializado *in natura*. No entanto, frutos com lesões maiores e abertas são destinados para fabricação de sucos e derivados na indústria. Bosco (2011), ao avaliar os danos de granizo em frutos de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ na safra 2010/2011, observou que a produção da área a céu aberto foi comprometida, tendo todos os frutos danificados destinados a indústria de suco. Frutos lesionados podem ter a qualidade físico-química comprometida e o armazenamento inviabilizado, independente da atmosfera utilizada. Além do que, as lesões podem servir como porta de entrada para diversos patógenos de pós-colheita, podendo então, interferir na sanidade de frutos não lesionados.

Tabela 19- Porcentagem de frutos danificados e diâmetro máximo, mínimo e médio de lesões provocadas por chuva de granizo nos frutos, em macieiras ‘Maxi Gala’ cultivadas sob telas antigranizo fotoseletivas. Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

Tratamento	Frutos com lesões		Diâmetro de lesões (mm)	
%....	Mínimo	Médio	Máximo
Pleno Sol	75,3a	1,5ns	6,0ns	34,4a
Amarela	14,0b	1,5	5,2	14,7c
Preta	16,1b	1,4	5,6	14,4c
Pérola	13,0b	1,6	5,9	15,5c
Azul	17,4b	2,2	5,8	15,9c
Vermelha	28,5b	1,2	5,1	23,1b
Mista	25,1b	1,7	6,8	25,5b
Média	27,1	1,6	5,8	20,5
CV (%)	45,5	38,0	15,1	26,8

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

3.4 CONCLUSÕES

A cobertura de pomares com tela antigranizo preta, ChromatiNet® azul e ChromatiNet® vermelha ocasionou uma redução no número de cachos florais, bem como no número de frutos por planta. O sombreamento causado pelo uso de ChromatiNet® azul reduziu a firmeza de polpa e o conteúdo de sólidos solúveis de macieiras ‘Maxi Gala’ no ciclo 2016/2017.

A severidade de “russetting” e dano de sol em macieiras ‘Maxi Gala’ foi reduzida pela cobertura das plantas com tela antigranizo.

O emprego de telas pretas e das fotoseletivas ChromatiNet® (pérola, vermelha e amarela) reduziu a coloração vermelha da epiderme dos frutos nas classes de maior coloração.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais regiões produtoras de maçã no Brasil possuem características climáticas que beneficiam a produção e a qualidade dos frutos. No entanto, essas regiões de altitude são atingidas frequentemente por precipitações de granizo que trazem danos substanciais à produção. O aumento da ocorrência de granizo, requer o uso de medidas que minimizem os prejuízos ocasionados aos pomares, sendo as telas antigranizo a alternativa mais usual do sistema de produção da maçã. Em adição a função básica - proteção aos danos causados pela frequente ocorrência de granizo - as telas antigranizo fotoseletivas surgiram com o objetivo de modificar a qualidade da luz transmitida ao dossel, promovendo benefícios às respostas fisiológicas e aumentando a eficiência de processos dependentes de luz. No entanto, o uso desta técnica pode reduzir a radiação solar incidente, comprometendo a fotossíntese e afetando fatores ambientais (principalmente a temperatura e umidade relativa do ar, além da qualidade e quantidade da radiação). O sombreamento, gerado pelo uso da tela antigranizo reflete diretamente na produção e qualidade dos frutos, e ainda podendo modificar o desenvolvimento/crescimento vegetativo.

A data de implantação das telas antigranizo utilizada no experimento foi em agosto de 2016. Sabe-se que as respostas das plantas ao sistema de cobertura do pomar com telas antigranizo se dão de médio a longo prazo, e isso pode ter comprometido nos resultados obtidos nos ciclos avaliados. Outro fator que pode ter interferido nos resultados é a idade das plantas. Por se tratarem de plantas jovens e com arquitetura ainda em formação, permitem maior entrada de luz no interior do dossel, favorecendo a síntese de pigmentos responsáveis pela coloração do fruto e consequentemente, uma maior qualidade dos mesmos.

Nos trabalhos realizados com a macieira ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo não foram realizadas avaliações específicas para mensuração do ataque de pragas e doenças, sendo apenas verificado a incidência e severidade de MFG, em razão de que o programa de tratamentos fitossanitários adotado preconiza o controle de pragas e doenças dentro de limites de aceitação comercial. Porém, na execução destes trabalhos observaram-se indícios de que a eficiência dos tratamentos fitossanitários nas plantas tenha sido comprometida pelo uso de tela antigranizo, devido ao aumento do dossel vegetativo.

Frente aos resultados encontrados neste trabalho, fica evidente que a cultura da macieira necessita de práticas culturais eficientes no controle do desenvolvimento/crescimento vegetativo, tornando-se uma necessidade do setor produtivo. Neste propósito, são necessários mais estudos nesta linha de pesquisa buscando o aperfeiçoamento do manejo, de forma a

controlar outros atributos que indiretamente comprometem o resultado final, consistindo-se em um interessante objeto de estudo em pesquisas futuras. Além disso, têm-se uma necessidade desta tecnologia ser devidamente disponibilizada ao setor produtivo. O uso de alternativas que visam aumentar a disponibilidade e a qualidade de luz que chega ao interior do dossel e aos frutos, tais como a utilização de *mulching* refletivo, aplicação de reguladores de crescimento e poda verde, podem minimizar os prejuízos do sombreamento ocasionado pelas telas antigranizo. O presente trabalho traz informações relevantes ao cenário pomicultor da região Sul do Brasil, em relação ao emprego das telas antigranizo. No entanto, são dados preliminares que mostram apenas diferenças entre ciclos produtivos, os quais podem ser provenientes das condições climáticas entre os anos, e também do manejo dado ao pomar onde o experimento foi realizado. Para tanto, estudos futuros nesta linha de pesquisa tornam-se fundamentais, podendo-se direcionar para temas não contemplados nessa dissertação, como interferência das telas antigranizo na qualidade de gemas, conteúdo de antioxidantes foliares, entre outras análises e temáticas específicas.

REFERÊNCIAS

ABDEL-GHANY, A. M.; AL-HELAL, I. M. Analysis of solar radiation transfer: A method to estimate the porosity of a plastic shading net. **Energy Conversion and Management**, [United Kingdom], v. 52, p. 1755-1762, Out. 2011.

ABDEL-GHANY, A. M., AL-HELAL, I.M. Characterization of solar radiation transmission through plastic shading nets. **Solar Energy Materials Solar Cells**, [S.l.], v. 94, p.1371–1378, Aug. 2010.

ADAMS, S., ALLEN, T., WHITELAM, G.C. Interaction between the light quality and flowering time pathways in *Arabidopsis*. **The Plant Journal**, [S.l.], v.60, p.257-267, Out. 2009.

ALVES, S. A. M.; NICKEL, O.; FAJARDO, T. V. M. **Vírus latentes aumentam a suscetibilidade de macieira cv. Maxi Gala à mancha foliar de Glomerella**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2016. 7 p. (Comunicado técnico, 188).

AMARANTE, C. V. T.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C.A. Cultivo de macieira em ambiente protegido. In: CHAVARRIA, E.; SANTOS, H.P. (Eds.). **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília: Embrapa, 2012. p.75-104.

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, p.79-85, Mar. 2011.

AMARANTE, C. V. T. et al. Disponibilidade de luz em macieiras ‘Fuji’ cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 664-670, set. 2009.

AMARANTE, C. V. T. et al. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras ‘Royal Gala’ cobertas com telas antigranizo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.925-931, jul. 2007.

ANDREWS, H., JOHNSON, P. Physiology of sunburn development in apples. **Good Fruit Grower**, [S.l.], p.33–36, Jan. 1996.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA MAÇÃ 2015. Santa Cruz do Sul: **Gazeta**, 2015. 72p.

ARAYA, T. et al. Effects of carbohydrate accumulation on photosynthesis differ between sink and source leaves of *Phaseolus vulgaris* L. **Plant Cell Physiology**, [Oxford], v.47, p.644–652, May 2006.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.853-862, jul./ago. 2001.

AWAD, M. A.; WAGENMAKERS, P. S.; JAGER, A. de. Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of ‘Jonagold’ apples. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.88, p.289-298, May 2001.

BALDIN, B. M. S. **Intensidade de Mancha de Glomerella em macieira com aplicação de inibidores da síntese e ação do etileno.** 2014. 62p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

BASILE, B. et al. Regulation of the vegetative growth of kiwifruit vines by photo-selective anti-hail netting. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.172, p.300-307, June 2014.

BASILE, B. et al. Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.141, p.91–97, June 2012.

BASILE, B. et al. Use of photo-selective nets for hail protection of kiwifruit vines in Southern Italy. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.770, p.185–192, June 2008.

BASSO, C. Distúrbios Fisiológicos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira.** Florianópolis: Epagri, 2006. p. 609- 636.

BASTÍAS, R. M.; MANFRINI, L.; GRAPPADELLI, L. C. Exploring the potential use of photo-selective nets for fruit growth regulation in apple. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v.72, p. 224-231, Apr. /June 2012a.

BASTÍAS, R. M.; CORELLI-GRAPPADELLI, L. Light quality management in fruit orchards: Physiological and technological aspects. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v.72, p.574-581, Oct. /Dec. 2012b.

BASTÍAS, R.M. et al. Effects of photoselective nets on phenolic composition in apple fruits. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n. 939, p.77–83, Nov. 2012c.

BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira: teste iodo amido.** Florianópolis: EMPASC, 1985. 6p.

BEPETE, M.; LAKSO, A. N. Differential effects shade on early-season fruit and shoot growth rates in "Empire" apple. **HortScience**, [S.l.], v.33, p.823-825, Aug. 1998.

BERLATO, M. A.; MELO, R.W.; FONTANA, D. C. Risco de ocorrência de granizo no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, p.121-132, Set. 2000.

BLANKE, M. M. The structure of coloured hailnets affects light transmission, light spectrum, phytochrome and apple fruit colouration. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.817, Feb. 2009.

BLANKE, M. M. Alternatives to reflective mulch cloth (ExtendayTM) for apple under hail net? **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.116, p.223–226, dez. 2008.

BOGO, A. et al. The effect of hail protection nets on Glomerella leaf spot in 'Royal Gala' apple. **Crop Protection**, [S.l.], v.31, p.40-44, Jan. 2012a.

BOGO, A. et al. Effect of hail protection nets on apple scab in 'Royal Gala' and 'Fuji' apple cultivars. **Crop Protection**, [S.l.], v.38, p.49-52, Aug. 2012b.

BOGO, A. et al. Dinâmica temporal da mancha foliar da 'Gala' em macieiras conduzidas sob os sistemas de produção convencional e orgânico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p. 466-470, fev. 2010.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; BLEICHER, J. Doenças da Macieira: mancha Foliar da Gala. In: EPAGRI. **A Cultura da Macieira**. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 548-555.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. **Doenças da Macieira**. São Paulo: BASF, 1998.

BOSCO, L. C. et al. Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, [S.l.], v.59, p.773-782, July 2014.

BOSCO, L. C. et al. **Tela antigranizo sobre pomares de macieira em Vacaria, RS**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2013. 8p. (Comunicado técnico, 144).

BOSCO, L. C. Alterações microclimáticas causadas por cobertura antigranizo e efeitos sobre o desenvolvimento e produção de macieiras. 2011. 223p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BRACKMANN, A. et al. Condições de atmosfera controlada para o armazenamento de maçãs ‘Royal Gala’ de diferentes tamanhos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.1049-1053, set./out. 2005a.

BRACKMANN, A. et al. Consequência da umidade relativa durante o armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada na qualidade da maçã ‘Gala’. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.1197-1200, set. /out. 2005b.

BRACKMANN, A.; ARGENTA, L. C.; MAZARO, S. M. Concentrações de O₂ e CO₂ na qualidade de maçãs (*Malus domestica* Bork) cv. Gala, armazenadas a 0,5° e 2,5°C. **Revista Brasileira de Agrociência**, [Pelotas], v.2, p.51-56, jan. / abr. 1996.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Efeito do carbaryl sobre o “russeting” da maçã (*Malus domestica* Borkh.), cultivares ‘Gala’, ‘Fuji’ e ‘Golden Delicious’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p.580-583, dez. 2001.

CARVALHO, R.F.; TAKAKI, M.; AZEVEDO, R.A. Plant pigments: the many faces of light perception. **Acta Physiologiae Plantarum**, [S.l.], v.33, p.241-248, Mar. 2011.

CASTELLANO, S. et al. Plastic nets in agriculture: a general review of types and applications. **Applied Engineering in Agriculture**, [S.l.], v. 24, p.799-808, Aug. 2008.

CASTELLANO, S., RUSSO, G., SCARASCIA MUGNOZZA, G. The influence of construction parameters on radiometric performances of agricultural nets. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.718, p. 283–290, Oct. 2006.

CERA, J. C. et al. Dano por granizo na cultura da soja em condições de lavoura: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [São Paulo], v.31, p.211-217, abr. /jun. 2016.

CERDAN, P. D., CHORY, J. Regulation of flowering time by light quality. **Nature**, [S.l.], v. 423, p.881-885, June 2003.

CHAVARRIA, G. et al. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, p.477-482, dez. 2007.

CHEN, K.; HU, G.Q.; LENZ, F. Training and shading effects on vegetative and reproductive growth and fruit quality of apple. **Gartenbauwiss**, [S.l.], v. 62, p.207–213, Sep. /Oct. 1997.

COLDEBELLA, M. C. **Rendimento e qualidade de frutos em macieiras cobertas com diferentes telas antigranizo na região de Vacaria, RS**. 2015. 69p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

CAMPOSTRINI, E. **Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas**. [S.l.], 1997. Disponível em <<http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/CENTRO pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

CURRY E.A. **Golpe de sol: la experiencia norteamericana**. [S.l.:s.n.], 1996. p. 64-74.

DE PAULA, A.V. et al. Duração do período de molhamento foliar em pomares de macieira em céu aberto e sob tela antigranizo, em Vacaria-RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, p.451-459, jun. 2012.

DOERFLINGER, F.C. et al. Variations in zonal fruit starch concentrations of apples – a developmental phenomenon or an indication of ripening? **Horticulture Research**, [S.l.] v. 2, p.1–9. Oct. 2015.

DUSSI, M.C. et al. Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. Fuji. **Spanish Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v.3, p.253-260, Mar. /May 2005.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofilas nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, p.39-45, jun. 1991.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, [online]. 2014, vol.38, n.2, p. 109-112. Disponível en: ISSN 1413-7054.

FIORAVANÇO, J. C.; DOS SANTOS, R. S (Ed.). **Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2013. 239p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

FOLTA, K.M., CARVALHO, S.D. Photoreceptors and control of horticultural plant traits. **HortScience**, [S.l.], v.50, p.1274–1280, Sept. 2015.

FUKUDA, N. Advanced light control technologies in protected horticulture: A review of morphological and physiological responses in plants to light quality and its application. **Journal of Developments in Sustainable Agriculture**, [S.l.], v. 8, p.32-40, Mar. 2013.

GANELEVIN, R. World-wide commercial applications of colored shade nets technology (ChromatiNet®). **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.770, p. 199-204, June 2008.

GARDNER, R. A. W.; FLETCHER, C. A. Hail protection systems for deciduous fruit trees. **Deciduous Fruit Grower**, [Cape Town], v.40, p.206-212, June 1990.

GINDABA, J., WAND, S. J. E. Do fruit sunburn control measures affect leaf photosynthetic rate and stomatal conductance in 'Royal Gala' apple? **Environmental and Experimental Botany**, [S.l.]. v.59, p.160–165, Mar. 2007.

GIRARDI, C. L.; NACHTGALL, G. R.; PARUSSOLO, A. **Fatores pré-colheita que interferem na qualidade da fruta. Maçã: pós-colheita.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. (Frutas do Brasil, 39).

GONZALEZ-TALICE, J.; YURI, J. A.; DEL POZO, A. Relations among pigments, color and phenolic concentrations in the peel of two Gala apple strains according to canopy position and light environment. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.151, p.83-89, Feb. 2013.

GRIMM, A. M. **O processo de formação de nuvens e chuva.** Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Emerson/Texto_Precipitacao.pdf> Acesso em: 21 de nov. de 2017.

HARKER, F. R. et al. Sensory interpretation of instrumental measurements 1: texture of apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, [S.l.], v.24, p.225-239, Apr. 2002.

HAWERROTH, F. J. et al. Épocas de aplicação de proexadione cálcio no controle do desenvolvimento vegetativo de macieiras 'Imperial Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, p.957-963, dez. 2012.

HAWERROTH, F.J. **Uso de fitorreguladores para controle do desenvolvimento vegetativo e aumento da frutificação de macieira e pereira.** 2010. 158p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general.** 1.ed. Madri: Mundi-Prensa, 1993. 983p.

HISCOX, J. D. AND ISRAELSTAM, G. F. A method the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, [S.l.]. v.57, p.1332-1334, June 1979.

HOPKINS, W. G.; HUNER, N.P.A. **Introduction to Plant Physiology**. 3ed. [S.l.: s.n.]. 2004.

HUNSCHE, M.; BLANKE, M. M.; NOGA, G. Does the microclimate under hail nets influence micromorphological characteristics of apple leaves and cuticles? **Journal of Plant Physiology**, [S.l.], v.167, p. 974–980, Aug. 2010.

IBGE. Produção agrícola municipal. Disponível em:
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=29&i=P>. Acesso em: 20 nov. 2017.

IGLESIAS, I.; ECHEVERRIA, G.; SORIA, Y. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight ‘Gala’ apple strains. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.119, p.32–40, Dec. 2008.

IGLESIAS, I.; ALEGRE, S. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of ‘Mondial Gala’ apples. **Journal of Applied Horticulture**, [S.l.], v.8, p.91-100, July/Dec. 2006.

JAKOPIC, J., STAMPAR, F., VEBERIC, R., The influence of exposure to light on the phenolic content of ‘Fuji’ apple. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.123, p.234–239, Dec. 2009.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, [S.l.], v.40, p.99-104, May 1986.

KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Manejo das doenças de verão da macieira no sul do Brasil. In: STADNIK, M. J. (ed.) **Manejo integrado de doenças da macieira**. Florianópolis: UFSC, 2009. p.45-64.

KLANOVICZ, J. Chuvas de granizo e desastre nos pomares de maçã catarinenses: produzindo uma agricultura de risco. **Revista Esboços**, Florianópolis, v.20, p.67-89, dec. 2013.

KONG, Y. ET AL. Response of photosynthetic parameters of sweet pepper leaves to light quality manipulation by photoselective shade nets. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n. 956, p.501–506, Oct. 2012.

KOWATA, L. S. et al. Glomerella leaf spot in apple: validation of proposed diagrammatic scale and efficiency of fungicides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.1502-1508, jul. 2010.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. Plant physiological ecology. New York: Springer-Verlag, 1998. 540p.

LARCHER, W. Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups. Berlin: Springer, 1995. 514p.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; MONDARDO, M. Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.714-716, dec. 2002.

LIMA, M. C. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, p.45-50, jan. 2011.

LIN, C. Photoreceptors and regulation of flowering time. **Journal of Plant Physiology**, [S.l.], v.123, p.39-50, May 2000.

LOMBARDI, S. R. B.; MORAES, D. M.; CAMELATTO, D. Avaliação do crescimento e da maturação pós-colheita de pêras da cultivar Shinsseiki. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.2399-2405, dez. 2000.

LUCAS, D. D. P. et al. Escala diagramática de quantificação de dano causado por granizo em folhas de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, p.822-826, out. /dez. 2012.

MACHADO, E. C. et al. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1161-1170, dez. 2005.

MADEIRA, A. C. et al. A simple could-based energy balance model to estimate dew. **Agricultural and Forest Meteorology**, [S.l.], v.111, p.55-63, Mar. 2002.

MAGNAGO, R. F. et al. Incidência de desastres naturais em Santa Catarina de 2011 a 2013. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v.4, p.156- 175, abr./set. 2015.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de frutas**. BUAINAIN, A. M; BATALHA, M. O. (Coord.). Brasília: IICA: MAPA/SPA, 102 p. 2007. (Agronegócios; v. 7). Disponível em:

<http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/Cadeia_Produtiva_de_Frutas_S%C3%A9rie_Agroneg%C3%B3cios_MAPA.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

MARTINS, J. R. et al. Teores de pigmentos fotossintético e estrutura de cloroplastos de Alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.64-69, jan. /fev. 2010.

MCARTNEY, S. et al. Individual and combined effects of shading and thinning chemicals on abscission and dry-matter of 'Royal Gala' apple fruit. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, [S.l.], v.79, p. 441-448, Jan. 2004.

MENEZES, M. Aspectos Biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 3, p.170-179, 2006.

MIDDLETON, S.; MCWATERS, A. Hail netting of apple orchards: Australian experience. **Compact Fruit Tree**, [S.l.], v.35, p.51-55, Feb. 2002.

MONTEITH, J. L. Conservative behaviour in the response of crops to water and light. In: RABBINGE, R. (Ed.). **Theoretical production ecology**: reflections and prospects. [S.l.:s.n.], 1990. p.3-16.

MUPAMBI, G. et al. The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.236, p.60-72, Mar. 2018.

OREN-SHAMIR, M. et al. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, [S.l.], v.76, p.353-361, May 2001.

PETRI, J. L. et al. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

PETRI, J. L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, E. 048-056, out. 2011.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; CESA, J.D. Padronização e classificação da maçã. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p.733-743.

PRIVÉ, J. P.; FAVA, E.; CLINE, J.E.; BYL, M. Preliminary results on the efficacy of apple trees fruit with the growth retardant prohexadione calcium (Apogee) in the Eastern Canada. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.636, p.137-144, Apr. 2004.

RAJAPAKSE, N. C.; SHAHAK, Y. Light quality manipulation by horticulture industry. In: WHITELAM, G., HALLIDAY, K. (Eds.), **Light and Plant Development**, [S.l.: s.n.], 2007. p. 290–312.

RETAMALES, J. B. et al. Colored shading nets increase yields and profitability of high bush blueberries. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.770, p.193–198, June 2008.

SANHUEZA, R. M. V.; PROTAS, J. F. S.; FREIRE, J.M. **Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 164p.

SANHUEZA, R. M. V. **Características e controle de *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*), agente causal da mancha das folhas e frutos da macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. 16p. (Circular técnica, 25).

SANTOS, A. S; COELHO, J. S.; SOUZA, K. C. **Desenvolvimento de um instrumento automatizado para detectar granizo**. Trabalho de conclusão de curso Técnico em meteorologia, Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. Florianópolis, 2016.

SELAN, M. et al. Hail net cover, cultivar and pod size influence the chemical composition of dwarf French bean. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.175, p. 95–104, Aug. 2014.

SHAHAK, Y.; KONG, K.; RATNER, K. The wonders of yellow netting. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.1134, p.327-334, May 2016.

SHAHAK, Y. Photoselective netting: An overview of the concept, research and development and practical implementation in agriculture. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n. 1015, p.155–162, Jan. 2014.

SHAHAK, Y. et al. Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photoselective netting. **Acta Horticulturae** [S.l.], n.772, p.65–72, Aug. 2008a.

SHAHAK, Y. Photoselective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried in Israel. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.770, p.161–168, June 2008b.

SHAHAK, Y. et al. Color nets: A new approach for light manipulation in fruit trees. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.636, p.609–616, Apr. 2004.

SHARMA, S.; REHALIA, A. S.; SHMAR, S. D. Vegetative growth restriction in pome and stone fruits – A review. **Agricultural Reviews**, [New Delhi], v.30, p.13-23, Mar. 2009.

SILVA, M. W. **Crescimento e produtividade de *Heliconia psittacorum x H. spathocircinata* ‘Golden Torch’ cultivada sob diferentes condições de luminosidade no submédio Vale do São Francisco**. 2015. 79p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) - Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2015.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Can coloured hailnets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (colouration) and nutritional value (anthocyanin, vitamin C) of apple fruit? **Food Science and Technology**, [S.l.], v.43, p.1277-1284, Oct. 2010.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. The microclimate under coloured hailnets affects leaf and fruit temperature, leaf anatomy, vegetative and reproductive growth as well as fruit colouration in apple. **Annals of Applied Biology**, [S.l.], v.156, p.121-136, Dec. 2009.

SOLOMAKHIN, A.; BLANK, M. M. Coloured hailnets alter light transmission, spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction of apple. **Plant Growth Regulators**, [S.l.], v.56, p.211–218, Dec. 2008.

SOLOMAKHIN, A.; BLANK, M. M. Overcoming adverse effects of hailnets on microclimate and fruit quality by reflective mulch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v.87, p.2625-2637, Nov. 2007.

SOUZA, G. S. et al. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata schultz Bip. Ex Baker* (Guaco) cultivadas sob malhas coloridas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.1843-1854, mai. 2011.

STAMPAR, F. et al. Yield and fruit quality of apples cv. ‘Jonagold’ under hail protection nets. **Gartenbauwissenschaft**, [Berlin], v.67, p.205–210, Sept. 2002.

SZYMAŃSKA, R. et al. Physiological and biochemical responses to high light and temperature stress in plants. **Environmental and Experimental Botany**, [S.l.], v.139, p.165–177, July 2017.

TANNY, J. Microclimate and evapotranspiration of crops covered by agricultural screens: a review. **Biosystems Engineering**, [S.l.], v.114, p. 26-43, Jan. 2013.

TANNY, J. et al. The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.807, p.103–108, Jan. 2009.

TASSARA, M.A.; BATTAGLIA, M. Ensayo de una red plástica antigranizo en manzanos en el Alto Valle de Rio Negro. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, Firenze, v.86, p.375-384, June 1992.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

UMANZOR, C. et al. Influencia del uso de malla perla y roja en las condiciones microclimáticas, daño por sol y desarollo de color de frutos en huertos de manzanos cvs. Gala y Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.39, p. 1-13, mar. 2016.

WANG, Y.; FOLTA, K. M. Contributions of green light to plant growth and development. **American Journal of Botany**, [S.l.]. v.100, p.70–78, Jan. 2013.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using varius solvents wih spectrophotometers of different resolution. **Journal Plant Physiology**, [S.l.], v. 144, p. 307-313, Sept. 1994.

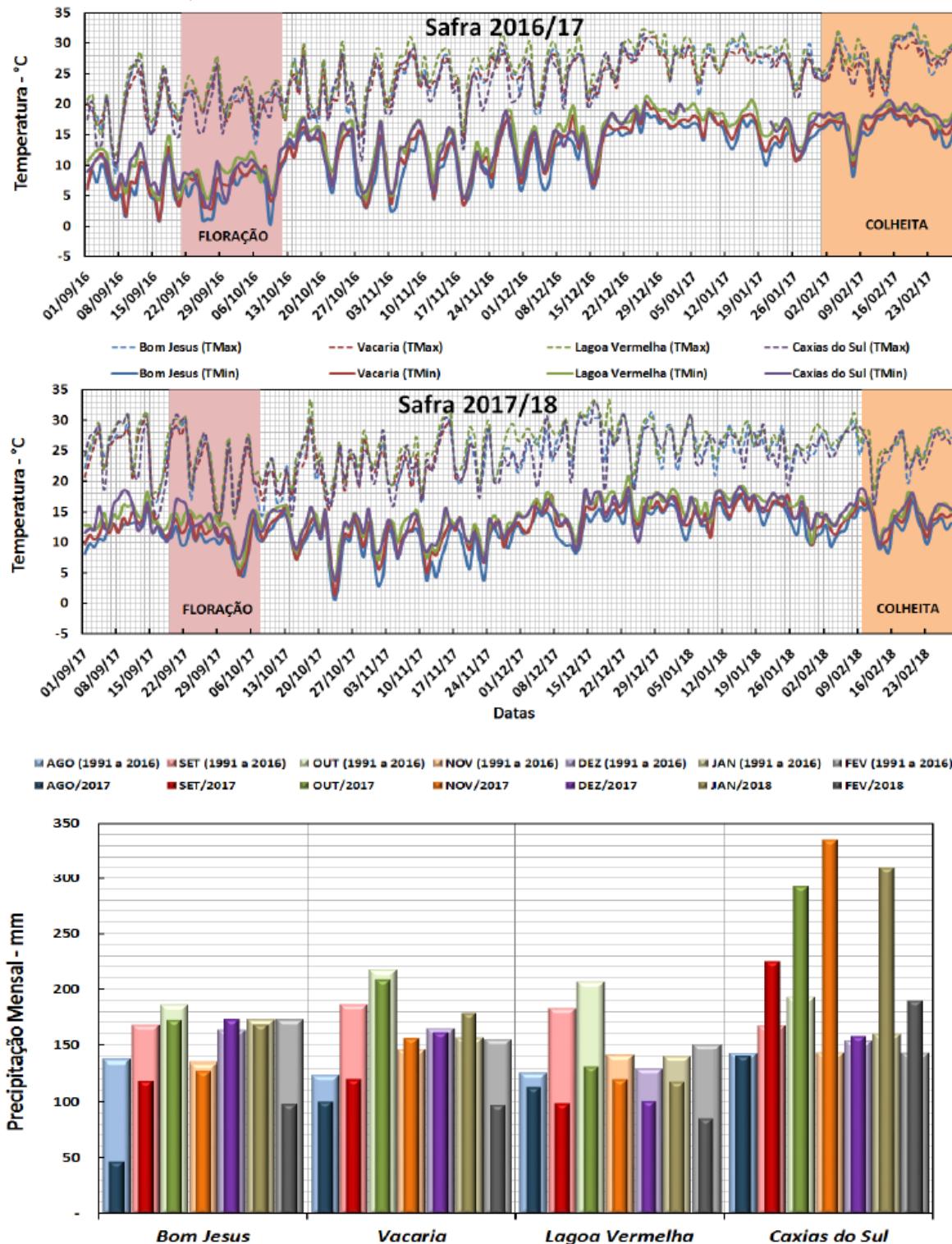
WIDMER, A. Light intensity and fruit quality under hail protection nets. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n. 557, p.421-426, July 2001.

YURI, H. M. **Gestão de risco de granizo pelo seguro e outras alternativas: estudo de caso em pomares de maçã de Santa Catarina**. 2003. 156p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ZIBORDI, M.; DOMINGOS, S.; CORELLI-GRAPPADELLI, L. Thinning apples by shading: an appraisal under field conditions. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, (ISAFRUIT special issue), v. 84, p.138-144, Sept. 2009.

ANEXOS

ANEXO A - Temperaturas médias, mínimas e máximas diárias e precipitação pluviométrica acumulada entre os dias 01 de setembro e 28 de fevereiro, nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18, em alguns municípios dos Campos de Cima da Serra, RS.



Fonte: Boletim Agroclimático da Embrapa, 2018.