

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**TELAS ANTIGRANIZO: CRESCIMENTO VEGETATIVO, PRODUTIVO E
QUALIDADE DE FRUTOS EM POMAR DE MACIEIRAS FUJI SUPREMA**

Danyelle de Sousa Mauta
Engenheira Agrônoma/UFC
Mestre em Produção Vegetal/UDESC

Tese apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Doutora em Fitotecnia
Área de concentração Sistemas de produção vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2023

Ficha catalográfica

CIP - Catalogação na Publicação

Mauta, Danyelle de Sousa
Telas antigranizo: Crescimento vegetativo,
produtivo e qualidade de frutos em pomar de macieiras
'Fuji Suprema' / Danyelle de Sousa Mauta. -- 2023.
122 f.
Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2023.

1. Malus domestica Borkh.. 2. Recobrimento da
epiderme do fruto. 3. Microclima. 4. Sombreamento . 5.
Vigor. I. Marodin, Gilmar Arduino Bettio, orient. II.
Título.

DANYELLE DE SOUSA MAUTA
Engenheiro(a) Agrônomo(a) - UFC
Mestre em (Produção Vegetal) - UDESC

TESE

Submetida como parte dos requisitos

Para obtenção do Grau de

DOUTOR (A) EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia

Faculdade de Agronomia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: (10/02/2023)
Pela Banca Examinadora

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Orientador(a)
UFRGS

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

BERNADETE RADIN
UFRGS

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de
Agronomia

BRUNO CARRA
INIA LAS BRUJAS

FERNANDO JOSÉ HAWERROTH
CNPUV

MATEUS GONZATTO
UFV

AGRADECIMENTOS

Em função desta pesquisa tive a oportunidade de conhecer pessoas incríveis, das quais compartilhamos conhecimentos e principalmente parcerias. 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 aos obstáculos encontrados no caminho e à minha família, em especial a minha mãe Ana Célia que sempre acreditou nas minhas potencialidades.

Aos colegas do grupo de pesquisa da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado- Leonardo Soldatelli, Maurício Vargas, Fabiana Wundrak, Brenda Ferreira, Rubens Cardoso, Lindomar Velho, Lorenzo Tissot e Eduarda Dorigatti- pela grande ajuda e crucial colaboração no desenvolvimento deste trabalho. Saibam que sem vocês a condução de todas as atividades e avaliações não seriam possíveis, e finalizar essa etapa com esta parceria significa muito para mim, pois foi onde aprendi a trabalhar em equipe e apreciei momentos descontraídos, que tornaram o processo mais leve.

Agradeço ao Dr. Fernando Hawerth, da Embrapa Uva e Vinho, pelo exemplo de profissional capacitado, conhecimento transmitido, sugestões, suporte, apoio constante e viabilização do experimento e, ao meu orientador Professor Dr. Gilmar Marodin, pela liberdade e confiança concedida na realização dos trabalhos. As amigas Caroline Rosa, Bibiana Nogueira, Jharine Xavier, Luana Garcia, Lidiane Olímpio, Marina Monteiro, Caroline Ruaro, Maitê Trojahn, Mayara Mauta e Sabryna Mauta que me apoiaram e deram grande suporte emocional ao longo dessa jornada, fazendo com que eu pudesse persistir até o fim do doutorado com coragem, determinação e foco, muito obrigada por ouvir meus desabafos e momentos de desespero.

Também deixo meus sinceros agradecimentos ao professor Lauri Radunz de estatística da UFRGS que ajudou a realizar as análises de agrupamentos hierárquicos dos experimentos, sempre muito gentil e disponível a sanar meus questionamentos e dúvidas. Ao professor Renar João Bender que disponibilizou o laboratório e equipamentos de Pós-Colheita da UFRGS para realização das análises de acidez titulável. Outro que jamais poderia ficar de fora, é ao professor Dr Fabiano Simões (*in memorian*) que disponibilizou a infraestrutura da UFRGS para as realizações de muitas atividades envolvendo o projeto, além de todos os conselhos, apoio, suporte e momentos descontraídos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos ao longo do curso de Doutorado em Fitotecnia e também a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelo ensino de qualidade, bem como a todos os professores, alunos de iniciação científica e colaboradores que direta e indiretamente estiveram ligados ao desenvolvimento do 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!

"Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário
que você veja toda a escada. Apenas
dê o primeiro passo."

Martin Luther King

TELAS ANTIGRANIZO: CRESCIMENTO VEGETATIVO, PRODUTIVO E QUALIDADE DE FRUTOS EM POMAR DE MACIEIRAS FUJI SUPREMA¹

Autor: Danyelle de Sousa Mauta
Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin

RESUMO

O uso de tela antigranizo em pomares de macieiras provoca uma redução dos níveis de luz incidente, podendo afetar o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas, comprometendo a qualidade dos frutos. Deste modo, objetivou-se com este estudo avaliar a caracterização dos efeitos de telas antigranizo no crescimento vegetativo, produtivo e qualidade de frutos de macieiras 'Fuji Suprema'. O estudo foi conduzido em duas áreas experimentais em um pomar comercial de macieiras, enxertadas em 'M9', localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS. Os experimentos, referem-se à cobertura das plantas com telas antigranizo fotosselativas em comparação com as convencionais (tratamento padrão) e uma área a pleno sol (sem tela antigranizo) em condições não irrigada e irrigada. No primeiro experimento, realizado durante os ciclos produtivos: 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 avaliou-se os seguintes tratamentos: 1) área a pleno sol; 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). No segundo experimento, realizado durante os ciclos produtivos: 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 foram avaliados os mesmos tratamentos do experimento 1, além da tela antigranizo branca. Em cada ciclo produtivo, foram realizadas avaliações de atributos de produtividade, de qualidade do fruto e de crescimento vegetativo. Macieiras 'Fuji Suprema' plantadas em área irrigada sofrem um menor impacto do uso de telas antigranizo do que as de área não irrigada. O uso de ChromatiNet[®] pérola em macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas em área não irrigada, é uma opção vantajosa para garantir rendimentos consideráveis, sem prejudicar os atributos de qualidade (cor e maturação) e por proporcionar um menor crescimento vegetativo das plantas. A ChromatiNet[®] pérola em área irrigada apresentou ramos de maior comprimento máximo em comparação com os outros ambientes avaliados.

¹ Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (122f.) fevereiro, 2023.

ANTI- HAIL NETS: VEGETATIVE GROWTH, PRODUCTION AND FRUIT QUALITY ATTRIBUTES IN 'FUJI SUPREMA' APPLE ORCHARD¹

Author: Danyelle de Sousa Mauta
Adviser: Gilmar Arduino Bettio Marodin

ABSTRACT

The use of anti-hail nettings in apple orchards reduces the incident light levels reaching the trees, affecting both the vegetative and reproductive growth of the plants and compromising fruit quality. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effects of hail nets on vegetative growth, yield, and fruit quality attributes in 'Fuji Suprema' apple orchards. The study was conducted in two experimental areas within a commercial apple orchard grafted onto the 'M.9' rootstock, located in Monte Alegre dos Campos, RS. The experiments compared the effects of covering plants with photo-selective anti-hail nets versus conventional nets (standard treatment) and an uncovered area (no netting), under both irrigated and non-irrigated conditions. In the first experiment, conducted during the 2016/2017 to 2020/2021 growing seasons, the following treatments were evaluated: 1) uncovered area (no netting); 2) yellow ChromatiNet[®]; 3) black anti-hail net (standard treatment); 4) pearl ChromatiNet[®]; 5) blue ChromatiNet[®]; 6) red ChromatiNet[®] and 7) mixed hail nets (black and white). In the second experiment, conducted during the production cycles of 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, and 2020/2021, the same treatments as in Experiment 1 were evaluated, along with the addition of the white hail net. In each production cycle, assessments were made of productivity attributes, fruit quality, and vegetative growth. Apple trees 'Fuji Suprema' planted in irrigated areas experience less impact from the use of hail nets compared to those in non-irrigated areas. The use of ChromatiNet[®] Pearl on 'Fuji Suprema' apple trees grown in non-irrigated areas is a beneficial option to ensure substantial yields without compromising quality attributes (color and ripeness) and by providing reduced vegetative growth of the plants. ChromatiNet[®] Pearl in irrigated areas showed branches with greater maximum length compared to the other evaluated environments.

¹ Doctoral Thesis in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (122p.) February, 2023.

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO..... 1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 3
2.1	Produção de maçã no Brasil..... 3
2.2	Precipitação de granizo..... 3
2.3	Estratégias adotadas na prevenção dos prejuízos causados por granizo..... 4
2.4	Tela antigranizo como alternativa de controle de danos por granizo..... 5
2.5	Telas antigranizo fotosseletivas..... 6
2.6	Efeitos das telas antigranizo..... 7
2.6.1	Condições ambientais..... 7
2.6.1.1	Temperatura..... 7
2.6.1.2	Umidade relativa do ar..... 8
2.6.1.3	Velocidade do vento..... 8
2.6.2	Radiação fotossinteticamente ativa..... 9
2.6.3	Qualidade da luz..... 10
2.6.4	Fotossíntese..... 11
2.6.5	Qualidade dos frutos..... 12
2.6.6	Crescimento e desenvolvimento vegetativo..... 13
3	MATERIAL E MÉTODOS..... 15
3.1	Localização, material vegetal e clima..... 15
3.2	Características das telas e desenho experimental..... 16
3.2.1	Experimento 1: Telas fotosseletivas em área não irrigada... 17
3.2.2	Experimento 2: Telas fotosseletivas em área irrigada..... 18
3.3	Condições meteorológicas da região no período experimental 18

	Página	
3.4	Ocorrência de precipitação de granizo na área experimental.....	20
3.5	Atributos de produtividade.....	20
3.6	Atributos de qualidade dos frutos.....	21
3.6.1	Distúrbios fisiológicos.....	21
3.6.2	Coloração da epiderme dos frutos.....	22
3.6.3	Tamanho e formato dos frutos.....	22
3.6.4	Qualidade físico-química.....	22
3.7	Atributos de crescimento vegetativo.....	24
3.8	Análise estatística.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1	Experimento 1: Telas fotosseletivas em área não irrigada.....	25
4.1.1	Atributos de produtividade.....	25
4.1.2	Atributos de Qualidade dos frutos.....	28
4.1.2.1	Distúrbios fisiológicos.....	28
4.1.2.2	Coloração da epiderme dos frutos.....	32
4.1.2.3	Tamanho e formato dos frutos.....	36
4.1.2.4	Qualidade físico-química.....	44
4.1.3	Atributos de crescimento vegetativo.....	48
4.2	Experimento 2: Telas fotosseletivas em área irrigada.....	58
4.2.1	Atributos de produtividade.....	58
4.2.2	Atributos de Qualidade dos frutos.....	61
4.2.2.1	Distúrbios fisiológicos.....	61
4.2.2.2	Coloração da epiderme dos frutos.....	64
4.2.2.3	Tamanho e formato dos frutos.....	69
4.2.2.4	Qualidade físico-química.....	76
4.2.3	Atributos de crescimento vegetativo.....	80
5	CONCLUSÕES.....	88
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
7	APÊNDICES.....	92
	REFERÊNCIAS	93

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Caracterização das áreas experimentais com telas antigranizo, localizado no município de Monte Alegre dos campos, RS.....	15
2. Número de frutos e massa de frutos por planta de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	27
3. Massa fresca média de frutos por planta de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020, em Monte Alegre dos Campos, RS.....	28
4. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de "russeting" em macieiras 'Fuji Suprema', em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	30
5. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de dano de sol em macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	31
6. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na coloração (h ⁰) de frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 E 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	33

	Página	
7	Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no recobrimento da epiderme dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	35
8.	Calibres de frutos, em macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo 'Mark IV', com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	39
9.	Comprimento médio dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	42
10.	Diâmetro médio dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	43
11.	Formato dos frutos (relação C/D) de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	43
12.	Número de sementes dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	44
13.	Firmeza de polpa e sólidos solúveis dos frutos na colheita, em macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	45

	Página
14. Índice iodo-amido dos frutos na colheita, em macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	47
15. Teores de ácido málico em frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	48
16. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa de ramos velhos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	49
17. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa de ramos novos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	50
18. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa média de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	50
19. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no número de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	51
20. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no comprimento máximo, mínimo e médio de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	52
21. Número de frutos por planta de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	58

	Página
22. Massa de frutos por planta de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	59
23. Massa fresca média de frutos por planta de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	60
24. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de 'russeting' em macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	62
25. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de dano de sol em macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	63
26. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no ângulo 'hue' (h°) dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	65
27. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no recobrimento da epiderme dos frutos (mais verdes) de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	66
28. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no recobrimento da epiderme dos frutos (mais vermelhos) de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	68

	Página
29. Calibres de frutos, em macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo ‘Mark IV’, com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	70
30. Comprimento médio dos frutos de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	73
31. Diâmetro médio dos frutos de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	73
32. Formato dos frutos (relação C/D) de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	75
33. Número de sementes dos frutos de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	76
34. Firmeza de polpa dos frutos na colheita, em macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	77
35. Sólidos solúveis (SS) dos frutos na colheita, em macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	78
36. Índice iodo-amido dos frutos na colheita, em macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	79

	Página
37. Teores de ácido málico em frutos de macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	80
38. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa de ramos velhos e novos de macieiras ‘Fuji Suprema’ em condições irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	81
39. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa média de ramos podados e número de ramos podados de macieiras ‘Fuji Suprema’ em condições irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	82
40. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no comprimento máximo, mínimo e médio de ramos podados de macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivada em área irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.....	84

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Área experimental de telas antigranizo na cultura da macieira, em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS. Adaptado do Google Earth®, 2022.....	17
2. Dados de precipitação pluviométrica mensal e temperaturas médias nas safras de 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20 e 2020/21 da estação automática A880 de Vacaria, RS.....	19
3. Danos provocados por granizo em folhas (A), ramos (B) e frutos (C) em pomar de macieiras ‘Fuji Suprema’ sem cobertura de tela antigranizo, no município de Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.....	20
4. Níveis de recobrimento da epiderme do fruto de maçãs ‘Fuji Suprema’ com ‘ <i>russeting</i> ’	21
5. Equipamentos utilizados para determinação de acidez total titulável: (a) Titulador automático TitroLine® easy; (b) Burette Digital Easy Calibration BRAND e pHmetro TEC-7 da TECNAL; (c) Bureta graduada e pHmetro DM-20 Digimed.....	23
6. Comparação de valores acumulados de crescimento vegetativo e produtivo de macieiras ‘Fuji Suprema’ em experimento com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. Monte alegre dos campos, RS.....	54
7. Dendrograma de cluster hierárquico da distância euclidiana para sete telas antigranizo instaladas em área não irrigada, pelo método de ligação completa, gerada com 14 caracteres de valores médios de cinco ciclos produtivos: (A) 2016/2017, (B) 2017/2018, (C) 2018/2019, (D) 2019/2020, (E) 2020/2021.	55

	Página
8. Comparação de valores acumulados de crescimento vegetativo e produtivo de macieiras 'Fuji Suprema' em experimento com telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. Monte alegre dos campos, RS.....	85
9 Dendrograma de cluster hierárquico da distância euclidiana para sete telas antigranizo e pleno sol instaladas em área irrigada, pelo método de ligação completa, gerada com 14 caracteres de valores médios de cinco ciclos produtivos.....	86

1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de maçã está concentrada em municípios que apresentam altitudes elevadas, cujas condições climáticas são favoráveis à pomicultura. No entanto, essa conjuntura climatológica favorece a ocorrência de diferentes eventos meteorológicos, prejudiciais à produção e qualidade agrícola, tais como as precipitações de granizo no período da primavera. Isso tem intensificado a cobertura dos pomares de macieira com telas de polietileno, visando minimizar os possíveis danos de uma precipitação de granizo na área de produção.

No cenário atual, cerca de 20% da área produtiva de maçãs no Brasil conta com a utilização desse sistema de proteção, que teve aumento expressivo nos últimos ciclos, sobretudo nas regiões de Vacaria (RS) e de São Joaquim (SC) (ANUÁRIO BRASILEIRO DA MAÇÃ, 2019). Nestas regiões, a tela antigranizo de malha preta foi um dos materiais mais utilizados, em razão da sua maior resistência e durabilidade; conservando –se no mínimo durante a vida útil do pomar. No entanto, o seu uso pode causar uma redução de até 45% da luz incidente sobre as plantas (Andrews e Johnson, 1996; Selan *et al.*, 2014), resultando num excesso de vigor, com rendimento reduzido e comprometimento na qualidade dos frutos (Solomakhin *et al.*, 2007; Shahak, 2014). Como alternativa, os produtores têm substituído as telas de malha preta pelas brancas, a fim de reduzir os efeitos negativos decorrentes do sombreamento causado por aquelas. Contudo, as telas fotosseletivas estão sendo cada vez mais utilizadas na produção comercial (Buthelezi *et al.*, 2016). Esta tecnologia visa manipular a quantidade e qualidade da luz transmitida sobre o dossel das plantas, em adição à função básica de proteção, aumentando assim a eficiência de processos dependentes de luz (Rajapakse, 2007; Basile *et al.*, 2012). Segundo Oren-Shamir *et al.* (2001), as plantas são capazes de receber sinais do ambiente que

podem ativar ou desativar cadeias de processos de desenvolvimento, como a qualidade, quantidade e direção da luz. Atualmente, muitos tipos de telas fotosselativas, com diferentes cores e malhas passaram a estar disponíveis no mercado para serem utilizadas pelos produtores (Abdel-Ghany *et al.*, 2011). Contudo, dependendo da especificidade da tela, os resultados indicam alterações na coloração e as características nutricionais dos frutos, como os teores de açúcares, vitamina C e antocianinas nas maçãs (Solomakhin e Blanke, 2010; Mupambi *et al.*, 2018), além de atributos fotossintéticos e morfológicos das plantas. Considerando a realidade do setor produtivo da maçã na região Sul do Brasil, a tendência é expandir as áreas cobertas com telas antigranizo e conseqüentemente os efeitos no metabolismo das plantas tende a se intensificar. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a caracterização dos efeitos de telas antigranizo no crescimento vegetativo, produtivo e qualidade de frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada e não irrigada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção de maçã no Brasil

A produção brasileira de maçãs, está concentrada principalmente nas regiões de altitude do Sul do país, ocupando uma área de 33.311 mil hectares (IBGE, 2024), estando essencialmente limitada a duas cultivares, 'Gala' e 'Fuji' (Thewes *et al.*, 2015) e seus diferentes clones que representam em torno de 60% e 30% da produção, respectivamente (Martin *et al.*, 2019). Na Região Sul a maior participação fica com os municípios de São Joaquim, em Santa Catarina e Vacaria no Rio Grande do Sul. Estes dois estados foram responsáveis por mais de 96% da produção no ciclo 2021/22, em que SC produziu 54,65% e RS 41,57% da maçã nacional (IBGE,2024). Os números da maçã nacional registrados na safra de 2023/2024 foram de 1,3 milhão de toneladas (USDA, 2024). Com um rendimento médio de 50 toneladas por hectare, no ano de 2023 o país respondeu por apenas 1,6% da produção mundial, ocupando a oitava posição do ranking, amplamente liderado pela China, que detém 54% do volume produzido da fruta neste mesmo período (USDA, 2021).

2.2 Precipitação de granizo

O clima temperado úmido com verões amenos característicos das principais regiões produtoras de maçã do Sul do Brasil favorece o aumento da produção e qualidade dos frutos, no entanto, essas áreas são afetadas por frequentes chuvas de granizo, causando danos aos pomares e prejudicando os produtores (Bosco *et al.*, 2018).

O granizo é formado em nuvens de grande desenvolvimento vertical, denominadas de cumulonimbus. Seus principais meios de formação são por sistemas convectivos, instabilidades causadas por passagem de frentes frias ou,

em maior escala, pelos Complexos Convectivos de Mesoescala (Caldana *et al.*, 2019). Quando a porção intermediária de uma cumulonimbus atingir temperaturas inferiores a -20° C favorecerá a transformação de gotículas de água em partículas de gelo (Sperling, 2018), que crescerão em tamanho, e ao colidir com outras gotículas de água superesfriadas, formarão cristais de gelo, até alcançarem dimensões de queda (Magnago *et al.*, 2015). Esse tipo de precipitação ocorre de forma localizada e em pequena escala espacial, em áreas com maior altitude e/ou continentalidade, sendo a primavera a estação com o maior número de ocorrência (Berlato *et al.*, 2000).

Tempestades severas associadas à queda de granizo são eventos frequentes no Rio Grande do Sul (RS), podendo causar impactos sociais, ambientais e econômicos (Dorneles *et al.*, 2020). Entre os anos de 2003 e 2021, foram registradas 281 ocorrências de granizo no Rio Grande do Sul, o que equivale a 56% dos municípios desse estado (S2iD, 2024). 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). Nas macieiras, o efeito primário do dano de granizo é o aparecimento de lesões que resultam no desenvolvimento de tecido necrótico nos frutos e na parte aérea. Os danos secundários incluem o desenvolvimento de doenças e infecções, bem como a diminuição da área foliar ativa, reduzindo a capacidade fotossintética (Arsov *et al.*, 2015). 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 sua capacidade de armazenamento pós-colheita. Além disso, outro fator relevante é o dano da precipitação de granizo nos ramos e folhas das árvores em formação e em produção, que compromete o desenvolvimento fenológico das plantas e conseqüentemente produções futuras (Leite *et al.*, 2002; Amarante *et al.*, 2009).

2.3 Estratégias adotadas na prevenção dos prejuízos causados por granizo

Perante o risco eminente das tempestades de granizo na região produtora de maçã, que podem inutilizar boa parte da produção de um pomar, surgiu a necessidade por estratégias que fossem eficazes para sua prevenção. Diante disto, já no final da década de 60 em Fraiburgo, SC, foram adotados foguetes

antigranizo contendo iodeto de prata, que eram lançados em direção às nuvens e agiam como um núcleo de condensação, evitando a formação de cristais de gelo de grandes dimensões e os transformando em chuva no momento da queda (Frey, 2004; Brandt, 2006). Contudo, o alto custo dos equipamentos, dificuldades operacionais e questionamentos em torno da qualidade do combate ao granizo impossibilitaram o êxito do sistema, o qual hoje apresenta-se totalmente desativado (Klanovicz, 2013; Yuri, 2003; Bem, 2012).

Ainda em buscas de resultados positivos, membros da Associação dos Fruticultores de Fraiburgo (AFF) foram a França conhecer outro método de prevenção do granizo que utilizavam geradores de solo e vinham apresentando resultados positivos (Brandt, 2006). Esse sistema consistia na distribuição de vários geradores de solo pela área a ser protegida, e com base na previsão de ocorrência do granizo eram acionados conjuntamente, liberando Iodeto de Prata, na forma de gás, nas nuvens potencialmente causadoras de granizo (Yuri, 2003). Atualmente, estão disponíveis vários métodos de proteção ativa contra danos de granizo, mas nenhum provou ser tão eficaz quanto as telas antigranizo (Lakatos *et al.*, 2011; Szabó *et al.*, 2021).

2.4 Tela antigranizo como alternativa de controle de danos por granizo

Durante a última década, o aumento da incidência de tempestades de granizo resultou na instalação de telas de proteção 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). Nessas áreas de cultivo, a cobertura das plantas com telas antigranizo é considerada o método mais seguro e eficaz de proteção contra chuvas de granizo (Bosco *et al.*, 2018). A cobertura de estruturas agrícolas com tela expandiu-se constantemente por oferecerem muitas vantagens e benefícios ambientais e econômicos (Castellano; Candura e Mugnozza, 2008).

Na sua grande maioria, os pomares de macieiras encontrados na região Sul do país estão cobertos com telas antigranizo de malha preta, que tem a capacidade de reduzir a luz incidente em até 45% (Andrews e Johnson, 1996; Selan *et al.*, 2014), desencadeando efeitos negativos ao desenvolvimento das plantas. As telas pretas tradicionais são completamente opacas e a qualidade

espectral da radiação não é modificada; portanto, o fator de sombreamento é quase diretamente proporcional à porosidade líquida (Castellano *et al.*, 2008; Arthurs, 2013). Ademais, esta versão de tela antigranizo tem ciclo de vida mais longo em comparação com outros tipos de cores, e em virtude disto a preta foi por muito tempo a cor preferida em áreas expostas ao granizo frequente e radiação solar prolongada (Castellano; Hemming e Russo, 2008; Szabó *et al.*, 2021).

2.5 Telas antigranizo fotosseletivas

No intuito de amenizar os efeitos do sombreamento causado pela cobertura das plantas com as telas pretas, as malhas fotosseletivas passaram a ganhar uma atenção cada vez mais crescente (Shahak, 2014). Esse método de cobertura de pomares visa manipular a quantidade e qualidade da luz transmitida sobre o dossel das plantas, em adição à função básica de proteção, aumentando assim a eficiência de processos dependentes de luz (Rajapakse, 2007; Basile *et al.*, 2012). A fotosseletividade 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). Telas fotosseletivas modernas são fabricadas com materiais de polipropileno tecido ou tricotados com diferentes dimensões de fibras e orifícios para atingir níveis de cor específicos (Arthurs, 2013). Para este fim, durante a fabricação da tela, são incorporados vários aditivos cromáticos, elementos dispersivos e refletores de luz nos materiais (Shahak, 2008; 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). Os aditivos contidos nessas telas fotosseletivas filtram seletivamente a radiação solar para promover comprimentos de onda de luz específicos (Castellano *et al.*, 2008; Stamps, 2009). As telas fotosseletivas incluem “telas coloridas” (telas vermelhas, amarelas, verdes, azuis), 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). A modulação da luz solar por meio das telas fotosseletivas 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). Estudos em plantas ornamentais revelaram respostas pronunciadas ao sombreamento fotosselativo, 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, pêsego e mirtilo), revelaram múltiplas respostas ao sombreamento fotosselativo, dos quais as características afetadas incluem a fotossíntese, potencial hídrico do ramo, desenvolvimento vegetativo, frutificação, taxa de maturação dos frutos, tamanho, cor e qualidade (Shahak *et al.*, 2004; Basile *et al.*, 2012).

2.6 Efeitos das telas antigranizo

2.6.1 Condições ambientais

O objetivo principal das telas antigranizo é garantir a proteção dos frutos e plantas do granizo. No entanto, a tela de proteção é uma barreira física parcial que reduz a velocidade do vento e a quantidade de radiação solar que passa por ela, resultando numa alteração da dinâmica da temperatura do ar do dossel (Mupambi *et al.*, 2018).

2.6.1.1 Temperatura

O principal critério para o zoneamento climático da macieira no Rio Grande do Sul foi o acúmulo de frio hibernal, que deve ser de ≥ 600 horas de frio, para que uma região seja considerada preferencial para cultivo (Cardoso *et al.*, 2012). No entanto, há divergências nos resultados encontrados na literatura sobre as alterações de temperatura em condições de ambiente coberto com tela antigranizo. Em estudos conduzidos por Iglesias e Alegre (2006), as temperaturas máximas tenderam a ser menores sob as telas (3 °C), devido à interceptação da radiação ou “efeito de sombra”, que é maior que o ganho de temperatura provocado pelo uso das telas. Para Arthurs *et al.* (2013) as temperaturas médias diárias máximas do ar eram mais altas sob telas coloridas, em comparação com telas pretas ou pleno sol. Já, Kalcsits *et al.* (2017) não

encontraram diferenças na temperatura máxima e mínima diária entre as telas azul, vermelha, pérola e pleno sol. O efeito das telas na temperatura ainda não é bem compreendido, isto se deve ao fato de se criarem diversos microclimas em função dos tipos de telas utilizadas, do método de instalação das telas e da localização regional do pomar (Manja e Aoun, 2019).

2.6.1.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa (UR) do pomar está diretamente relacionada com a UR fora do pomar, velocidade do vento, irrigação, densidade das plantas e temperatura do ar (Mupambi *et al*, 2018). No entanto, o efeito da UR do pomar relatado em vários estudos tem sido muito variável. Segundo Elad *et al* (2007) há um aumento de 2-5% da umidade relativa sob a tela, em comparação com a condição de pleno sol. Já, Iglesias e Alegre (2006) observaram que a UR do pomar aumentou com o uso de telas (preta e cristal), mas não foram observadas diferenças significativas com relação à umidade relativa máxima. Segundo resultados encontrados por Cardoso *et al*. (2009) e Bosco *et al*. (2010), não houve diferenças entre médias diárias de umidade relativa do ar entre os pomares em céu aberto e sob tela antigranizo, num mesmo estrato do dossel, nas condições de Vacaria, RS. Em estudos desenvolvidos por Arthurs *et al* (2013), as diferenças de porosidade entre as telas (vermelha, pérola, azul e preta) não foram suficientes para impactar os valores de UR, que permaneceram dentro de $\pm 1\%$ das condições ambientais sob sombreamentos. Por outro lado, Solomakhin e Blanke (2012) observaram que sob telas antigranizo coloridas, a umidade relativa do ar aumentou entre 2 e 5%. Para Kalcsits *et al* (2017), dependendo do ano ou do ambiente de cultivo, a umidade geral pode variar, mas não se espera que a umidade seja muito diferente entre plantas com/sem tela. Segundo Solomakhin e Blanke (2009), que estudaram o efeito das telas coloridas em maçãs na Alemanha, o pequeno aumento na umidade não influencia a anatomia foliar e a biologia vegetal.

2.6.1.3 Velocidade do vento

A tela antigranizo é uma barreira física parcial que reduz a velocidade do vento em nível da copa das plantas. Kalcsits *et al*. (2017) constataram uma redução da velocidade do vento em 40%, em comparação com a área

descoberta, com a velocidade média do vento máxima diária variando de 2,16 a 2,26 m.s⁻¹, porém, não foram significativamente diferentes entre si. Por outro lado, Arthurs *et al.* (2013) encontraram diferenças nas velocidades do vento sob telas, com vermelho, azul e pérola fornecendo maior resistência ao vento, em comparação com as telas pretas. Bosco *et al.* (2013), em estudos desenvolvidos no Sul do Brasil, também observaram uma redução da velocidade do vento ao nível do estrato superior de macieiras conduzidas em líder central, decorrente da cobertura por tela antigranizo. Os efeitos no movimento do ar dependem da porosidade e localização física da rede em relação às plantas e podem ser afetados pela hora do dia, estação do ano (Stamps, 2009), composição, densidade do fio e o padrão do fio da tela.

2.6.2 Radiação fotossinteticamente ativa (PAR)

O desenvolvimento e a fisiologia das plantas são fortemente influenciados pelo espectro de luz do ambiente de crescimento (Hogewoning e Harbinson, 2007), havendo uma estreita relação entre a interceptação da luz e a produtividade do pomar de macieiras (Dussi *et al.*, 2005; Baiamonte *et al.*, 2016). Assim, para a produção de maçã, o fator de sombreamento é uma consideração importante na decisão do tipo de tela adequada para ambientes de cultivo específicos (Mupambi *et al.*, 2018). Embora uma tela de proteção possa ser projetada para porcentagens específicas de redução da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), o sombreamento de 15-30% é mais comumente usado para frutíferas (Shahak, 2014). Contudo, ao longo dos anos, a transmissão de luz pelas telas antigranizo vai sendo afetada, com redução de 2% na transmissão de RFA através da tela/ano, influenciando então, no fator de sombreamento (Blanke, 2009). Ademais, a RFA também pode ser reduzida através de características como coloração, abertura de malha, número e espessura dos fios utilizados (Amarante *et al.*, 2007; Bastias *et al.*, 2012a). Arthurs (2013), ao monitorar os dados ambientais dentro de uma casa de vegetação, observou a redução da RFA ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$) sob telas preta (55% a 60%), azul (51% a 57%), pérola (52% a 54%) e vermelha (41% a 51%), quando comparada à área descoberta. Em trabalhos posteriores, esses resultados são consistentes, onde a redução da RFA sob tela antigranizo foi em média 49,8 a 61%, em comparação com ao pleno sol (Selan *et al.*, 2014). Em outros estudos,

Tinyane *et al.* (2013) constataram que a redução da RFA foi maior nas telas pretas e menor nas vermelhas. Segundo os dados apresentados por Oren-Shamir *et al.* (2001), telas fotosseletivas verde (63,9%), vermelha (64,1%) e azul (65%) apresentaram o efeito de sombreamento levemente mais alto sobre as telas neutras, preta (61,8%) e cinza (58,4%). Para o mesmo autor, como os fios de plástico da tela preta são essencialmente opacos, a transmissão de luz dá-se apenas pelos orifícios. No entanto, nas telas coloridas, que são tricotadas com maior precisão, para atingir o efeito de fotosseletividade, uma grande fração da luz solar realmente passa pelos fios de plástico e é seletivamente filtrada.

2.6.3 Qualidade da luz

A percepção da luz pelas plantas envolve fotoreceptores especializados, que podem detectar diferentes comprimentos de onda. Esses fotoreceptores ajudam as plantas a determinar a duração do dia, a direção da luz e identificar a presença de concorrentes, além do entendimento do relógio circadiano, permitindo-lhes ajustar seu crescimento e desenvolvimento de acordo com as condições ambientais (Wit *et al.*, 2016). Contudo, a composição física da tela pode influenciar a transmissividade espectral (Castellano *et al.*, 2006; Mupambi *et al.*, 2018). No entanto, o efeito da qualidade da luz nas plantas é complexo, envolvendo a ação combinada de vários sistemas fotorreceptores com diferentes picos de adsorção de comprimento de onda (Smith, 2000; Arthurs, 2013): criptocromo na faixa do azul (320-400 nm), fitocromo no vermelho (660-730nm) e fotorreceptores UV (280-320 nm) (Taiz *et al.*, 2017). De forma geral, a luz interceptada é captada pelas plantas, principalmente pelas folhas, e fornece a energia para impulsionar os processos fotossintéticos, fundamentais para o crescimento e frutificação (Baïamonte *et al.*, 2016). As telas atigranizo, especialmente as fotosseletivas, têm o potencial de modificar a qualidade da luz que atinge as plantas, o que pode ter um impacto significativo em suas respostas fisiológicas e em diversos processos metabólicos e de sinalização (Folta e Carvalho, 2015). Telas brancas e/ou pretas, por exemplo, têm comprimento de onda neutro e são reduzidas na mesma quantidade de luz solar total em toda a faixa. Em contraste, as telas vermelha e azul alteraram amplamente a distribuição espectral da luz (Bastias e Grappadelli, 2012).

2.6.4 Fotossíntese

A sobrevivência e o sucesso reprodutivo das plantas dependem da base molecular do aparato fotossintético ser eficientemente projetado e de sua adaptabilidade às mudanças nas condições ambientais (Szymańska *et al.*, 2017). A tela antigranizo, utilizada em vários pomares ao redor do mundo, tem o potencial de alterar os níveis de luz incidente que chega ao dossel da planta. No entanto, essas flutuações na intensidade da luz afetam predominantemente as reações fotossintéticas que ocorrem dentro dos cloroplastos, nas membranas tilacóides (Kirchhoff, 2014). Geralmente, quando as condições de saturação de luz não são atendidas, a compensação reduz a fotossíntese líquida, por outro lado, quando existem condições de saturação de luz (ou superior), a tela pode ter um efeito ligeiramente positivo sobre fotossíntese líquida (Mupambi *et al.*, 2018). Para Sivakumar e Jifon, (2018), este aumento pode levar a uma maior produção de carboidratos e maior eficiência no uso da água, resultando em melhor qualidade de produção.

No estudo conduzido em Monte Alegre dos Campos, Mauta *et al.* (2020) investigaram o impacto das telas antigranizo fotosseletivas ChromatiNet[®] vermelha e ChromatiNet[®] azul na fisiologia de macieiras 'Maxi Gala'. Eles observaram que a dispersão de luz azul e vermelha pelas telas estimulou a taxa máxima de assimilação de CO₂ nas macieiras, em resposta ao aumento na Densidade de Fluxo de Fótons Fotossinteticamente Ativos (DFFFA). Essa resposta foi superior à observada em áreas expostas ao pleno sol, indicando uma melhor eficiência fotossintética das macieiras sob essas condições de sombreamento. Resultados anteriores, em estudos com tela antigranizo desenvolvidos em Vacaria, RS, o sombreamento ocasionado pelas telas antigranizo resultou em menores valores de taxa máxima de fotossíntese (*A*_{max}) nas folhas, em resposta ao aumento na DFFFA, especialmente no tratamento com tela preta (Amarante *et al.*, 2007, 2009). 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).

2.6.5 Qualidade dos frutos

A qualidade dos frutos 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, 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 meteorológicas 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 comprometerá 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. Por outro lado, Bosco *et al.* (2014) constataram que a cobertura com tela antigranizo preta não afeta os índices de coloração dos frutos, sólidos solúveis (TSS), relação TSS/AT e atributos físico/químicos de “Royal Gala” e “Fuji Suprema” produzidas no sul do Brasil. O sombreamento provocado pela cobertura do pomar com tela antigranizo também pode afetar a firmeza (Dussi *et al.*, 2005) e o acúmulo de TSS na polpa dos frutos (Solomakhin *et al.*, 2010). Na Espanha, o uso de telas pretas causou reduções no teor de TSS, intensidade de coloração e conversão de amido, mas não afetou a firmeza da polpa ou a acidez titulável (Iglesias e Alegre 2006). Já, na Alemanha, frutos de plantas sob tela antigranizo vermelha-branca mostraram um aumento de 0,5 e 0,6% de TSS e degradação de amido avançada, em comparação com frutos sob tela antigranizo preto-vermelho, para as cultivares ‘Fuji’ e ‘Pinova’ (Solomakhin e Blanke, 2010).

A utilização de clones de 'Gala' (Full Color) mais coloridos pode ser uma excelente forma de mitigar os efeitos das telas antigranizo, garantindo uma produção de alta qualidade. Esses clones potencializam os benefícios das telas, aproveitando melhor a luz filtrada e protegendo-se contra danos físicos e estresse ambiental. Como resultado, os frutos apresentam uma coloração intensa e uniforme mesmo sob condições de luz filtrada, mantendo ou aumentando o valor comercial dos frutos. No entanto, para maximizar esses benefícios, é fundamental realizar experimentos específicos e adaptar as práticas de manejo às necessidades particulares de cada clone.

2.6.6 Crescimento e desenvolvimento vegetativo

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 (Hawerth *et al.*, 2012). 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 tratamentos fitossanitários, além de tornar os custos com mão de obra mais dispendiosos (Hawerth *et al.*, 2012), já que haverá uma maior necessidade de manejos que visam controlar o vigor excessivo. Alguns autores, como Solomakhin *et al.* (2009), relataram 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 fotoseletivas podem afetar diferencialmente vários aspectos de crescimento vegetativo e reprodutivo de inúmeras espécies cultivadas (Shahak, 2014). A fotoreversibilidade do fitocromo entre a luz vermelha (R) e a luz vermelha distante (FR) sinaliza respostas morfológicas ligadas ao crescimento vegetativo, e conforme o fitocromo (PhyB) percebe a luz FR, ele muda para o estado Pfr ativo, que aumenta a biossíntese de auxina, levando a um maior crescimento (Wit *et al.*, 2016).

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.* (2012) 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 uso de telas de diferentes cores, como azul, vermelha e amarela, no cultivo de plantas ornamentais como a Aralia pode ter efeitos significativos no desenvolvimento e na qualidade das plantas. Cada cor de tela modifica a qualidade da luz recebida pelas plantas, influenciando vários processos fisiológicos. Com a tela antigranizo azul, houve uma inibição do crescimento vegetativo e indução de nanismo, no qual as plantas desenvolvem um hábito de crescimento mais compacto e apresentam folhas e hastes mais curtas e espessas. Por outro lado, as telas vermelhas e amarelas beneficiam o crescimento vigoroso, com folhas maiores e hastes mais longas, excelentes para maximizar a produção de ramos de corte (Oren-Shamir *et al.*, 2001; Shahak, 2008; Shahak *et al.*, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, material vegetal e clima

O trabalho foi conduzido em um pomar comercial de macieiras localizado em Monte Alegre dos Campos, no nordeste do Rio Grande do Sul (28° 35'21"S, 50° 45' 53"W), que possui o clima da região classificado como Cfb, temperado úmido com verão temperado.

Em pomares comerciais de macieiras do Brasil, as duas principais cultivares utilizadas são pertencentes ao grupo 'Gala' e 'Fuji', com polinização mútua. Neste estudo, foram utilizadas macieiras 'Fuji Suprema' enxertadas em 'M9', implantadas em um sistema de alta densidade no ano de 2013, com uma orientação de linha norte-sul, conduzidas em líder central e espaçamento de 3,7 m x 0,6m, em duas áreas experimentais com e sem irrigação. A configuração do plantio nas áreas irrigadas e não irrigadas envolve diferentes proporções de duas cultivares, 'Galaxy' e 'Fuji Suprema'. Na área não irrigada foi utilizada a proporção de plantio foi de 3:1 (três filas de 'Galaxy' e uma de 'Fuji Suprema'), já na área irrigada a proporção de plantio foi 2:2 (duas filas de 'Galaxy' x duas filas de 'Fuji Suprema') (TABELA 1). O manejo das plantas utilizadas no experimento obedeceu às práticas recomendadas pelo sistema integrado de produção da macieira (Sanhueza *et al.*, 2006).

TABELA 1: Caracterização das áreas experimentais do experimento de telas antigranizo, localizado no município de Monte Alegre dos campos, RS.

Área	Espaçamento (m)	Cultivar *	Proporção *	Configuração *
Não irrigada	0,6x3,7	Fuji Suprema 25%	3:1	3 filas de 'Galaxy' x 1 fila de 'Fuji Suprema'
Irigada	0,6x3,7	Fuji Suprema 50%	2:2	2 filas de 'Galaxy' x 2 filas de 'Fuji Suprema'

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

3.2 Características das telas e desenho experimental

As telas antigranizo foram instaladas ao longo das linhas de plantio na orientação norte-sul, utilizando-se uma adaptação do sistema 'capela', em duas fases distintas: i) na área não irrigada, as instalações ocorreram em meados de 2016, cinco meses antes da primeira avaliação; ii) já na área irrigada, a instalação ocorreu no início de 2017, com as primeiras avaliações sendo realizada apenas em 2018. 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 recolhidas durante o inverno. Todas as telas antigranizo apresentam malha de 5,3 x 2,1 mm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e quatro plantas por unidade experimental. A colheita foi realizada uma única vez em cada planta, e os atributos de produtividade foram obtidos contabilizando e pesando os frutos ainda no pomar. Em seguida, foram selecionados 20 frutos de cada amostra para análise físico-química e para avaliar a intensidade de coloração. Posteriormente, os frutos de cada unidade experimental foram agrupados em uma única amostra para a avaliação dos atributos de qualidade.

O estudo foi composto por duas áreas experimentais que foram caracterizadas pela mesma metodologia e pelas mesmas avaliações. No entanto, havia diferenças nos sistemas de coberturas com telas antigranizo adotados, bem como nas densidades de plantio, na relação de polinizadoras e no sistema de irrigação entre essas duas áreas (Figura 1).



Fonte: Adaptação dos dados do pomar, 2022.

FIGURA 1. Área experimental de telas antigranizo na cultura da macieira, em pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS. Adaptado do Google Earth®, 2022.

3.2.1 Experimento 1: Telas fotosseletivas em área não irrigada

O primeiro experimento, refere-se à cobertura das plantas com telas antigranizo fotosseletivas em comparação com as convencionais (tratamento padrão) e uma área a pleno sol (sem tela antigranizo), sem irrigação. Neste estudo foram avaliados os seguintes tratamentos: 1) área a pleno sol; 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). As avaliações do experimento foram realizadas durante cinco ciclos produtivos: 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021.

3.2.2 Experimento 2: Telas fotosselativas em área irrigada

O segundo experimento, refere-se à cobertura de macieiras com telas fotosselativas em comparação com as convencionais (tratamento padrão) e uma área a pleno sol (sem tela antigranizo), com irrigação. Neste estudo foram avaliados os seguintes tratamentos: 1) área a pleno sol; 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; 7) tela antigranizo mista (branca com preta) e 8) tela antigranizo Leno Branca. As avaliações do experimento foram realizadas durante quatro ciclos produtivos, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021.

3.3 Condições meteorológicas da região no período experimental

A título de comparação e auxiliar no desenvolvimento deste documento, em decorrência da ausência de estações meteorológicas automáticas na região do experimento, município de Monte Alegre dos Campos, durante as safras 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20 e 2020/21 usou-se como referência os dados climáticos obtidos da estação automática A880 de Vacaria, RS que abrange bem a região produtora (FIGURA 2) e possui a mesma classificação climática (Cfb) do local experimental. Desta forma, foram utilizados elementos meteorológicos originais - precipitação pluviométrica mensal e temperaturas médias - obtidos no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, durante o período de avaliação do experimento.

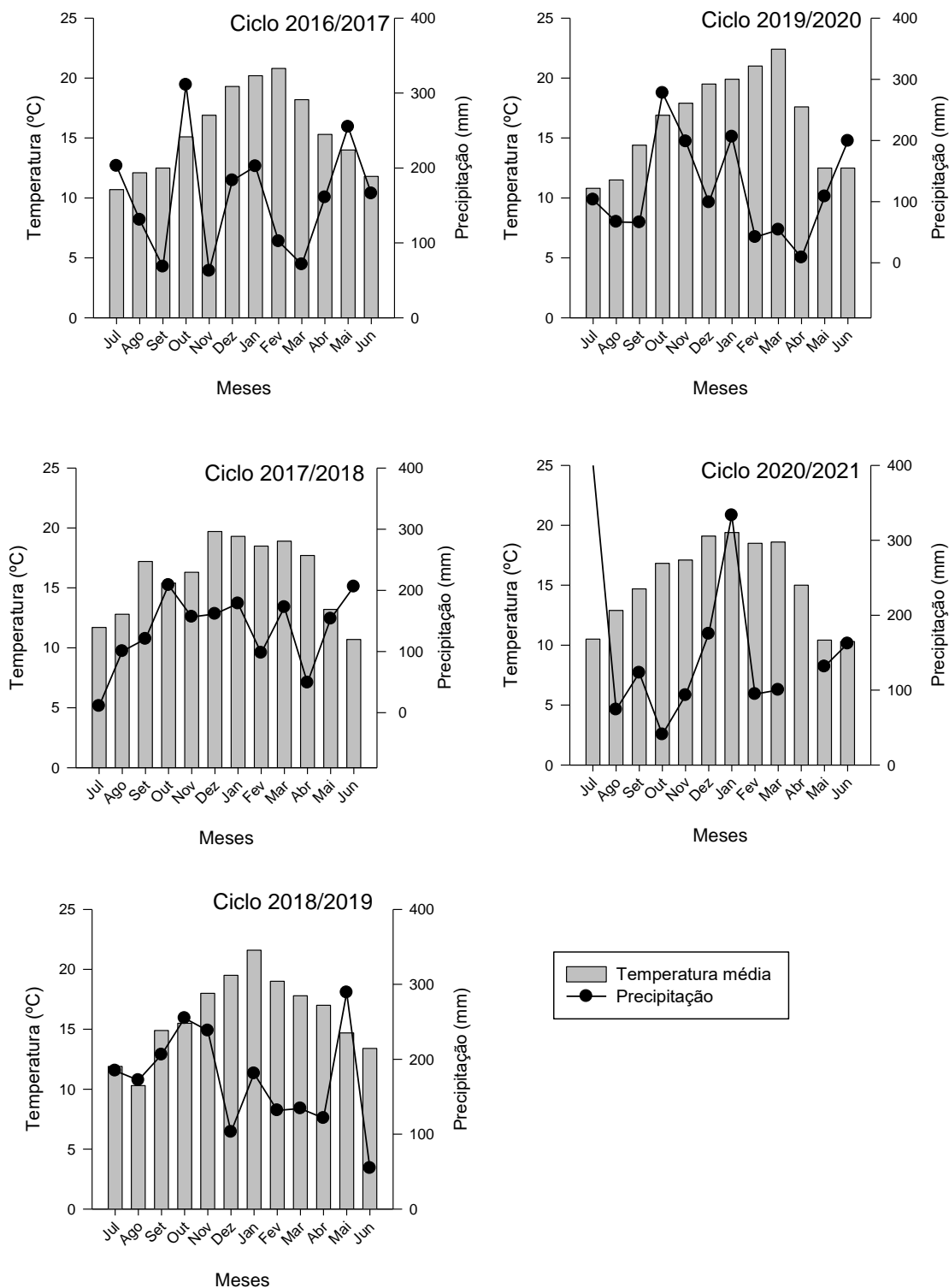


FIGURA 2. Dados de precipitação pluviométrica mensal e temperaturas médias nas safras de 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20 e 2020/21, da estação automática A880 de Vacaria, RS.

3.4 Ocorrência de precipitação de granizo na área experimental

Durante a execução dos experimentos com tela antigranizo em Monte Alegre dos Campos, RS, só foi registrada uma ocorrência de precipitação de granizo na área experimental, no dia 13 de dezembro de 2016, durante o ciclo produtivo de 2016/2017, em que apenas o experimento em área não irrigada foi atingido. A localização do experimento, segundo o zoneamento agroclimático, é classificada como preferencial e apresenta as maiores probabilidades de ocorrência de granizo, variando de 23 a 29 % para um dia de granizo no verão, que é uma das estações de maior ocorrência do fenômeno (FEPAGRO, 2011). Neste período, em que antecede a colheita e os frutos estão em estágio avançado de desenvolvimento, a ocorrência de granizo pode gerar danos substanciais às plantas, comprometendo a fotossíntese, facilitando a entrada de patógenos e sobretudo, a depreciação dos frutos, que acarreta grandes prejuízos econômicos para o setor produtivo.

Na área de estudo, as lesões por granizo puderam ser observadas em folhas, ramos e frutos, com danos de diferentes intensidades (FIGURA 3).



Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

FIGURA 3. Danos provocados por granizo em folhas (A), ramos (B) e frutos (C) em pomar de macieiras 'Fuji Suprema' sem cobertura de tela antigranizo, no município de Monte Alegre dos Campos, RS, 2017.

3.5 Atributos de produtividade

As plantas previamente identificadas foram colhidas ao atingir o ponto de maturação. Os frutos colhidos foram pesados e contabilizados, obtendo-se o número de frutos por planta (frutos planta⁻¹) e produção por planta (kg planta⁻¹). Através desses dados, calculou-se a massa média dos frutos, expressa como "g fruto⁻¹". Em seguida, foram realizadas amostragens de 120 frutos por cada repetição para fins de avaliação de qualidade. As amostras foram armazenadas em câmara fria até a realização das análises.

3.6 Atributos de qualidade dos frutos

3.6.1 Distúrbios fisiológicos

Em cada safra, os frutos de cada amostra foram utilizados para avaliar o efeito das telas antigranizo quanto à incidência e severidade de distúrbios fisiológicos. Para a incidência (%), foram contabilizados o número de frutos que apresentavam superfície recoberta com “*russeting*”. Baseada em uma observação visual, os frutos foram classificados em cinco níveis de recobrimento da sua epiderme com “*russeting*”, sendo nível 0: ausência de “*russeting*” na epiderme do fruto, tolerando-se aquele restrito à cavidade peduncular; nível 1: menos de 10% da superfície do fruto recoberta com “*russeting*”; nível 2: recobrimento da superfície do fruto com “*russeting*” $\geq 10\%$ a $< 30\%$; nível 3: recobrimento da superfície do fruto com “*russeting*” $\geq 30\%$ a $< 50\%$; e nível 4: mais de 50% da superfície do fruto recoberta com “*russeting*” (Camilo *et al.*, 2001). Com base nesses níveis, foram atribuídas notas (0, 1, 2, 3, 4 ou 5) às respectivas áreas acometidas com “*russeting*”, obtendo-se um índice de severidade de “*russeting*”.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

FIGURA 4. Níveis de recobrimento da epiderme do fruto de maçãs ‘Fuji Suprema’ com ‘*russeting*’.

Além do “*russeting*”, os frutos foram agrupados em três níveis de severidade de dano de sol: 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).

3.6.2 Coloração da epiderme dos frutos

As avaliações da coloração da epiderme foram realizadas de duas formas: a primeira, para verificar a porcentagem de recobrimento do fruto com a coloração vermelha, através de uma observação visual, os frutos foram agrupados em quatro categorias de recobrimento da epiderme com a cor vermelha: 1- frutos que apresentam recobrimento $<25\%$; 2- frutos que apresentam recobrimento $\geq 25\%$ a $<50\%$; 3- frutos que apresentam recobrimento $\geq 50\%$ a $<75\%$; 4- frutos que apresentam recobrimento $\geq 75\%$. A segunda forma de avaliação para verificar a intensidade de coloração, foi realizada com um colorímetro Konica Minolta modelo CR 400, nos lados de maior e menor exposição solar (lado mais vermelho e menos vermelho, respectivamente) na parte equatorial do fruto. Os resultados foram expressos em ângulo hue (h°), o qual define a coloração básica, em que 0° : vermelho, 90° : amarelo e 180° : verde.

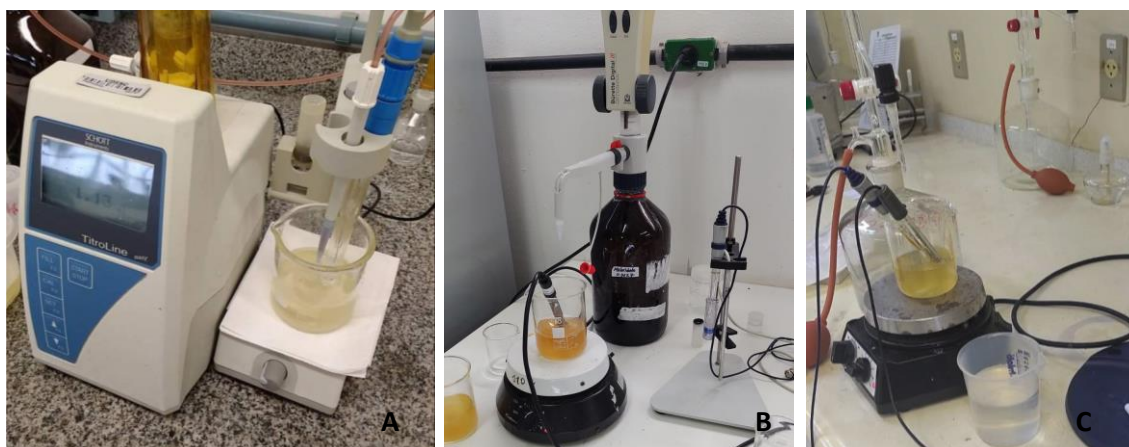
3.6.3 Tamanho e formato dos frutos

O calibre dos frutos foi determinado pela relação entre o peso expresso na embalagem e o número de frutos contidos nas caixas padrão MARK IV, com 18 kg de peso líquido (Valores de classe adaptado do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2017). Os frutos de cada amostra foram pesados individualmente e classificados em cinco categorias: I – frutos com calibre ≤ 80 (com peso $>212,5$ g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando $>171,50$ e $\leq 212,5$ g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando $>141,50$ e $\leq 171,50$ gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando $>104,50$ e $\leq 141,50$ g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (pesando $\leq 104,50$ g). Ainda, foram amostrados 60 frutos por repetição para avaliação dos valores médios de diâmetro, comprimento e formato dos frutos. Para verificar a correlação entre sementes e formato do fruto sob tela antigranizo, foi feita a contagem do número de sementes em todos os frutos amostrados.

3.6.4 Qualidade físico-química

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 no momento da análise de firmeza de polpa foi utilizado para

determinar os teores de sólidos solúveis (SS), com um refratômetro digital de bancada, modelo RTD-45 e os resultados sendo expresso em °Brix. 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. A acidez total titulável (ATT) foi realizada com três equipamentos diferentes de titulação, com isso a análise estatística da área não irrigada foi feita separadamente. Em 2016/17 o método utilizado foi realizado 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. Em 2019/20 utilizando a Burette Digital Easy Calibration BRAND para fazer a titulação e um medidor de pH TEC-7 da TECNAL, a ATT foi determinada através da titulação de NaOH a 0,1N em 6 gramas de suco diluído em 90 mL de água destilada, até atingir o pH 8,1. Essa mesma metodologia também foi utilizada no ciclo 2020/21, entretanto, a titulação foi feita com uma bureta graduada e pHmetro DM-20 Digimed. Para a área irrigada, foi utilizado o equipamento 4B nos ciclos 2019/20 e 2020/21. (FIGURA 5). As amostras de maçã 'Fuji' de ATT nos ciclos 2017/18 e 2018/19 de ambas as áreas experimentais foram perdidas e as análises não puderam ser realizadas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

FIGURA 5. Equipamentos utilizados para determinação de acidez total titulável: (a) Titulador automático TitroLine® easy; (b) Burette Digital Easy Calibration BRAND e pHmetro TEC-7 da TECNAL; (c) Bureta graduada e pHmetro DM-20 Digimed.

3.7 Atributos de crescimento vegetativo

Durante o período hibernar foi avaliado o crescimento vegetativo, através da poda de ramos verticalizados ou “ladrões”. O material de poda foi segmentado entre crescimento do ano e de ano, realizando-se posteriormente a determinação de massa fresca deste material, obtendo-se a massa de poda (g planta^{-1}). Após, os ramos velhos foram descartados e a avaliação se deu apenas no material novo, obtendo-se o número de ramos podados, comprimento máximo, médio e mínimo de ramos podados (cm), massa média de ramo (massa fresca de ramos podados/número de ramos podados) (g ramo^{-1}) e comprimento máximo de ramo por tratamento (cm), obtido através da soma de todos os ramos podados.

3.8 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com o R Development Core Team (2020), utilizando-se um modelo misto, no qual ano e tratamento foram considerados efeitos fixos, enquanto repetições, plantas e frutos foram designados como efeitos aleatórios. As telas antigranizo também foram submetidas a análises de agrupamentos, obtendo-se a distância euclidiana entre elas, tanto na área irrigada quanto na não irrigada, pelo método de ligação completa, gerada com 14 caracteres (Dano de sol, firmeza de polpa, sólidos solúveis, índice iodo-amido, número de ramos podados, recobrimento da epiderme com a cor vermelha, incidência de russeting, severidade de russeting, número de frutos por planta, produção e vigor da planta). Posteriormente, obteve-se um dendrograma de cluster hierárquico aglomerativo e interativo (Ward.D), utilizando-se o programa Rstudio. Para o experimento 1, área não irrigada, os agrupamentos foram gerados com base no valor médio dos cinco ciclos do estudo (2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021). Já no experimento 2, área irrigada, considerou-se o valor médio dos quatro ciclos experimentais (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021). Para definir o número ideal cluster de cada dendrograma foi utilizado o método wss (ou within sum of squares), que utiliza a soma de quadrados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada

4.1.1 Atributos de produtividade

Houve um aumento nos atributos de produtividade de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas, conforme as plantas iam se desenvolvendo no pomar (TABELA 2 E TABELA 3). Considerando-se apenas os ciclos de maior produção, a cobertura do pomar com tela antigranizo ocasionou uma redução no número e massa de frutos por planta sob ChromatiNet® azul e tela mista (não fotosseletiva) em 2017/2018. Todavia, em 2019/2020, houve uma redução no número de frutos por planta sob tela antigranizo, independente da coloração e na massa de frutos por planta sob a ChromatiNet® azul, ChromatiNet® vermelha e tela preta (não fotosseletiva), apresentando valores inferiores à área a pleno sol (TABELA 2).

Em pomares comerciais de macieiras, principalmente as pertencentes ao grupo 'Fuji', as regularidades das safras normalmente não são verificadas ano após ano. Ao observar-se os dados de produção (TABELA 2) apresentados neste experimento - 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021, pode-se notar de forma clara e concisa a ocorrência de alternância de produção nas áreas de estudo. Em um ciclo bienal este tipo de fenômeno é muito comum, de forma que um "ano on" (grandes produções) é seguido por um "ano off" (pouca ou nenhuma produção), desencadeando um comportamento cíclico, que uma vez iniciado, continua por vários anos, ocasionado por inúmeras causas (Monselise e Goldschmidt, 1982). Existem algumas práticas de manejo que podem ser adotadas no pomar para reduzir a alternância de produção tais como: i) o raleio, seja químico ou manual, em anos de alta produção para evitar cargas excessivas de frutos e comprometimento das reservas de fotoassimilados ii) a

poda adequada para manter o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção de frutos; iii) fornecer uma nutrição balanceada e manjar o solo, para que as árvores recebam os nutrientes necessários em quantidades adequadas. e, iv) um regime de irrigação que suporte o desenvolvimento saudável das árvores. Implementar essas práticas pode ajudar a mitigar os efeitos da alternância de produção e promover uma colheita mais estável e previsível em macieiras 'Fuji Suprema', reduzindo a sua bienalidade.

Além disso, a idade das plantas também tem grande influência sobre a alternância de produção de um pomar, enfatizando-se que macieiras do grupo 'Fuji' tem comportamento fortemente bienal, observando-se maior efeito de alternância em plantas jovens (Jonkers 1979). As condições ambientais, impulsionadas pela interação das atividades nas plantas, também tem muita influência sobre a alternância de produção, pois o pomar ou parte dele pode ser cultivado em condições amplamente diferentes (Monselise e Goldschmidt, 1982). Na área de estudo, houve muita variabilidade nas condições meteorológicas locais, principalmente no volume de precipitação e temperatura ao longo dos ciclos, o que pode ter repercutido nos resultados apresentados (FIGURA 1).

Nos ciclos 2017/2018 e 2019/2020, que apresentaram efeito significativo no presente estudo, pode-se observar uma maior quantidade de frutos na área a pleno sol. Por outro lado, houve uma redução nos atributos de produtividade, principalmente sob a ChromatiNet® azul, em ambos os ciclos avaliados (TABELA 2). Em estudos desenvolvidos por Mauta *et al.* (2018), também nas condições ambientais de Monte Alegre dos Campos, RS, houve uma redução de 20% da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) sob a ChromatiNet® azul, em relação às outras telas e o tratamento controle (22,1%). 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 uma redução da diferenciação de gemas reprodutivas para o próximo ciclo, tendo como resultado final uma produção baixa e de frutos de tamanho reduzido (Chen *et al.*, 1997). Em 2020/2021, em decorrência da grande produção da safra passada, as plantas alternaram e causaram uma redução significativa no número de frutos, principalmente na área descoberta. Uma exceção foi na ChromatiNet® amarela

que teve 137,50 frutos planta⁻¹, superando a ChromatiNet[®] pérola, ChromatiNet[®] vermelha e a tela mista (TABELA 2). A ChromatiNet[®] pérola teve a massa de frutos por planta de macieiras ‘Fuji Suprema’ em 2017/2018 igual a área a pleno sol, e maior que a ChromatiNet[®] azul e a tela mista. Em 2019/2020 a maior produção foi na área a pleno sol, contudo, apenas a ChromatiNet[®] azul apresentou resultados inferiores. No último ciclo avaliado a ChromatiNet[®] amarela foi a de maior produção e a pleno sol a de menor (TABELA 2).

TABELA 2. Número de frutos e massa de frutos por planta de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Número de frutos/planta					
	...frutos planta ⁻¹ ...					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	Média
Pleno Sol (sem cobertura)	16,75aC	124,67aB	20,14aC	244,25aA	23,63cC	85,89
ChromatiNet [®] Amarela	20,50aC	94,58abB	27,88aC	169,94bcA	137,50aAB	90,08
Preta	22,50aB	85,83abA	21,93aB	134,00cA	94,13abA	71,68
ChromatiNet [®] Pérola	21,33aC	111,42abB	13,14aC	191,94abA	60,69bcBC	79,70
ChromatiNet [®] Azul	22,92aC	56,83bBC	38,00aBC	132,63cA	90,00abAB	68,08
ChromatiNet [®] Vermelha	15,83aC	83,50abB	32,08aBC	166,19bcA	68,06bcBC	73,13
Mista (Branca e preta)	13,25aB	64,25abB	17,08aB	185,69bcA	52,06bcB	66,47
Média	19,01	88,73	24,32	174,95	75,15	
CV (%)			101,72			

Tratamento	Massa de frutos/planta					
kg planta ⁻¹					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	Média
Pleno Sol (sem cobertura)	2,98aB	15,50aA	2,73aB	19,34aA	3,38cB	8,74
ChromatiNet [®] Amarela	4,00aB	13,00abA	3,70aB	17,08abA	17,07aA	10,93
Preta	4,19aBC	11,57abA	2,80aC	13,98abA	9,42bAB	8,36
ChromatiNet [®] Pérola	4,12aBC	15,23aA	1,48aC	17,61abA	8,05bcB	9,26
ChromatiNet [®] Azul	4,16aC	8,04bABC	5,29aBC	12,94bA	10,18bAB	8,08
ChromatiNet [®] Vermelha	3,11aC	11,18abAB	3,49aC	14,77abA	7,91bcBC	8,06
Mista (Branca e preta)	2,54aC	8,59bB	1,90aC	16,04abA	6,14bcBC	7,01
Média	3,48	11,77	3,07	15,97	8,88	
CV (%)			83,5			

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

A massa fresca média de frutos por planta só apresentou diferenças significativas a partir do terceiro ciclo produtivo (2018/2019) de macieiras ‘Fuji

Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, em que os frutos da área a pleno sol apresentavam 184,92 g fruto⁻¹ e sob telas antigranizo não superando 142,83 g fruto⁻¹. Em 2019/2020 a maior massa média observada foi verificada nos frutos colhidos sob a tela preta (107,04 g fruto⁻¹), contudo a diferença se deu apenas quando comparado à área a pleno sol (79,26 g fruto⁻¹). No último ciclo (2020/2021) a área a pleno sol apresentou o maior tamanho de fruto em comparação a todas as telas, com exceção da ChromatiNet® pérola, que foi significativamente igual (TABELA 3).

TABELA 3. Massa fresca média de frutos por planta de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020, em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Massa fresca média de frutos					Média
	...g fruto ⁻¹ ...					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	175,75aA	126,94aB	184,92aA	79,26bC	162,66aA	145,90
ChromatiNet® Amarela	194,73aA	138,62aB	125,11bcBC	103,11abC	129,65bB	138,24
Preta	184,96aA	136,26aB	142,83bB	107,04aC	131,49bBC	140,51
ChromatiNet® Pérola	192,34aA	138,59aB	132,10bcB	95,30abC	141,34abB	139,93
ChromatiNet® Azul	182,22aA	146,47aB	135,09bcB	104,81abC	121,29bBC	137,98
ChromatiNet® Vermelha	187,37aA	135,75aB	108,99cBC	91,70abC	127,07bB	130,18
Mista (Branca e preta)	184,00aA	135,55aB	121,50bcB	90,59abC	128,23bB	131,97
Média	185,91	136,88	135,79	95,97	134,53	
CV (%)			29,19			

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

4.1.2 Atributos de qualidade dos frutos

4.1.2.1 Distúrbios fisiológicos

A ocorrência de "russetting" mostrou-se variável entre os ciclos, com maiores valores na safra de 2017/2018 (TABELA 4). No primeiro ano de avaliação, a incidência de "russetting" foi 17,49% nos frutos colhidos sob ChromatiNet® vermelha, sendo inferior à área a pleno sol (38,04%) (TABELA 4). As telas antigranizo mista (67,10%) e ChromatiNet® pérola (67,15%) também apresentaram redução na incidência de "russetting", em relação à área pleno sol (86,67%), na safra 2019/2020. Em 2020/2021 as maiores incidências de "russetting" foram na área a pleno sol, com 83,39% e tela preta 67,21%. A redução da incidência do "russetting" nas plantas sob tela antigranizo pode ser explicada pela diminuição da radiação solar, que é um dos fatores responsáveis

pelo desenvolvimento deste distúrbio (Leite *et al.*, 2002; Amarante *et al.*, 2009). A DFFFA dessas telas em um estudo conduzido na mesma área por Mauta (2018) foi de 14,4%, 18,0% e 19,1% para a tela mista, ChromatiNet® pérola e ChromatiNet® vermelha, respectivamente. Como o resultado não apresentou uma resposta lógica ao longo dos anos avaliados, a redução da incidência de “russetting” pode ser atribuída a várias outras causas, dentre elas estão os danos de natureza física - alta umidade, chuvas frequentes, orvalho acompanhado de alta insolação, ventos frios, radiação solar direta e entre outros- devido a fatores externos, facilmente encontrados nas condições climáticas do Sul do Brasil (Petri *et al.*, 2016). A severidade do “russetting” foi maior na área pleno sol, tela preta e ChromatiNet® pérola na safra de maior incidência - 2017/2018 (TABELA 4). Resultados opostos, foram apresentados por Amarante *et al.* (2009); ao avaliarem o efeito da tela antigranizo em macieiras ‘Fuji’, observaram que a severidade de “russetting” não é afetada por esse sistema de cobertura. Estes resultados também corroboraram com estudo desenvolvido por Leite *et al.* (2002), um dos trabalhos pioneiros ao utilizar tela antigranizo no Brasil, onde uso da tela preta reduziu a severidade de “russetting”. Resultados como estes eram esperados, tendo em vista que a tela antigranizo preta desencadeou uma redução de 22,1% da DFFFA (Mauta, 2018). Frutos com nível de severidade restringindo-se apenas à cavidade peduncular podem ser comercializados normalmente, sem que haja uma depreciação no valor de mercado. Já, frutos que possuem elevado grau de recobrimento da epiderme com “russetting”, tendem a sofrer uma depreciação do ponto de vista comercial, sendo destinados à indústria, já que a ocorrência deste distúrbio não altera o seu sabor e valor nutritivo (Petri *et al.*, 2016). Em 2019/2020 a cobertura das plantas com tela antigranizo reduziu a severidade de “russetting” em relação à área descoberta, com exceção da ChromatiNet® amarela. No último ciclo, segue o mesmo comportamento, em que o uso de tela antigranizo reduziu a severidade de desde distúrbio fisiológico (TABELA 4).

TABELA 4. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de “russeting” em macieiras ‘Fuji Suprema’, em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Incidência%.....					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	38,04aB	92,56aA	49,39aB	86,67aA	83,39aA	70,01
ChromatiNet® Amarela	27,61abC	82,50aA	45,45aBC	80,48abA	54,02bcB	58,01
Preta	28,42abC	92,00aA	42,97aC	70,85abB	67,21abB	60,29
ChromatiNet® Pérola	24,77abC	88,27aA	63,38aAB	67,15bB	62,27bcB	61,17
ChromatiNet® Azul	32,67abC	93,55aA	32,59aC	70,61abB	46,79bcC	55,24
ChromatiNet® Vermelha	17,49bD	82,14aA	49,91aBC	68,65abAB	44,65cC	52,57
Mista (Branca e preta)	33,64abC	87,70aA	50,95aBC	67,10bB	60,96bcB	60,07
Média	28,95	88,39	47,80	73,07	59,90	
CV (%)			29,59			

Tratamento	Severidade -----					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	0,62aC	2,20aA	0,67aC	1,55aB	1,53aB	1,31
ChromatiNet® Amarela	0,40aC	1,62cA	0,55aC	1,23abB	0,69cC	0,90
Preta	0,44aC	2,05abA	0,54aC	1,07bB	1,14bB	1,05
ChromatiNet® Pérola	0,41aC	1,82abcA	0,72aBC	1,05bB	0,86bcB	0,97
ChromatiNet® Azul	0,52aC	1,76bcA	0,43aC	0,94bB	0,61cBC	0,85
ChromatiNet® Vermelha	0,27aC	1,57cA	0,61aBC	0,94bB	0,57cC	0,79
Mista (Branca e preta)	0,56aC	1,66cA	0,55aC	0,99bB	0,85bcBC	0,92
Média	0,46	1,81	0,58	1,11	0,89	
CV (%)			54,48			

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

A cobertura das macieiras ‘Fuji Suprema’ com tela antigranizo reduziu a incidência de frutos com dano de sol, colhidos sob a ChromatiNet® amarela (6,12%) e ChromatiNet® azul (7,23%) (TABELA 5). Os ciclos 2017/2018 e 2018/2019 tiveram uma menor incidência de dano de sol, quando comparado aos outros anos. Na área a pleno sol, 21,02 % dos frutos colhidos apresentaram este distúrbio fisiológico, sendo 17,10% com danos leves e 3,92% severos (TABELA 5). Em relação aos danos leves, a ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul e a tela preta tiveram menor ocorrência de frutos com dano de sol. Já, os danos severos foram maiores sob as ChromatiNet® vermelha, tela mista e a pleno sol (TABELA 5). A queimadura solar na maçã pode ocorrer de forma foto-oxidativa, em frutos que se desenvolvem na sombra, que são

repentinamente expostos à luz solar total, seja por meio da remoção do galho ou do movimento da fruta durante o seu crescimento (Felicetti e Schrader, 2008). Em ambientes com alta radiação, a temperatura da superfície da fruta pode ser aproximadamente 12-15°C mais alta do que a temperatura do ar ambiente (Schrader *et al.*, 2003; Kalcsits *et al.*, 2017). Segundo McCaskill *et al.* (2016), o uso de telas antigranizo pode reduzir a quantidade de energia luminosa que atinge a superfície de absorção, reduzindo a temperatura da superfície do fruto.

TABELA 5. Efeito de telas antigranizo fotoseletivas sobre a incidência e severidade de dano de sol em macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Incidência de dano de sol ...%...					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	26,35	3,83	27,36	21,30	17,01	17,38a
ChromatiNet® Amarela	12,65	0,86	3,03	11,69	8,89	6,12b
Preta	9,35	1,01	5,81	12,18	10,30	7,32ab
ChromatiNet® Pérola	15,35	1,33	16,90	18,87	11,56	12,16ab
ChromatiNet® Azul	8,34	0,98	3,45	11,88	12,60	7,23b
ChromatiNet® Vermelha	21,44	1,33	1,85	20,30	18,17	10,41ab
Mista (Branca e preta)	12,94	3,24	5,68	17,55	14,51	10,24ab
Média	15,20A	5,14C	9,16B	16,25A	13,29A	
CV (%)			59,0			

Tratamento	Frutos com dano de sol leve ...%...					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	19,43	9,21	27,36	18,64	10,85	17,10a
ChromatiNet® Amarela	12,41	6,79	3,03	11,35	6,54	8,03b
Preta	8,67	4,47	5,81	11,22	7,56	7,63b
ChromatiNet® Pérola	12,59	3,81	16,90	16,31	10,39	11,14ab
ChromatiNet® Azul	6,98	4,51	3,45	11,36	12,35	7,73b
ChromatiNet® Vermelha	19,06	6,18	1,85	17,19	14,84	11,82ab
Mista (Branca e preta)	9,49	10,07	5,68	15,94	12,09	10,92ab
Média	12,66AB	6,43B	8,44AB	14,57A	10,66AB	
CV (%)			47,33			

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

----(Página seguinte)

continuação TABELA 5. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de dano de sol em macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Frutos com dano de sol severo					Média
	.. %..					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	6,92	3,83	0,00	2,66	6,16	3,92a
ChromatiNet® Amarela	0,23	0,86	0,00	0,34	2,34	0,76b
Preta	0,69	1,01	0,00	0,96	2,74	1,14b
ChromatiNet® Pérola	2,76	1,33	0,00	2,55	1,17	1,84b
ChromatiNet® Azul	1,35	0,98	0,00	0,52	0,24	0,62b
ChromatiNet® Vermelha	2,38	1,33	0,00	3,11	3,33	2,03ab
Mista (Branca e preta)	3,45	3,24	0,00	1,61	2,42	2,26ab
Média	2,54A	1,80A	0,00B	1,68A	2,63A	
CV (%)			92,61			

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

4.1.2.2 Coloração da epiderme dos frutos

A coloração vermelha da casca é usada como critério de qualidade externa em maçãs bicolores, sendo que quanto mais intensa for a coloração vermelha, geralmente maior será o retorno econômico para o produtor (Mupambi *et al.*, 2018). No experimento, a coloração dos frutos avaliada com o colorímetro, em termos de hue h° , não revelou influência do uso de tela antigranizo no lado mais iluminado (mais vermelha). Contudo, no lado mais sombreado do fruto (mais verde), a tela antigranizo mista apresentou um menor ângulo "hue" do que as ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul e ChromatiNet® vermelha (TABELA 6). Em resultados encontrados por Cassandro *et al.* 2011, no lado sombreado do fruto, tanto o ângulo hue (h°) quanto o valor L foram mais altos para as frutos colhidos de plantas cobertas pela tela antigranizo, em comparação às descobertas. Para estes autores, valores mais altos de h° proporcionado pelo sombreamento das telas, tem um efeito mais prejudicial no desenvolvimento da cor vermelha no lado da fruta menos exposto à radiação solar. Desta forma, a tela antigranizo mista que apresentou menor valor de ângulo de hue no lado sombreado, pode sugerir uma cor mais próxima do vermelho, fator importante para a comercialização do fruto que atenderá as exigências de mercado, que possui uma maior demanda por frutos mais coloridos.

TABELA 6. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na coloração (h°) de frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 E 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Lado iluminado					Média
 h°					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	40,29	45,08	*	46,04	35,29	41,68ns
ChromatiNet® Amarela	39,82	42,00	*	44,79	41,68	42,07
Preta	45,51	35,66	*	44,59	37,65	40,85
ChromatiNet® Pérola	43,42	36,34	*	45,47	35,20	40,11
ChromatiNet® Azul	40,21	40,69	*	47,76	41,98	42,66
ChromatiNet® Vermelha	38,79	40,43	*	44,18	36,26	39,91
Mista (Branca e preta)	39,73	35,28	*	50,81	36,44	40,56
Média	41,11B	39,35B	*	46,23A	37,78B	
CV (%)	12,91					
Tratamentos	Lado sombreado					Média
 h°					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	78,87	88,19	*	80,55	68,74	79,09ab
ChromatiNet® Amarela	87,36	83,38	*	83,11	86,24	85,02a
Preta	79,03	82,90	*	76,72	72,14	77,70ab
ChromatiNet® Pérola	80,64	80,66	*	84,67	69,76	78,93ab
ChromatiNet® Azul	86,05	83,41	*	81,51	81,33	83,07a
ChromatiNet® Vermelha	86,68	82,91	*	81,03	75,26	81,47a
Mista (Branca e preta)	74,29	73,30	*	72,39	73,31	73,32b
Média	81,84A	82,11A	*	80,00AB	75,25B	
CV (%)	9,06					

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 Tukey ($p < 0,05$). *Dados perdidos.

Os tratamentos não tiveram efeito significativo sobre as classes de menor recobrimento da epiderme com a coloração vermelha (TABELA 7). Em 2018/2019 e 2019/2020, foram os ciclos com maior porcentagem de frutos cujo recobrimento da epiderme é $< 25\%$. Na segunda categoria -mais verde- frutos cujo recobrimento ficaram entre ≥ 25 e $< 50\%$, uma maior porcentagem de frutos foi verificada em 2018/2019 (TABELA 7).

Na classificação a qual o recobrimento da epiderme está entre ≥ 50 e $< 75\%$, os ciclos com as menores porcentagens de frutos foram 2018/2019 e 2020/2021, registrando 26,36% e 22,78%, respectivamente. Já, para os outros ciclos, os valores oscilaram de 35,21% a 43,14%. Em relação aos tratamentos, a tela mista apresentou uma quantidade menor (25,62%) de frutos, em relação

à ChromatiNet® amarela (39,64%) (TABELA 7). Na classe mais colorida (>75%), as telas ChromatiNet® azul (60,52%), mista (61,15%) e preta (40,71%) tiveram o mesmo efeito da área a pleno sol (54,73%). Em contrapartida, a ChromatiNet® vermelha apresentou a menor porcentagem (26,53%) em 2016/2017. Na safra seguinte, 75,94% dos frutos colhidos sob tela mista estavam na categoria mais colorida, sendo superior à ChromatiNet® vermelha (51,15%), tela preta (51,90%) e ChromatiNet® amarela (49,14%) (TABELA 7). Esses resultados não se repetiram na safra 2018/2019, onde a tela ChromatiNet® amarela (20,15%) foi inferior à tela mista (46,89%). Em 2020/2021 a área a pleno sol obteve a maior porcentagem de frutos mais coloridos, por outro lado, a ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® azul registraram os menores valores (TABELA 7). A coloração vermelha da epiderme é utilizada como critério externo de qualidade em maçãs bicolores, e geralmente quanto mais vermelha maior o retorno econômico para o produtor (Mupambi *et al.*, 2018). Sabe-se que a coloração da epiderme do fruto da maçã é afetada pela exposição à luz, contudo, a tela antigranizo reduz os níveis de luz que atinge as plantas e frutos durante toda a estação de crescimento e, se houver muito sombreamento, há o potencial de afetar adversamente a cor dos frutos em cultivares verdes e bicolores (Mupambi *et al.*, 2018). Desta forma, o menor h^o encontrado nos lados sombreados dos frutos e maior porcentagem de frutos como recobrimento da epiderme acima de 75% sob tela mista (TABELA 6 e TABELA 7) confirma a menor redução de DFFFA observada sob esta tela, que foi 14,4% (Apêndice 1).

TABELA 7. Efeito de telas antigranizo fotosselativas no recobrimento da epiderme dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Recobrimento da epiderme					Média	Recobrimento da epiderme					Média
	...<25%...						≥50 e <75%..					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21		2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	0,22	0,67	0,00	1,48	0,00	0,47ns	38,73	27,77	20,65	32,19	15,46	26,96ab
ChromatiNet® Amarela	1,37	1,00	7,66	1,50	0,70	2,45	50,97	42,16	27,05	42,33	35,71	39,64a
Preta	0,00	0,19	3,25	1,99	0,71	1,12	44,18	38,62	33,83	33,81	20,88	34,29ab
ChromatiNet® Pérola	0,50	1,28	0,00	4,68	0,24	1,57	51,72	33,93	11,27	40,99	21,61	35,55ab
ChromatiNet® Azul	0,00	0,19	0,49	3,73	0,70	1,02	36,47	39,64	42,16	39,51	28,07	37,17ab
ChromatiNet® Vermelha	0,23	0,00	0,74	1,39	0,48	0,57	52,70	41,12	25,45	43,91	16,65	35,96ab
Mista (Branca e preta)	0,00	0,00	0,32	1,09	0,45	0,37	27,23	23,19	10,74	42,15	21,08	25,62b
Média	0,33C	0,48BC	2,01AB	2,26A	0,47BC		43,14A	35,21A	26,36B	39,27A	22,78B	
CV (%)			153,15						24,63			

Tratamento	Recobrimento da epiderme					Média	Recobrimento da epiderme					Média
	..≥ 25 e <50 %..						≥75%..					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21		2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	6,32	8,68	39,84	24,56	0,83	16,05ns	54,73abB	62,87abB	39,51abB	41,77aB	83,70aA	56,97
ChromatiNet® Amarela	15,69	7,70	45,15	15,18	9,13	18,57	31,97bcAB	49,14ba	20,15bB	40,99aA	54,45cA	41,18
Preta	15,11	9,29	25,89	12,36	4,62	12,80	40,71abcB	51,90bAB	37,04abB	51,85aB	73,78abcA	53,64
ChromatiNet® Pérola	17,41	3,56	56,34	19,83	1,89	13,36	30,38bcC	61,23abAB	32,39abBC	34,50aC	76,26abcA	51,09
ChromatiNet® Azul	3,02	3,13	27,11	17,83	14,75	13,17	60,52aA	57,04abA	30,23abB	38,93aAB	56,47bcA	45,67
ChromatiNet® Vermelha	20,55	7,73	31,52	11,10	4,07	14,99	26,53cC	51,15bB	42,29abBC	43,59aBC	78,80abA	53,96
Mista (Branca e preta)	11,61	0,88	42,05	11,94	2,98	12,41	61,15aAB	75,94aA	46,89aB	44,82aB	75,50abcA	60,79
Média	12,82BC	5,85C	36,29A	16,11B	5,47C		43,712	58,47	35,50	42,35	71,28	
CV (%)				60,8					24,46			

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 Tukey ($p < 0,05$).

A cor da epiderme do fruto é um fator muito importante para determinação do seu valor comercial, e segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã, é necessário um mínimo de 50% e 75% da superfície da fruta recoberta com a coloração vermelha para atender os requisitos de classificação de cor para a categoria 1 e extra, respectivamente (BRASIL, 2006). Desta forma, com exceção de 2018/2019, os frutos colhidos tanto em área de tela antigranizo, quanto em pleno sol poderiam ser comercializados em categoria extra, cujo recobrimento da epiderme está acima de 75%. Quando as médias dos frutos com coloração > 50% foram comparados, os maiores valores foram observados durante o ciclo 2017/2018 e 2016/2017, respectivamente (dados não apresentados). Durante a maturação da fruta, a combinação de temperaturas baixas combinadas com alta intensidade de luz induz um rápido acúmulo de pigmentação antocianina na epiderme da maçã (Mupambi *et al.*, 2018). Assim, o desenvolvimento da cor vermelha em maçãs 'Fuji Suprema' pode ter sido influenciado pela estação, devido ao efeito direto das temperaturas na biossíntese de antocianinas.

4.1.2.3 Tamanho e formato dos frutos

O uso de tela antigranizo proporcionou diferenças significativas em relação ao calibre dos frutos em todas as classes avaliadas (TABELA 8). Na safra 2016/2017, primeira colheita, houve uma maior porcentagem de frutos com calibre ≤ 80 , pesando $>212,5$ g nas plantas sob tela antigranizo. Nesta e na safra seguinte, a ChromatiNet® azul (20,50 e 7,69%, respectivamente) apresentou resultados superiores à área a pleno sol (13,00 e 2,00%, respectivamente) nesta mesma categoria, decorrente da menor produção por planta ($7,94 \text{ kg planta}^{-1}$) (TABELA 2 e TABELA 8). Estes resultados corroboram com observados por Bastías *et al.* (2012), que verificaram frutos de macieiras 'Fuji' de maior calibre sob tela azul, atribuído ao aumento da fotossíntese líquida. Em estudos desenvolvidos por Mauta *et al.* (2020), em macieiras 'Maxi Gala' nas mesmas condições de Monte Alegre dos Campos, Brasil, observou-se um leve aumento na assimilação líquida de CO_2 sob a tela azul, da ordem de $12,8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, em comparação às telas preta ($12,5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e ChromatiNet® amarela ($12,0 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), provavelmente por um efeito direto da redução da DFFFA e, portanto, maior disponibilidade de carboidratos para o crescimento adequado dos frutos.

Vale ressaltar que mesmo que a compensação esteja reduzindo a quantidade total de luz por baixo das telas, a malha fotosselativa é dispersiva de luz, podendo aumentar a sua disponibilidade no interior das copas, estimulando a fotossíntese e a produtividade (Shahak, 2014). Por outro lado, em 2020/2021, frutos colhidos sob a tela antigranizo preta e a pleno sol tiveram as maiores porcentagens no calibre 80, quando comparado com a ChromatiNet® azul. Na safra 2016/2017, 37,46% dos frutos estavam com calibre entre 90 e 100, pesando >171,50 e ≤212,5 g. Em 2018/2019 6,25% dos frutos da área a pleno sol estavam nesta categoria, diferindo daqueles colhidos sob tela mista, que tinham apenas 1,11%. Em 2019/2020 as maiores porcentagens de frutos com calibre entre 90 e 100, foram observadas sob as telas preta e ChromatiNet® amarela, e a menor na área a pleno sol. Na última safra, os resultados se assemelharam a 2018/2019, em que a maior parte dos frutos estavam na área a pleno sol e as menores sob a tela mista e ChromatiNet® azul, respectivamente (TABELA 9). O grupo de frutos com calibre entre 110 e 120, pesando >141,50 e ≤171,50 gramas, só apresentou efeito no ciclo 2019/2020, no qual o pleno sol foi inferior à ChromatiNet® amarela, tela preta e ChromatiNet® azul (TABELA 9). Na safra 2016/2017 a ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul e tela mista tiveram 13,50%, 10,50% e 9,38% dos frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando >104,50 e ≤141,50 g), respectivamente, valores estes que não diferiram dos colhidos na área a pleno sol, que foi de 19,25%.

Uma maior porcentagem de frutos com calibre ≥180, cujo peso é menor que 104,0 g foi observada na colheita 2019/2020, com 47,79% dos frutos nesta categoria. Na safra 2018/2019 a ChromatiNet® pérola registrou 35,84% e a ChromatiNet® azul 16,32% dos frutos de menor calibre. Em 2019/2020, 69,25% dos frutos desta categoria foi observada na área pleno sol, mostrando que foi uma safra de frutos muito pequenos. Entre as telas antigranizo, preta, ChromatiNet® amarela e a ChromatiNet® azul tiveram uma menor porcentagem de frutos calibre ≥180, registrando 29,25%, 32,75% e 45,75%, respectivamente. Em estudo desenvolvido por Bastías et al., 2011, ao comparar diferentes cores de telas de proteção, constatou-se que a fotossíntese líquida em maçãs 'Fuji' foi significativamente maior sob tela azul (46,3%). Para Bastías et al. 2012, o aumento no tamanho da fruta em plantas cultivadas sob tela azul (27%), resultante do crescimento acelerado dos frutos ao longo da estação pode ser

atribuído ao aumento da fotossíntese líquida. A fotossíntese líquida é um indicador da taxa de assimilação de carbono, processo fundamental para a produção de biomassa e para a manutenção do ciclo energético das plantas. Durante a fotossíntese, as plantas capturam dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e, com a energia da luz, convertem-no em compostos orgânicos, como açúcares que são utilizados para o crescimento da planta, onde parte dos assimilados são convertidos em biomassa e outra parte oxidada durante a respiração (Popov et al. 2003). Da mesma forma, mudanças na composição da luz, como aumentos na luz difusa e na proporção azul-vermelho melhoraram o crescimento das plantas, o rendimento, a fotossíntese foliar e a condutância estomática das folhas em culturas de tomate, kiwi, mirtilo e maçã cultivadas sob diferentes tipos de telas de proteção (Salazar-Canales *et al.*, 2021). Com base nesses resultados listados acima e encobertos por diversos autores, de forma geral a exposição aumentada à luz azul, principalmente sob a tela fotosseletiva azul, está ligada ao aumento do fotossistema II, aumento da condutância estomática, logo, o aumento da fotossíntese líquida. Deste modo, esses resultados podem implicar em uma resposta ao incremento produtivo, principalmente ao aporte de assimilados destinado ao crescimento de frutos.

Para a ChromatiNet[®] amarela, Shahak *et al.*, 2016 constatou um aumento das bagas em diversas cultivares de uva de mesa em estudos realizados em quatro locais diferentes em Israel durante 1999-2005. Segundo Wang e Folta. 2013, o efeito superestimulante de telas antigranizo amarela em culturas ornamentais e frutíferas pode estar relacionado, à indução de níveis aumentados de giberelina bioativa (GA) previamente demonstrada como sendo induzida por iluminação verde suplementar. Este fator, pode ser uma das explicações para frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em condições sem irrigação tenham sido maiores em comparação as outras telas. Além disso, de acordo com Bastías *et al.*, (2012) as telas amarelas podem filtrar certas faixas de luz, aumentando a quantidade de luz útil para a fotossíntese, o que leva a uma maior produção de carboidratos, o que pode explicar o maior crescimento dos frutos. A força de dreno de uma macieira também vai influenciar o tamanho do fruto e é proporcional ao número de frutos por planta (Elfving e Schechter, 1993) e além disso, a produção e o calibre do fruto dependem das condições ambientais e do potencial genético da cultivar (Silva *et al.*, 2000; Mupambi *et al.*, 2018). Isso pode

ser comprovado no presente estudo, o qual no ciclo de maior produção - 2019/2020 - foi observada uma maior porcentagem de frutos com menor calibre, principalmente na área a pleno sol (TABELA 8). Na última safra, a ChromatiNet® azul e tela mista, tiveram 34,75% e 34,00% dos frutos com calibre ≥ 180 , enquanto que pleno sol, ChromatiNet® pérola e ChromatiNet® amarela, registraram 12,72%, 17,90% e 17,25% dos frutos, respectivamente (TABELA 8).

TABELA 8. Calibres de frutos, em macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo 'Mark IV', com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	<80*					Média
	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	
ChromatiNet® Amarela	26,75aA	5,25abB	0,25aD	0,75aCD	3,25abBC	7,25
Preta	28,00aA	4,25abB	0,00aC	0,00aC	6,22aB	8,10
ChromatiNet® Pérola	29,76aA	3,75abB	1,16aBC	0,50aC	4,11abB	8,21
ChromatiNet® Azul	20,50abA	7,69aB	0,00aC	0,00aC	1,00bC	5,84
ChromatiNet® Vermelha	29,25aA	3,50abB	0,00aC	0,00aC	2,00abB	6,95
Mista (Branca e preta)	29,61aA	2,75abB	0,00aC	0,00aC	1,75abBC	6,82
Pleno Sol (sem cobertura)	13,00bA	2,00bBC	0,25aC	0,00aC	5,87aAB	4,22
Média	25,27	4,17	0,21	0,18	3,46	
CV (%)			111,00			
Tratamento	90 a 100					Média
	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	
ChromatiNet® Amarela	39,50aA	19,75aB	3,00abD	4,75aCD	12,75abcBC	15,95
Preta	38,50aA	20,00aB	4,76abC	7,00aC	13,53abcBC	17,39
ChromatiNet® Pérola	38,54aA	17,75aB	2,08abC	1,75abC	15,32abB	15,77
ChromatiNet® Azul	41,50aA	17,64aB	3,51abC	3,75abC	4,75cC	14,23
ChromatiNet® Vermelha	37,50aA	16,50aB	2,45abC	2,00abC	10,75abcB	13,84
Mista (Branca e preta)	34,65aA	18,75aB	1,11bD	2,50abCD	8,00bcC	13,00
Pleno Sol (sem cobertura)	32,00aA	11,50aBC	6,25aC	0,25bD	21,31aAB	14,26
Média	37,46A	17,41B	3,31C	3,14C	12,34	
CV (%)			60,34			

* I – frutos com calibre ≤ 80 (pesando $>212,5$ g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando $>171,50$ e $\leq 212,5$ g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando $>141,50$ e $\leq 171,50$ gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando $>104,50$ e $\leq 141,50$ g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (pesando $\leq 104,50$ g). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

----(Página seguinte)

continuação TABELA 8. Calibres de frutos, em macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo 'Mark IV', com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	110 a 120					Média
	%					
	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	
ChromatiNet® Amarela	18,75aAB	28,75aA	3,00abD	4,75aCD	12,75abcBC	15,95
Preta	23,25aAB	31,75aA	4,76abC	7,00aC	13,53abcBC	17,39
ChromatiNet® Pérola	24,63aAB	29,25aA	2,08abC	1,75abC	15,32abB	15,77
ChromatiNet® Azul	24,75aA	23,03aAB	3,51abC	3,75abC	4,75cC	14,23
ChromatiNet® Vermelha	23,25aA	25,00aA	2,45abC	2,00abC	10,75abcB	13,84
Mista (Branca e preta)	22,35aA	24,75aA	1,11bD	2,50abCD	8,00bcC	13,00
Pleno Sol (sem cobertura)	32,75aA	32,50aA	6,25aC	0,25bD	21,31aAB	14,26
Média	24,25	27,86	3,31C	3,14C	12,34	
CV (%)			27,73			

Tratamento	135 a 165					Média
	%					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
ChromatiNet® Amarela	13,50abC	36,75aB	56,97aA	44,75aAB	40,25aB	38,93
Preta	8,50bD	35,75aBC	53,85aA	46,75aAB	33,70aC	35,16
ChromatiNet® Pérola	6,07bB	37,75aA	46,81aA	38,25abA	37,26aA	33,91
ChromatiNet® Azul	10,50abC	36,61aB	55,43aA	37,00abB	45,50aAB	37,97
ChromatiNet® Vermelha	7,25bC	41,00aB	59,74aA	37,25abB	34,50aB	36,65
Mista (Branca e preta)	9,38abC	36,75aB	53,98aA	37,25abB	41,75aAB	35,82
Pleno Sol (sem cobertura)	19,25aD	46,50aAB	51,25aA	28,25bCD	34,17aBC	35,88
Média	10,64	38,73	54,00	38,50	38,16	
CV (%)			29,57			

* I – frutos com calibre ≤ 80 (pesando $>212,5$ g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando $>171,50$ e $\leq 212,5$ g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando $>141,50$ e $\leq 171,50$ gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando $>104,50$ e $\leq 141,50$ g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (pesando $\leq 104,50$ g). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

(Página seguinte)

continuação TABELA 8. Calibres de frutos, em macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo 'Mark IV', com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	≥180					Média
	%					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
ChromatiNet® Amarela	1,50aC	9,50aB	25,63abA	32,75cdA	17,25bcAB	17,32
Preta	1,75aB	8,25aB	24,45abA	29,25dA	28,75abA	18,18
ChromatiNet® Pérola	1,00aC	11,50aB	35,84aA	50,75abcA	17,90bcB	22,74
ChromatiNet® Azul	2,75aC	15,04aB	16,32bB	45,75bcdA	34,75aAB	22,92
ChromatiNet® Vermelha	2,75aC	14,00aB	22,19abB	53,25abA	31,75abB	24,79
Mista (Branca e preta)	4,02aD	17,00aC	27,35abBC	53,50abA	34,00aB	27,17
Pleno Sol (sem cobertura)	3,00aC	7,25aC	22,50abB	69,25aA	12,72cBC	22,94
Média	2,40	11,79	24,49	47,79	25,30	
CV (%)			53,38			

* I – frutos com calibre ≤ 80 (pesando >212, 5 g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando >171,50 e ≤212,5 g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando >141,50 e ≤171,50 gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando >104,50 e ≤141,50 g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (pesando ≤104,50 g). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Tukey (p<0,05).

A utilização das telas antigranizo, independentemente da coloração, não influenciou o comprimento, diâmetro e formato dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema', durante os ciclos avaliados (TABELAS 9, 10 e 11). Outro fator que interfere no formato do fruto é o número de sementes contidos nos frutos: no ciclo 2016/2017 foi observado maior número de sementes nos frutos colhidos na área a pleno sol (8,41 sementes fruto⁻¹), sendo superior àqueles colhidos sob telas ChromatiNet® azul (6,63 sementes fruto⁻¹), preta (6,89 sementes fruto⁻¹) e ChromatiNet® vermelha (6,94 sementes fruto⁻¹) (TABELA 12). Segundo Leite *et al.* (2002), a utilização de telas antigranizo pode ser um empecilho às atividades das abelhas, o que conseqüentemente afeta a polinização. Contudo, esta hipótese não pode ser levada em consideração para este estudo, pois com a instalação de todas as telas na mesma linha de cultivo, era esperado uma redução no número de sementes sob tela antigranizo, independente da coloração, o que não foi verificado sob as telas ChromatiNet® amarela (8,00 sementes fruto⁻¹), mista (7,99 sementes fruto⁻¹) e ChromatiNet® pérola (7,91

sementes fruto⁻¹) (TABELA 12). O maior número de sementes, principalmente sob as telas mista e ChromatiNet® amarela, pode ser justificado pela disposição dessas telas, que ficam na extremidade da fila, local onde são colocadas as colmeias e que pode ter favorecido a polinização. No ciclo 2017/2018 os frutos colhidos sob tela antigranizo preta continham 7,19 sementes fruto⁻¹, sendo superior apenas à ChromatiNet® amarela (5,45 sementes fruto⁻¹) (TABELA 12). Essa menor quantidade de sementes sob a ChromatiNet® amarela, especificamente no ciclo 2017/2018, pode ser devido a qualidade da colmeia. Em pomares de macieiras localizados no sul do Brasil, o aluguel de colmeias na época da floração é uma prática comum para melhorar a polinização e, conseqüentemente, a produção de frutos. No entanto, o monitoramento com visitas periódicas que é crucial para verificar seu estado geral, incluindo população de abelhas, saúde das abelhas, qualidade da rainha, condições da colmeia e disponibilidade de alimentos, fica aquém. Comprometendo assim, uma polinização eficaz e conseqüentemente, o número de sementes nos frutos.

TABELA 9. Comprimento médio dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Comprimento do fruto cm					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	6,15	5,68	4,94	5,02	7,07	5,77ns
ChromatiNet® Amarela	6,45	5,67	5,33	5,51	6,84	5,96
Preta	6,56	5,88	5,44	5,43	6,88	6,04
ChromatiNet® Pérola	6,61	5,83	4,98	5,33	6,92	5,94
ChromatiNet® Azul	6,37	5,84	5,69	5,39	6,53	5,96
ChromatiNet® Vermelha	6,53	5,68	5,26	5,29	6,67	5,88
Mista (Branca e preta)	6,61	5,71	5,27	5,34	6,61	5,97
Média	6,47B	5,76C	5,34D	5,33D	6,79A	
CV (%)			5,19			

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 Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 10. Diâmetro médio dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Diâmetro do fruto cm					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	7,49	7,03	6,33	6,04	5,87	6,55ns
ChromatiNet® Amarela	7,69	6,94	6,39	6,46	5,74	6,38
Preta	7,73	7,25	6,63	6,31	5,77	6,49
ChromatiNet® Pérola	7,69	7,12	5,80	6,19	5,78	6,22
ChromatiNet® Azul	7,65	7,25	7,30	6,18	5,42	6,53
ChromatiNet® Vermelha	7,62	6,92	6,31	6,12	5,53	6,22
Mista (Branca e preta)	7,44	6,90	6,60	6,30	5,48	6,32
Média	7,61A	7,06B	6,56C	6,23D	5,65E	
CV (%)			5,48			

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 Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 11. Formato dos frutos (relação C/D) de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Formato do fruto cm					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	0,82	0,81	0,78	0,83	0,83	0,82ns
ChromatiNet® Amarela	0,84	0,82	0,83	0,85	0,84	0,84
Preta	0,85	0,81	0,82	0,87	0,84	0,84
ChromatiNet® Pérola	0,86	0,82	0,86	0,86	0,84	0,85
ChromatiNet® Azul	0,83	0,81	0,78	0,87	0,83	0,82
ChromatiNet® Vermelha	0,86	0,82	0,83	0,87	0,83	0,84
Mista (Branca e preta)	0,89	0,83	0,85	0,85	0,83	0,85
Média	0,85A	0,82A	0,83A	0,86A	0,83A	
CV (%)			11,9			

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 Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 12. Número de sementes dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Número de sementes semente fruto ⁻¹					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	8,41aA	6,58abC	7,85aAB	6,93aBC	7,90aAB	7,53
ChromatiNet® Amarela	8,00abA	5,45bC	8,36aA	6,57aB	7,85aA	7,25
Preta	6,89bcB	7,19aAB	7,75aAB	6,61aB	8,12aA	7,31
ChromatiNet® Pérola	7,91abAB	6,04abC	7,55aABC	6,89aBC	8,36aA	7,35
ChromatiNet® Azul	6,63cBC	6,24abC	7,65aAB	6,49aC	8,10aA	7,02
ChromatiNet® Vermelha	6,94bcBC	6,51abC	8,01aAB	6,43aC	8,45aA	7,27
Mista (Branca e preta)	7,99abAB	6,45abC	8,23aAB	7,28aBC	8,38aA	7,67
Média	7,54	6,35	7,92	6,74	8,16	
CV (%)			13,02			

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 Tukey ($p < 0,05$).

4.1.2.4 Qualidade físico-química

A firmeza de polpa (FP) dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' apresentou diferenças entre as telas antigranizo avaliadas, nos ciclos 2016/2017 (menor produção do pomar) e 2018/2019, não apresentando diferenças entre os outros períodos avaliados (TABELA 13). Em 2016/2017, a ChromatiNet® amarela deteve de uma maior firmeza de polpa (79,40 N), superando todos os outros tratamentos, com exceção da tela antigranizo de malha preta (73,81 N). Já, em 2018/2019, a firmeza de polpa dos frutos colhidos sob ChromatiNet® vermelha foi de 64,83 N, sendo superior apenas à ChromatiNet® amarela 56,30 N. As 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 fator importante que influencia a FP, é a posição do fruto da macieira na copa, em que os mais externos tendem a ser de textura mais firme quando comparados aos frutos sombreados no interior do dossel (Mupambi *et al.*, 2018). Logo, as maiores firmezas identificadas no ciclo 2016/2017 devem estar relacionadas à idade das plantas (3-4 anos), período com baixa ramificação e folhagem, fazendo

com que os frutos fossem mais expostos à luz solar. Por outro lado, no ciclo 2018/2019 as plantas já estavam formadas, com aproximadamente seis anos de idade, podem ter causado um maior sombreamento nos frutos e conseqüentemente terem diminuído a firmeza de polpa. O que também corrobora com esta hipótese, é o fato de que 2018/2019 ter sido um ciclo com volume de precipitação alto (FIGURA 2), em relação a 2016/2017, podendo ser indicativo de alta nebulosidade. Para Loreti *et al.* (1993), condições de pouca luz favorece a má formação da parede celular e um maior influxo de água nas células do córtex da fruta, justificando a menor FP. O uso de tela antigranizo não ocasionou efeito nos valores de sólidos solúveis, sendo os maiores valores de °Brix observados nos ciclos 2018/2019 e 2019/2020 (TABELA 13). Outros autores também reportaram que cobrir macieiras com tela antigranizo não afeta o teor de açúcar na colheita (Widmer; 2000, Amarante *et al.*, 2011; Bosco *et al.*, 2014).

TABELA 13. Firmeza de polpa e sólidos solúveis dos frutos na colheita, em macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Firmeza de Polpa (N)					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	62,95cdB	57,58aB	62,29abB	71,67aA	60,07aB	62,91
ChromatiNet® Amarela	79,40aA	60,84aC	56,30bC	68,97aB	58,87aC	64,88
Preta	73,81abA	58,43aC	58,89abC	67,89aAB	62,54aBC	64,31
ChromatiNet® Pérola	59,34dB	57,97aB	61,44abAB	70,13aA	61,82aB	62,14
ChromatiNet® Azul	59,65dB	60,06aB	58,52abB	72,16aA	61,88aB	62,45
ChromatiNet® Vermelha	67,98bcAB	58,37aC	64,83aABC	70,78aA	61,15aBC	64,62
Mista (Branca e preta)	60,66cdB	60,10aB	61,62abB	72,83aA	61,76aB	63,39
Média	66,26	59,05	60,56	70,63	61,16	
CV (%)			10,26			

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 Tukey ($p < 0,05$).

----- (Página seguinte)

continuação TABELA 13. Firmeza de polpa e sólidos solúveis dos frutos na colheita, em macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Sólidos Solúveis °Brix					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	13,08	12,03	15,20	14,61	14,58	13,90 ^{ns}
ChromatiNet® Amarela	12,13	12,48	14,10	14,09	12,21	13,00
Preta	12,45	13,30	14,78	13,82	13,15	13,43
ChromatiNet® Pérola	12,99	12,31	14,75	13,68	13,92	13,31
ChromatiNet® Azul	12,36	13,01	13,66	14,09	12,47	13,12
ChromatiNet® Vermelha	12,34	12,36	13,54	13,93	12,87	13,01
Mista (Branca e preta)	12,60	12,85	14,06	14,22	13,52	13,42
Média	12,56 ^C	12,62 ^{BC}	14,23 ^A	14,06 ^A	13,24 ^B	
CV (%)						8,01

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 Tukey ($p < 0,05$).

Para algumas cultivares, tem sido relatado que maçãs descobertas têm uma degradação do amido avançada, resultando em uma antecipação da maturação dos frutos em comparação com as encontradas sob malhas de cor escura (Manja e Aoun, 2019). No entanto, o uso de tela antigranizo, independente da cor, não retardou o amadurecimento dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em uma área sem irrigação, ao longo de cinco ciclos (TABELA 14). De acordo com Lee *et al.* (2015), em muitos casos o sombreamento causado pelas telas antigranizo pode afetar negativamente o conteúdo dos sólidos solúveis totais, contudo, a luz solar ainda pode se infiltrar em níveis de sombreamento $\leq 20\%$. Provavelmente, por esta razão os resultados de sólidos solúveis e degradação do amido não registraram diferenças substanciais entre os ambientes estudados, cujo sombreamento fica entre 18-20%. A degradação do amido, o teor de açúcar solúvel (SS) e acidez titulável são considerados os principais fatores que influenciam o sabor da fruta (Manja e Aoun, 2019). A constatação que o uso da tela antigranizo não alterou essas características, quando comparado aos frutos colhidos em uma área sem tela, torna-se um resultado interessante para o produtor em regiões de risco de granizo.

TABELA 14. Índice iodo-amido dos frutos na colheita, em macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Índice iodo-amido (1-9)					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	6,34	7,77	8,68	6,73	8,24	7,55ns
ChromatiNet® Amarela	6,70	7,68	8,89	6,62	8,51	7,68
Preta	6,79	7,65	8,62	6,10	8,47	7,53
ChromatiNet® Pérola	6,75	7,61	8,85	7,07	8,26	7,71
ChromatiNet® Azul	6,69	7,75	8,58	8,30	8,76	8,01
ChromatiNet® Vermelha	6,83	7,71	8,81	7,65	8,51	7,90
Mista (Branca e preta)	6,13	7,49	9,00	7,38	8,44	7,69
Média	6,61C	7,67B	8,77A	7,12C	8,46A	
CV (%)			8,28			

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 Tukey ($p < 0,05$).

A acidez (AT - porcentagem de ácido málico) da fruta afeta a percepção do sabor e, portanto, é um componente importante da qualidade organoléptica da maçã (Etienne *et al.*, 2013). A AT de macieiras 'Fuji Suprema' foi afetada pelo uso de tela antigranizo apenas no ciclo 2019/2020, em que os maiores valores foram nos frutos colhidos na área a pleno sol e ChromatiNet® azul (TABELA 15). Solomakhin e Blanke, 2010 também verificaram uma redução na acidez titulável de macieiras 'Fuji' e 'Pinova' cobertas com telas verde-preta (20%), branca (12%), vermelha-branca (14%) e vermelha -preta (18%). O teor de ácido málico geralmente diminui à medida que a maçã amadurece. Frutas verdes e imaturas têm mais ácido málico, enquanto frutas maduras têm menor concentração. Segundo Mupambi *et al.* (2018) a exposição dos frutos ao pleno sol, em relação à posição da copa afeta a AT, porém esse efeito não é consistente. Para Bosco 2011, diferenças significativas não foram encontradas no teor de acidez nos frutos da cultivar 'Fuji Suprema', avaliados em dois ciclos produtivos em um ambiente coberto com tela preta e outro descoberto. Muitos autores indicam que não há diferenças na acidez titulável das frutas cobertas com diferentes tipos de telas (Ordóñez *et al.*, 2016) quando as frutas são avaliadas no mesmo estágio de maturação, a cor da tela não influenciou a acidez das maçãs.

TABELA 15. Teores de ácido málico em frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos vegetativos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Acidez titulável Ácido málico (%)				
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Pleno Sol (sem cobertura)	0,21ns	*	*	0,45a	0,32ns
ChromatiNet® Amarela	0,19	*	*	0,31b	0,26
Preta	0,21	*	*	0,30b	0,24
ChromatiNet® Pérola	0,23	*	*	0,31b	0,28
ChromatiNet® Azul	0,23	*	*	0,37ab	0,23
ChromatiNet® Vermelha	0,21	*	*	0,33b	0,25
Mista (Branca e preta)	0,23	*	*	0,32b	0,23
Média	0,22	*	*	0,34	0,26
CV (%)	19,53	*	*	15,02	17,25

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 Tukey ($p < 0,05$). *Dados perdidos.

Maçãs 'Imperial Gala' cobertas com tela vermelha e cristal tiveram maior rendimento, com alta produção e maior número de frutos por planta, podendo ter causado um impacto negativo, reduzindo a AT da fruta (Amarante *et al.*, 2018). No presente estudo, as plantas cobertas com ChromatiNet® azul durante o ciclo 2019/20, apresentaram os menores atributos de produtividade (produção e número de frutos), o que pode ter contribuído para aumento do valor de acidez titulável. Já a maior concentração de ácido málico em maçãs cultivadas a pleno sol, pode ser resultado da interação entre a fotossíntese intensificada e o metabolismo da planta, ambos influenciados pela disponibilidade de luz solar. Telas antigranizo, por outro lado, podem reduzir a luz solar e influenciar o metabolismo da planta, levando a um teor menor de ácido málico nas maçãs. Nos ciclos produtivos 2017/2018 e 2018/2019 as amostras foram perdidas e em decorrência disto, as avaliações não puderam ser executadas (TABELA 15).

4.1.3 Atributos de crescimento vegetativo

O uso de telas antigranizo não interferiu na massa de ramos velhos e número de ramos podados (TABELA 16 e 19). Os dados referentes ao primeiro ciclo e ao pleno sol de 2017/2018 e 2018/2019 foram perdidos, não podendo ser utilizado nas análises estatísticas.

TABELA 16. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa de ramos velhos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Massa de ramos velhos					Média
	...kg planta ⁻¹ ...					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	*	*	*	0,84	1,00	0,92ns
ChromatiNet® Amarela	*	0,11	0,83	0,93	0,49	0,62
Preta	*	0,20	0,41	0,84	0,77	0,57
ChromatiNet® Pérola	*	0,09	0,77	0,75	0,65	0,60
ChromatiNet® Azul	*	0,18	0,44	0,63	0,62	0,49
ChromatiNet® Vermelha	*	0,22	0,57	0,86	0,82	0,66
Mista (Branca e preta)	*	0,02	0,34	0,72	0,63	0,48
Média	*	0,14C	0,56B	0,80A	0,71AB	
CV(%)			82,11			

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 Tukey ($p < 0,05$). * Dados perdidos.

A cobertura das plantas com a ChromatiNet® vermelha favoreceu a maior ocorrência de brotos de primeiro ano (ramos novos), não diferindo apenas da ChromatiNet® amarela e tela preta (TABELA 17). As telas antigranizo fotosseletivas, ao contrário das telas pretas tradicionais, permitem a passagem de radiação solar em diferentes faixas espectrais, influenciando diretamente a fotossíntese das plantas. As telas amarelas e vermelhas, em particular, permitem a passagem de luz azul, que é qualitativamente necessária para um funcionamento fotossintético normal, otimizando a fotossíntese e fornecendo energia para o crescimento vegetativo das macieiras (Hogewoning *et al*, 2010). Maiores valores de crescimento de ramos novos sob a tela de proteção contra granizo preta eram esperados. Em resposta, as plantas aumentam seu vigor vegetativo para otimizar os processos dependentes da luz e melhorar a captação da luz incidente. Esses resultados melhoram a capacidade da planta de desenvolver flores e frutos, resultando em um aumento na produção e na qualidade dos frutos. Valores de ramos novos podados da área a pleno sol (TABELA 17) não foram apresentados nos ciclos produtivos 2017/2018 e 2018/2019 em decorrência da perda das amostras que não foram identificadas corretamente, sendo misturadas com outros experimentos que aconteciam concomitantemente.

TABELA 17. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa de ramos novos de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Massa de ramos novos					Média
	...Kg planta ⁻¹ ...					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	0,16	*	*	0,12	0,37	0,21b
ChromatiNet® Amarela	0,31	0,44	0,41	0,23	0,22	0,32ab
Preta	0,21	0,37	0,33	0,29	0,38	0,32ab
ChromatiNet® Pérola	0,19	0,17	0,39	0,19	0,28	0,25b
ChromatiNet® Azul	0,16	0,28	0,21	0,22	0,30	0,23b
ChromatiNet® Vermelha	0,36	0,43	0,36	0,33	0,66	0,43a
Mista (Branca e preta)	0,28	0,08	0,23	0,19	0,28	0,21b
Média	0,24A	0,30A	0,32A	0,23A	0,27A	
CV(%)	103,31					

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 Tukey ($p < 0,05$).

A ChromatiNet® vermelha também registrou uma massa média de ramos podados de 21,40 g.ramo⁻¹, superando os valores de 13,60 e 10,55 g.ramo⁻¹, na ChromatiNet® pérola e área a pleno sol, respectivamente (TABELA 18). Entre os anos, o primeiro ciclo produtivo (2016/2017) foi que apresentou a maior massa média de ramos podados. Esses resultados, vão diminuindo conforme as plantas vão ficando mais velhas (Tabela 18).

TABELA 18. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa média de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Massa média de ramos					Média
	...g ramo ⁻¹ ...					
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	20,03	*	*	2,71	8,92	10,55b
ChromatiNet® Amarela	24,71	22,89	11,93	7,60	8,11	15,05ab
Preta	30,22	26,13	17,76	8,44	9,82	18,47ab
ChromatiNet® Pérola	24,54	14,77	14,64	5,12	8,92	13,60b
ChromatiNet® Azul	29,34	14,43	12,92	7,90	7,32	14,98ab
ChromatiNet® Vermelha	40,75	25,92	19,10	7,68	13,54	21,40a
Mista (Branca e preta)	33,95	22,72	12,01	5,50	7,99	16,43ab
Média	29,08A	21,64B	14,73C	6,42D	9,23D	
CV(%)	86,13					

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 Tukey ($p < 0,05$). * Dados perdidos.

TABELA 19. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no número de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Número de ramos podados ..ramos planta ⁻¹ ..					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	9,27	15,75	32,42	42,19	43,31	30,57 ^{ns}
ChromatiNet® Amarela	12,25	16,33	34,63	31,94	28,88	25,97
Preta	6,67	14,92	22,81	35,75	34,06	24,18
ChromatiNet® Pérola	9,75	12,09	31,56	33,25	28,38	24,52
ChromatiNet® Azul	7,17	15,58	19,56	28,75	34,13	20,77
ChromatiNet® Vermelha	8,42	17,20	22,56	33,56	39,47	25,55
Mista (Branca e preta)	8,50	4,11	21,00	34,81	31,50	22,26
Média	8,55 ^C	14,01 ^C	26,14 ^B	34,32 ^A	34,17 ^A	
CV (%)			70,77			

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 Tukey ($p < 0,05$).

O aumento de áreas plantadas com macieiras de alta densidade tem tornado o manejo do pomar mais dispendioso de mão-de-obra. Com isso, em áreas comerciais a utilização de tecnologias para controlar o crescimento vegetativo se sobressai ao uso da poda. Deste modo, a poda realizada nessas áreas se limitam apenas à retirada de ramos verticalizados que induzem a formação de fortes drenos vegetativos, que competem vantajosamente com as estruturas reprodutivas da planta. Atualmente, nos pomares de macieiras usa-se comumente reguladores de crescimento, como medida de controle de vigor, reduzindo os custos com mão-de-obra e conseqüentemente evitando portas de entrada de patógenos nas plantas, como a *Neonectria ditissima*, responsável pelo Cancro Europeu.

Para o comprimento mínimo de ramos (TABELA 20), o efeito sob tela antigranizo só foi verificado em 2016/2017 e 2017/2018. No primeiro ciclo, o menor ramo podado obtido sob ChromatiNet® azul foi maior que o da área a pleno sol, ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® pérola. Entretanto, no segundo ciclo, o valor médio dos menores ramos podados foi de 43,79cm, superando os demais tratamentos, cujos valores variaram entre 8,15 a 21,79cm. Em relação ao comprimento médio (TABELA 20), conforme as plantas iam se estabelecendo no pomar e conseqüentemente com um aumento da produção ao longo dos

anos, o crescimento vegetativo foi reduzindo. A ChromatiNet® vermelha promoveu o maior crescimento vegetativo médio em 2016/2017, sendo superior aos observados sob a ChromatiNet® pérola e pleno sol (TABELA 20). Resultados semelhantes foram relatados por Solomakhin e Blanke (2008), em que macieiras ‘Pinova’ cobertas com telas antigranizo coloridas, sobretudo a vermelha, tiveram o crescimento vegetativo aumentado em relação a plantas do pleno sol. Em ‘Fuji’, nas condições climáticas de Bolonha, Itália, não foram verificadas diferenças no crescimento total de ramos anuais sob as telas antigranizo nas cores azul, branca, cinza e vermelha (Bastías *et al.* 2012). Em 2017/2018 a ChromatiNet® pérola e pleno sol seguiram com os menores valores de comprimento médio, em relação às demais áreas. Já, para 2018/2019 a ChromatiNet® azul e área pleno sol foram inferiores à ChromatiNet® vermelha.

TABELA 20. Efeito de telas antigranizo fotosselativas no comprimento máximo, mínimo e médio de ramos podados de macieiras ‘Fuji Suprema’ em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Comprimento mínimo dos ramos podados cm					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	19,32cA	8,15bA	5,66aA	4,98aA	5,88aA	8,82
ChromatiNet® Amarela	21,98bcA	15,78bAB	5,06aB	7,09aB	6,33aB	11,25
Preta	35,53abcA	21,79bAB	16,04aBC	9,85aBC	6,06aC	17,85
ChromatiNet® Pérola	22,54bcA	13,15bAB	7,42aB	5,34aB	6,45aB	10,95
ChromatiNet® Azul	42,69aA	10,38bB	9,95aB	5,18aB	5,57aB	14,75
ChromatiNet® Vermelha	33,40abcA	21,23bAB	12,23aBC	4,85aC	5,97aBC	15,51
Mista (Branca e preta)	37,77abA	43,79aA	7,83aB	4,97aB	5,58aB	19,99
Média	30,46	19,18	9,07	6,04	5,97	
CV (%)			130,59			
Tratamentos	Comprimento médio dos ramos podados cm					Média
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	51,78cA	32,05cB	34,69bB	23,24aB	29,23aB	34,20
ChromatiNet® Amarela	68,65abcA	65,31aA	38,09abB	33,13aB	25,56aB	46,15
Preta	75,94abA	66,77aAB	51,85abB	35,05aC	30,68aC	52,06
ChromatiNet® Pérola	60,22bcA	47,74bcAB	41,61abBC	27,45aC	29,23aC	41,25
ChromatiNet® Azul	70,83abA	52,91abB	35,75bC	31,10aC	25,78aC	43,27
ChromatiNet® Vermelha	84,93aA	64,73abB	54,12aBC	32,49aD	40,72aCD	55,40
Mista (Branca e preta)	80,66aA	63,50abB	40,40abC	26,65aC	27,41aC	47,72
Média	70,43	56,14	42,36	29,87	29,80	
CV%			50,04			

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

---- (Página seguinte)

Continuação TABELA 20. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no comprimento máximo, mínimo e médio de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Comprimento máximo dos ramos podados cm					Média
	2016/2017	2017/2018	2018//2019	2020/2021	2021/2022	
Pleno Sol (sem cobertura)	91,43bA	87,96bA	101,34aA	77,42aA	104,44abA	92,52
ChromatiNet® Amarela	121,20abAB	143,52aA	109,93aAB	100,47aB	88,49bB	112,72
Preta	114,20abB	154,06aA	131,41aAB	102,62aB	99,83abB	120,42
ChromatiNet® Pérola	116,78abA	115,24abA	115,81aA	87,73aA	99,21abA	106,96
ChromatiNet® Azul	107,23abB	144,04aA	95,49aB	98,92aB	90,36abB	107,21
ChromatiNet® Vermelha	145,82aA	145,71aA	132,29aA	109,68aA	133,35aA	133,37
Mista (Branca e preta)	133,82aA	82,23bB	97,71aAB	99,71aAB	99,04abAB	102,50
Média	118,64	124,68	112,00	96,65	102,10	
CV%			36,01			

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

O maior comprimento de ramos podados (máximo) (TABELA 20) no ciclo 2016/2017 foi 145,82 cm, sob a ChromatiNet® vermelha, sendo superior ao pleno sol que foi de 91,43 cm. Em 2017/2018 o crescimento máximo de ramos podados sob a tela antigranizo mista e área a pleno sol, foram menores que as outras telas avaliadas (TABELA 20). No último ciclo (2020/2021), a ChromatiNet® amarela teve um crescimento máximo de ramo de 88,49cm, sendo inferior à ChromatiNet® vermelha, que mediu 133,35 cm. Embora a redução da quantidade de luz por telas antigranizo produza uma resposta previsível da planta, ao utilizar telas fotosseletivas que modificam a qualidade da luz que a planta recebe (por exemplo, azul, vermelho, verde, amarelo), respostas fisiológicas adicionais podem ocorrer (Mupambi *et al.*, 2018). A fotoreversibilidade do fitocromo entre a luz vermelha (R) e a luz vermelha distante (FR) sinaliza respostas morfológicas ligadas ao crescimento vegetativo, e conforme o fitocromo (PhyB) percebe a luz FR, ele muda para o estado Pfr ativo, o que aumenta a biossíntese de auxina, levando a um maior crescimento (Wit *et al.*, 2016).

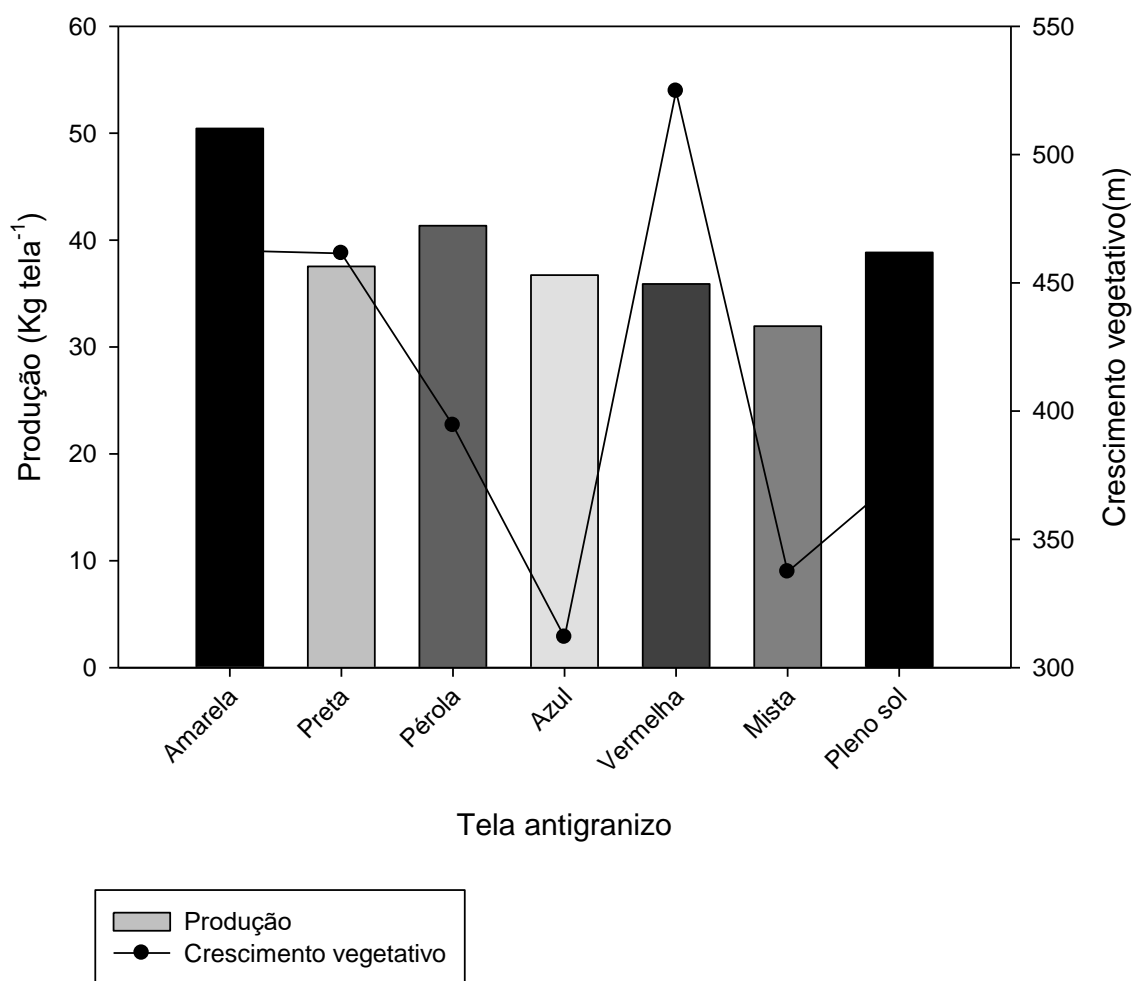


FIGURA 6. Comparação de valores acumulados de crescimento vegetativo e produtivo de macieiras 'Fuji Suprema' em experimento com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. Monte alegre dos campos, RS.

O crescimento vegetativo em excesso pode competir com o crescimento dos frutos, afetando negativamente a frutificação pela diminuição do número de células por fruto, limitando sua capacidade de aumento de tamanho (Basak e Rademacher, 2000; Yamaguchi *et al.*, 2002; Hawerth *et al.*, 2012). Observando a comparação de valores acumulados de crescimento vegetativo e produtivo de macieiras 'Fuji Suprema', em experimento com telas antigranizo fotosseletivas em área não irrigada, durante os ciclos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 (FIGURA 6), pode-se constatar que nos tratamentos que resultaram menor produção acumulada houve um incremento no crescimento vegetativo. Isso está bem exemplificado no tratamento ChromatiNet[®] vermelha,

que teve uma produção acumulada ao longo de cinco ciclos produtivos de apenas 35,89 Kg tela⁻¹ e um comprimento de ramos acumulado de 524,73 m. Por outro lado, nos tratamentos que detinham da maior produção acumulada, ChromatiNet® amarela (50,44 Kg tela⁻¹) e ChromatiNet® pérola (41,34 Kg tela⁻¹) pode-se notar que houve um equilíbrio entre o crescimento vegetativo, com valores de 462,62m para a primeira e 394,48m para a segunda. Segundo Sharma *et al.* (2009), 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. A ChromatiNet® azul e tela antigranizo mista, no entanto, tiveram uma maior produção acumulada em relação ao crescimento vegetativo.

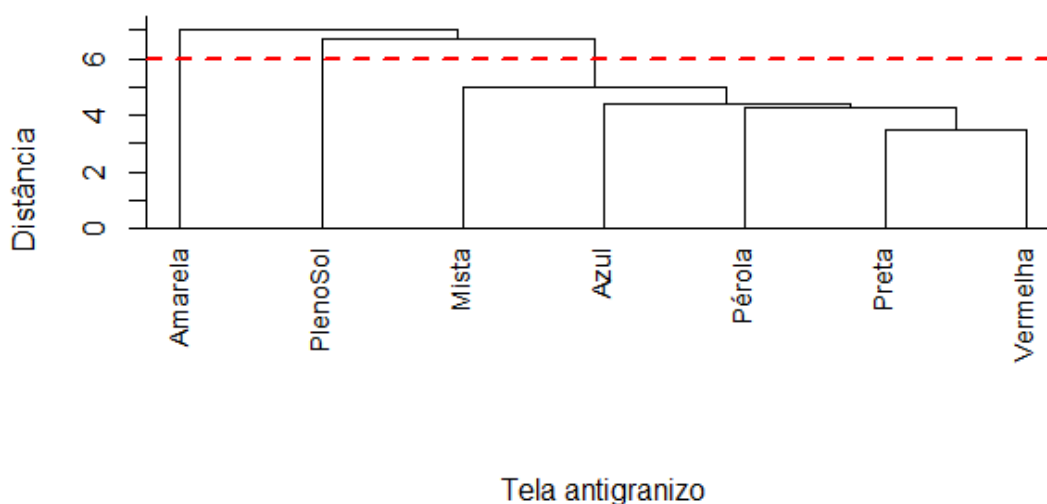


FIGURA 7. Dendrograma de cluster hierárquico da distância euclidiana para sete telas antigranizo instaladas em área não irrigada, pelo método de ligação completa, gerada com 14 caracteres de valores médios de cinco ciclos produtivos: (A) 2016/2017, (B) 2017/2018, (C) 2018/2019, (D) 2019/2020, (E) 2020/2021

Usando agrupamento hierárquico aglomerativo com ligação completa de distância euclidiana, obteve-se a construção de dendrogramas referentes ao valor médio dos ciclos produtivos 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 (FIGURA 7). Os resultados dos agrupamentos mostram que o grau de similaridade entre as telas antigranizo varia com as condições meteorológicas

de cada ciclo. No entanto, para um produtor de maçã que possui um pomar comercial localizado na região dos Campos de Cima da Serra-RS, queira instalar um sistema de proteção com tela antigranizo e que se adapte melhor para essas condições, sem levar em consideração as individualidades de cada ciclo, foi feita a análise conjunta de 14 respostas (Dano de sol, firmeza de polpa, Sólidos solúveis, índice iodo-amido, número de ramos podados, recobrimento da epiderme com a cor vermelha, incidência de russeting, severidade de russeting, número de frutos por planta, produção e vigor da planta), dos cinco anos em que o experimento foi executado. Com os resultados expostos na FIGURA 7, pode-se inferir que a ChromatiNet® vermelha e tela antigranizo preta são as mais semelhantes entre si, formando-se apenas um único cluster e com as demais mostrando resultados mais individualizados. Na condição de pleno sol destacou-se maiores valores de distúrbios fisiológicos (dano de sol, incidência e severidade de russeting), este resultado já era esperado, em virtude, das injúrias nas maçãs pelo sol serem atribuídas ao aumento da temperatura da superfície do fruto e ao efeito da radiação solar (Rabinowich *et al.*, 1986; Aldebenito-Sanhueza, 2016) em que os frutos estão expostos. Em relação à incidência e severidade de russeting, pode estar relacionado ao excesso de carga verificado nesta área, principalmente em anos on. Segundo Pscheidt, 2020 a ocorrência de 'russeting' em maçãs "Fuji" possuem uma causa ainda desconhecida, mas que a sua gravidade é aumentada em anos alternados. No entanto, a ocorrência do distúrbio não pode ser atribuída apenas a fatores climáticos, mas sim da interação de condições meteorológicas com tratamentos fitossanitários. Entre as telas antigranizo, ChromatiNet® amarela, registrou menor ocorrência de dano de sol, frutos mais coloridos (recobrimento >50%), maior número de frutos e produção. Durante a fotossíntese, as plantas capturam dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera, que são convertidos em compostos orgânicos, onde parte dos assimilados serão destinados à produção de biomassa e outra parte oxidada durante a respiração, fornecendo a energia necessária para o crescimento e o funcionamento dos processos biológicos (Popov *et al.*, 2003). Segundo Kong *et al.* (2012) houve maior assimilação líquida de CO₂ e condutância estomática medidas ao meio-dia sob a tela pérola, seguida pelas telas vermelha e amarela. Desta forma, com a maior fotossíntese líquida observada sob a tela amarela pode-se explicar o aumento dos atributos de produtividade observados no

estudo, neste tipo de cobertura. Por outro lado, a menor ocorrência de dano de sol observada na ChromatiNet® amarela, está relacionada à menor exposição dos frutos a altas radiações solares, que causam uma proteção a epiderme do fruto evitando a ocorrência de queimaduras, principalmente em níveis mais severos que comprometem a sua comercialização como CAT 1, implicando em prejuízos e menor valor agregado ao produto.

4.2 Experimento 2: Telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada

4.2.1 Atributos de produtividade

A interceptação e distribuição de luz em pomares de frutas são as chaves para altos rendimentos e qualidade de frutos. No entanto, ao instalar telas antigranizo sob árvores frutíferas, espera-se uma alteração na luz incidente (Treder *et al.*, 2016). Macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com tela antigranizo em área irrigada, tiveram o número de frutos por planta e massa de frutos por planta maiores que o pleno sol durante os ciclos 2017/2018 e 2019/2020 (TABELAS 21 e 22). No entanto, o pleno sol se assemelhou aos valores das telas preta e ChromatiNet® azul no ciclo 2019/2020 (TABELAS 21 e 22).

TABELA 21. Número de frutos por planta de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Número de frutos/planta ...frutos planta ⁻¹ ...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	51,06bC	101,06aB	135,44dAB	149,56aA	109,28
ChromatiNet® Amarela	136,50aB	12,50bC	221,63aA	46,75bcC	104,34
Preta	104,94aB	4,00bD	167,44bcdA	54,50bcC	82,72
ChromatiNet® Pérola	114,31aB	11,56bC	208,81abA	33,67cC	91,56
ChromatiNet® Azul	117,88aA	5,44bB	158,38cdA	47,13bcB	82,20
ChromatiNet® Vermelha	125,19aB	20,31bC	227,50aA	96,56bB	117,39
Mista (Branca e Preta)	111,69aB	8,13bD	197,25abcA	58,88bcC	93,98
Branca	92,50abB	11,38bC	205,56abcA	69,88bcB	94,83
Média	106,76	21,80	190,25	69,35	
CV (%)		84,36			

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

Neste ciclo, a quantidade total de precipitação foi de 1427,2 mm, o mais seco durante a execução do experimento. Segundo Szabó *et al.*, 2021, períodos de seca diminuí os rendimentos das culturas. Todavia, como o presente estudo foi desenvolvido em área irrigada e as macieiras estavam em um ‘ano on’, pode-se verificar maiores valores de número de frutos e produção neste período. Nos ciclos 2018/2019 e 2020/2021, em decorrência da alternância de produção, condição característica da ‘Fuji Suprema’, o inverso foi verificado, registrando-se um menor número de frutos por planta e massa de frutos/planta (TABELAS 21 e 22). Contudo, nesses ciclos, o pleno sol apresentou os maiores valores quando

comparado às telas antigranizo. Ao analisarmos os atributos de produtividade presente nas Tabelas 21 e 22 pode-se observar que o efeito das telas antigranizo sobre a alternância de produção é mais pronunciado, quando comparado com a área a pleno sol, com diferenças absolutas entre os anos 'on e off' ficando em torno de 11,35% nos ciclos 2017/2018 e 2018/2019 e 8,30% nos ciclos 2019/2020 e 2020/2021. Dentre as telas, um menor efeito de alternância pode ser verificado sob a ChromatiNet® Vermelha e branca representando uma diferença de 28,06% e 27,65%, para os dois primeiros ciclos e de 20,00% e 21,23% nos últimos ciclos avaliados, respectivamente. Em contrapartida, as demais malhas utilizadas apresentaram diferenças maiores que 30% em 2017/2018 e 2018/2019. Já nos ciclos seguintes, esses valores foram superiores a 25%. Levando esses resultados para prática, podemos inferir que em uma área de risco de precipitação de granizo com plantas bianuais, o uso de telas antigranizo irá acentuar uma maior alternância de produção, contudo, este efeito poderá ser reduzido caso opte-se em cobrir o pomar com as telas antigranizo branca e/ou ChromatiNet® Vermelha.

TABELA 22. Massa de frutos por planta de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Massa de frutos/planta ...kg planta ⁻¹ ...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	7,13bB	12,67aA	12,48bA	16,53aA	12,20
ChromatiNet® Amarela	17,59aA	1,47bC	19,65aA	6,11bcB	11,21
Preta	14,43aA	0,58bC	17,12abA	6,90bcB	9,76
ChromatiNet® Pérola	14,30aB	1,57bC	19,41aA	4,15cC	9,79
ChromatiNet® Azul	15,23aA	0,73bC	16,60abA	5,09cB	9,41
ChromatiNet® Vermelha	17,01aA	2,67bC	20,82aA	10,60bB	12,78
Mista (Branca e Preta)	13,96aA	1,06bC	17,97aA	7,69bcB	10,17
Branca	12,81aB	1,44bC	17,80aA	9,07bcB	10,28
Média	14,06	2,77	17,73	8,23	
CV (%)		74,68			

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

A massa fresca média de frutos por planta (TABELA 23) não diferiu entre os tratamentos avaliados, na média de todas as safras. Todavia, entre os ciclos, os maiores valores foram em 2017/2018 e 2020/2021 e o menor em 2019/2020. Em ciclos de grandes cargas de frutos, é característico os valores de massa

fresca média de frutos por planta serem baixos. Entretanto, no ciclo 2018/2019 pode-se observar frutos menores mesmo em uma produção baixa. Neste caso, este resultado pode estar associado às condições meteorológicas durante o ciclo de crescimento da planta, principalmente relacionado a temperaturas extremas, geadas tardias e à quantidade de horas de frio durante o inverno que afetam a frutificação e podem retardar o crescimento e resultar em frutos menores. Contudo, a sinergia entre vários fatores é que determina o tamanho final dos frutos, tais como uma variedade genética de alta produção combinada com um manejo adequado e condições ambientais favoráveis tende a produzir frutos maiores. A otimização desses fatores através de práticas agrícolas bem planejadas pode resultar em uma produção de maçãs com maior massa média e melhor qualidade. Segundo, Silva *et al.*, 2000 e Naor *et al.*, 2008 o rendimento e o tamanho dos frutos dependem das condições ambientais e o potencial genético de uma cultivar. Assim, pode-se observar que o potencial genético da ‘Fuji Suprema’, assim como as condições meteorológicas do local, pode ter influenciado mais os resultados dos atributos de produtividade durante quatro ciclos consecutivos, do que o efeito do sombreamento gerado pelo uso de tela antigranizo.

TABELA 23. Massa fresca média de frutos por planta de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Massa fresca média de frutos ...g fruto ⁻¹ ...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	133,21	127,05	94,33	113,90	117,12ns
ChromatiNet® Amarela	130,03	93,99	90,81	184,67	124,87
Preta	143,27	116,57	104,82	128,20	123,22
ChromatiNet® Pérola	131,03	116,29	94,36	120,25	115,48
ChromatiNet® Azul	135,50	127,90	106,59	114,36	121,09
ChromatiNet® Vermelha	137,36	95,84	92,55	119,42	111,29
Mista (Branca e Preta)	129,37	117,39	93,03	129,41	117,30
Branca	138,08	118,85	88,48	134,38	119,95
Média	134,73A	114,24B	95,62C	130,57AB	
CV (%)					45,78

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

De forma geral, o uso combinado de irrigação e telas antigranizo pode criar um ambiente de cultivo mais controlado, resultando em melhorias

significativas na produtividade e na qualidade dos frutos. Uma irrigação adequada pode levar a um aumento significativo na produção total de frutos por planta e uma certa regularidade na produção. Además, o uso de tela antigranizo além de garantir a proteção física contra danos causados pelo granizo, podem moderar as temperaturas ao redor das plantas, reduzindo o estresse térmico tanto em dias muito quentes quanto em noites frias, além de atuar como uma barreira contra ventos fortes, protegendo as plantas e os frutos de danos mecânicos.

4.2.2 Atributos de qualidade dos frutos

4.2.2.1 Distúrbios fisiológicos

A incidência de “*russeting*” não diferiu entre os tratamentos avaliados (TABELA 24). Os ciclos 2017/2018 e 2019/2020 tiveram a maior incidência, já em 2018/2019 apenas 47,44% dos frutos tiveram este distúrbio. Na mesma tabela, estão apresentados os valores da severidade de “*russeting*”, onde se pode observar que no primeiro ciclo avaliado (2017/2018) frutos da área a pleno sol (2,29), telas antigranizo branca (1,91) e preta (1,90) tiveram um maior índice. Neste mesmo ciclo, pode-se destacar a ChromatiNet® amarela (1,48) com o índice mais baixo, quando comparado com a área a pleno sol e tela branca. Para o último ciclo, as maiores incidências foram observadas nos frutos colhidos sob as telas antigranizo branca (1,29), preta (1,13) e mista (0,96), respectivamente. Já, os menores valores foram obtidos sob a ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® pérola. Resultados variados são reportados na literatura sobre o efeito da tela antigranizo na severidade de “*russeting*”. Amarante *et al.* (2011) e Chouinard *et al.* (2016), não encontraram efeito na severidade de “*russeting*” em maçãs 'Gala' e 'Fuji' e 'Honeycrisp', respectivamente. Já, Middleton e McWaters (2002) relataram que o uso de tela antigranizo reduziu a severidade de “*russeting*” em 'Fuji Red', 'Hi Early' e 'Granny Smith'. Entretanto, já foi reportado por vários autores que a severidade do “*russeting*” é menor em pomares cobertos com tela, em razão da menor radiação solar, que pode ser um intensificador de ocorrência deste distúrbio (Leite *et al.*, 2002; Middleton e McWaters, 2002; Stampar *et al.*, 2002. Por outro lado, a tela antigranizo pode reduzir a velocidade do vento (até 50% de redução) (Middleton e McWaters, 2002) e então aumentar

a umidade relativa do ar (Iglesias e Alegre, 2006; Solomakhin e Blanke, 2010), ambos fatores que predispõem o fruto ao “*russeting*”.

TABELA 24. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de ‘russeting’ em macieiras ‘Fuji Suprema em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Incidência%.....				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	94,92	49,35	84,94	56,50	71,43ns
ChromatiNet® Amarela	80,20	43,45	79,57	61,45	66,17
Preta	92,36	44,00	87,30	74,35	74,50
ChromatiNet® Pérola	81,74	50,18	80,60	55,67	67,05
ChromatiNet® Azul	86,15	53,85	79,53	65,40	71,23
ChromatiNet® Vermelha	85,06	32,63	77,92	49,97	63,31
Mista (Branca e Preta)	86,83	50,36	86,34	70,61	73,54
Branca	92,14	51,97	85,40	77,46	76,74
Média	87,42A	47,44C	82,70A	63,93B	
CV (%)	21,02				

Tratamento	Severidade *				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	2,29aA	0,70aC	1,49aB	0,73bcC	1,30
ChromatiNet® Amarela	1,48cA	0,51aB	1,23aA	0,77bcB	1,00
Preta	1,90abcA	0,46aC	1,57aA	1,13abB	1,26
ChromatiNet® Pérola	1,50bcA	0,65aB	1,25aA	0,68cB	1,02
ChromatiNet® Azul	1,62bcA	0,67aB	1,36aA	0,84bcB	1,12
ChromatiNet® Vermelha	1,59bcA	0,44aC	1,22aB	0,60cC	0,96
Mista (Branca e Preta)	1,83bcA	0,59aD	1,35aB	0,96abcC	1,18
Branca	1,91abA	0,64aC	1,43aB	1,29aB	1,32
Média	1,76	0,58	1,36	0,87	
CV (%)	44,68				

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 Tukey ($p < 0,05$).

Na média de todos os ciclos de produção, a incidência de dano de sol em parcelas do pleno sol foi de 22,50% dos frutos, sendo significativamente maior que a maioria dos tratamentos sob telas antigranizo, apenas não diferindo da branca e ChromatiNet® amarela, que tiveram 16,57 e 12,51%, respectivamente (TABELA 25). O ciclo 2019/2020 apresentou a maior incidência de frutos com este distúrbio e 2017/2018 e 2018/2019 as menores porcentagens. Da mesma forma, para a severidade de dano de sol, também apresentada na TABELA 25, pode-se observar que os frutos da área a pleno sol e sob a ChromatiNet® amarela

e tela branca tiveram as maiores porcentagens de frutos com dano de sol leve e severo. As telas antigranizo pretas parecem ser mais eficazes do que as brancas na redução dos danos causados pelas queimaduras solares, devido as malhas pretas reduzirem a transmissão de luz (Amarante *et al.*, 2011).

TABELA 25. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de dano de sol em macieiras 'Fuji Suprema em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Incidência de danos de sol ...%...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	21,49	17,88	25,46	25,20	22,50a
ChromatiNet® Amarela	5,96	14,23	15,32	14,53	12,51abc
Preta	6,96	0,00	16,90	6,46	7,58c
ChromatiNet® Pérola	6,67	7,07	16,36	8,91	9,75bc
ChromatiNet® Azul	5,80	6,14	13,19	6,58	7,93c
ChromatiNet® Vermelha	7,52	2,35	12,47	14,37	9,18bc
Mista (Branca e Preta)	7,42	6,83	13,66	10,36	9,57bc
Branca	10,97	21,58	17,81	15,93	16,57ab
Média	9,10B	9,51B	16,40A	12,79AB	
CV (%)	39,42				
Tratamento	Frutos com dano de sol leve ...%...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	12,04	17,35	17,08	19,50	16,49a
ChromatiNet® Amarela	4,83	14,23	12,69	13,57	11,33ab
Preta	6,32	0,00	13,15	5,27	6,19b
ChromatiNet® Pérola	5,69	6,68	15,00	6,85	8,56b
ChromatiNet® Azul	4,70	6,14	12,22	5,36	7,11b
ChromatiNet® Vermelha	4,21	2,03	9,96	9,99	6,55b
Mista (Branca e Preta)	5,58	6,83	11,46	6,91	7,70b
Branca	6,33	12,09	13,24	10,28	10,49ab
Média	6,21B	8,17B	13,10A	9,72AB	
CV (%)	42,04				

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

(Página seguinte)

continuação TABELA 25. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas sobre a incidência e severidade de dano de sol em macieiras 'Fuji Suprema em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Frutos com dano de sol severo ...%...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	9,44	0,52	8,38	5,70	6,01a
ChromatiNet® Amarela	1,13	0,00	2,63	0,96	1,18b
Preta	0,64	0,00	3,75	1,19	1,39b
ChromatiNet® Pérola	0,98	0,38	1,36	2,06	1,20b
ChromatiNet® Azul	1,10	0,00	0,97	1,22	0,82b
ChromatiNet® Vermelha	3,31	0,32	2,51	4,38	2,63ab
Mista (Branca e Preta)	1,85	0,00	2,19	3,45	1,87b
Branca	4,64	0,00	4,57	5,66	3,72ab
Média	2,89A	0,15B	3,29A	3,08A	
CV (%)	87,36				

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

Além da proteção do pomar, os dados apresentados neste experimento mostram que a tela antigranizo é uma ferramenta importante para melhorar qualidade externa do fruto e reduzir a ocorrência de queimaduras solares e sobretudo, a severidade desse distúrbio fisiológico. Essas queimaduras podem causar lesões e dependendo do grau, os custos para os produtores serão altíssimos. O fato da ChromatiNet® amarela e tela branca, terem registrado valores altos de dano de sol, tanto na incidência quanto na severidade do dano, pode ser decorrente da quantidade de luz que passa por essas telas. No entanto, avaliações para quantificar a luz que chega até o dossel, são necessárias.

Em relação aos ciclos avaliados, apenas o de 2018/2019 foi inferior aos demais. Danos causados por queimaduras solares são resultantes de rápidas flutuações nas temperaturas, que favorecem o desenvolvimento de manchas brancas ou amarelas na fruta. Em casos mais extremos, incluem o desenvolvimento de tecido esponjoso do córtex de cor marrom escura (Wünsche *et al.*, 2002; Manja e Aoun, 2019).

4.2.2.2 Coloração da epiderme dos frutos

Em termos de ângulo *hue* (h°), também conhecido como tonalidade, é uma medida da cor que nos indica a sua posição no espectro visível, variando de 0° a 360° . No contexto de frutas, o ângulo de *hue* é uma forma comum de

caracterizar a cor, que pode variar à medida que a fruta amadurece. Em maçãs ‘Fuji Suprema’, o efeito das telas antigranizo fotosselativas no ângulo ‘hue’ foi verificado apenas nos ciclos 2019/2020 e 2020/2021 no lado mais iluminado do fruto (Tabela 26). No entanto, não é possível verificar um resultado conciso nestes dois ciclos. Em 2019/2020 o maior valor de ângulo hue foi observado nos frutos colhidos sob a ChromatiNet® Vermelha, e o menor sob a tela antigranizo branca, não diferindo dos demais tratamentos. Segundo Solomakhin e Blanke, (2010) as telas coloridas modificam a composição da luz na faixa ultravioleta, azul e vermelha, influenciando as respostas mediadas pelo fitocromo e criptocromo pelas plantas, como desenvolvimento de cor, brotos e crescimento de frutos. Já no ciclo 2020/2021, menores valores de ângulo ‘hue’ foram verificados nos frutos de telas fotosselativas (ChromatiNet® azul e ChromatiNet® amarela) e o maior sob a tela preta. Esses resultados indicam mais uma maior interferência das condições meteorológicas de cada ano do que propriamente do efeito da cobertura de telas antigranizo. A cor das amostras expressa através dos parâmetros ângulo hue (h), no lado sombreado não apresentou alterações significativas durante o experimento.

TABELA 26. Efeito de telas antigranizo fotosselativas no ângulo ‘hue’ (h°) dos frutos de macieiras ‘Fuji Suprema’ em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Lado iluminado				Média
	h°				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	39,16aA	35,95aA	39,03abA	42,47aA	39,15
ChromatiNet® Amarela	40,12aAB	41,45aA	45,84abA	32,65bB	40,01
Preta	39,43aA	40,35aA	44,59abA	43,11aA	41,87
ChromatiNet® Pérola	41,71aA	39,23aA	40,38abA	36,66abA	39,50
ChromatiNet® Azul	41,74aA	40,96aA	39,76abAB	33,20bB	38,91
ChromatiNet® Vermelha	37,49aB	39,36aAB	46,67aA	35,03abB	39,64
Mista (Branca e Preta)	35,79aA	37,92aA	41,93abA	39,91abA	38,89
Branca	35,79aA	35,87aA	37,74bA	34,88abA	36,07
Média	38,90	38,89	41,99	37,24	
CV (%)			12,18		

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 Tukey ($p < 0,05$).

Página seguinte

continuação TABELA 26. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no ângulo 'hue' (h°) dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Lado sombreado				Média
	h°				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	76,84	74,88	72,97	84,27	77,24ns
ChromatiNet® Amarela	83,10	79,73	85,32	73,90	80,51
Preta	88,28	75,92	80,06	89,36	83,41
ChromatiNet® Pérola	85,82	75,94	81,30	79,38	80,61
ChromatiNet® Azul	86,24	76,98	77,64	72,13	78,25
ChromatiNet® Vermelha	81,48	79,28	78,18	76,06	78,75
Mista (Branca e Preta)	77,12	71,98	81,05	82,45	78,15
Branca	71,95	72,79	78,04	72,84	73,91
Média	81,35A	75,83A	79,32A	78,80A	
CV (%)	9,87				

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 Tukey ($p < 0,05$).

O recobrimento da epiderme dos frutos nas categorias mais verdes (<25% e entre ≥ 25 e <50 %) não diferiram entre as telas antigranizo e a pleno sol; já, para os ciclos avaliados, 2018/2019 tiveram as maiores e 2020/2021 as menores porcentagens de frutos menos coloridos (TABELA 27).

TABELA 27. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no recobrimento da epiderme dos frutos (mais verdes) de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Recobrimento da epiderme				Média
	...<25%...				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	0,21	0,50	0,34	1,42	0,62ns
ChromatiNet® Amarela	1,40	4,24	1,34	0,74	1,93
Preta	1,41	0,00	1,03	0,98	0,85
ChromatiNet® Pérola	1,45	3,59	0,82	0,00	1,47
ChromatiNet® Azul	0,32	1,97	0,75	0,00	0,76
ChromatiNet® Vermelha	0,15	1,03	1,58	0,00	0,69
Mista (Branca e preta)	0,17	3,17	0,94	0,23	1,13
Branca	1,02	1,40	0,69	0,28	0,85
Média	0,77AB	1,96A	0,93AB	0,46B	
CV (%)	51,79				

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

Página seguinte

continuação TABELA 27. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no recobrimento da epiderme dos frutos (mais verdes) de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Recobrimento da epiderme ..≥ 25 e <50 %..				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	5,75	6,73	6,89	4,98	6,09ns
ChromatiNet® Amarela	11,57	31,61	8,59	3,62	13,85
Preta	15,40	25,53	7,37	9,19	14,37
ChromatiNet® Pérola	12,15	9,63	7,98	4,79	8,64
ChromatiNet® Azul	12,31	10,21	2,69	5,59	7,70
ChromatiNet® Vermelha	7,28	17,54	9,40	4,15	9,59
Mista (Branca e preta)	7,53	22,42	10,85	6,01	11,70
Branca	5,34	12,49	8,97	3,11	7,48
Média	9,67AB	17,02A	7,84AB	5,18B	
CV (%)			22,99		

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

Nas categorias mais vermelhas (≥ 50 e $< 75\%$ e $\geq 75\%$) apresentadas na TABELA 28, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. No entanto, o recobrimento da coloração vermelha da epiderme entre ≥ 50 e $< 75\%$ foram maiores no ciclo 2019/2020 e menores em 2020/2021. Quando se soma as porcentagens de frutos nas categorias de maior coloração, pode-se observar que mais de 79% estão com o recobrimento da epiderme maior que 50%, o que facilitaria a sua comercialização no mercado nacional em CAT 1, pois o consumidor brasileiro tem preferências por frutos mais coloridos. O enrubescimento na maçã é alcançado quando se acumulam altos níveis de antocianina, combinados com baixos níveis de clorofila (Reay *et al.*, 1998). A síntese de antocianinas é regulada por um mecanismo de resposta à luz, que favorece a transcrição da maioria dos genes de flavonoides da maçã (Takos *et al.*, 2006). De acordo com Manja e Aoun (2019), níveis ótimos de antocianinas são obtidos quando os frutos são submetidos à luz solar suficiente por 20 dias antes da colheita.

TABELA 28. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas no recobrimento da epiderme dos frutos (mais vermelhos) de macieiras 'Fuji Suprema' em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Recobrimento da epiderme				Média
	≥50 e <75%..				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	29,16	32,01	36,21	28,95	31,58ns
ChromatiNet® Amarela	36,92	36,20	36,70	22,13	32,99
Preta	31,15	29,65	45,81	40,51	36,78
ChromatiNet® Pérola	30,60	33,40	32,72	26,67	30,85
ChromatiNet® Azul	28,33	39,39	30,60	19,42	29,44
ChromatiNet® Vermelha	33,80	37,01	35,85	30,49	34,29
Mista (Branca e preta)	36,79	21,49	35,60	32,19	31,51
Branca	31,04	29,22	41,96	16,39	29,65
Média	32,22AB	31,14AB	36,93A	27,09B	
CV%	21,21				

Tratamento	Recobrimento da epiderme				Média
	≥75%..				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (sem cobertura)	64,88	60,76	56,57	64,65	61,71ns
ChromatiNet® Amarela	50,11	27,95	53,37	73,51	51,23
Preta	52,03	44,82	45,79	49,33	47,99
ChromatiNet® Pérola	55,81	53,38	58,48	68,54	59,05
ChromatiNet® Azul	59,05	48,43	65,96	74,98	62,11
ChromatiNet® Vermelha	58,77	44,42	53,17	65,36	55,43
Mista (Branca e preta)	55,51	52,92	52,62	61,58	55,65
Branca	62,60	56,88	48,39	80,22	62,02
Média	57,34A	48,69A	54,29A	67,27A	
CV%	36,53				

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

A 'Fuji Suprema' é caracterizada, sobretudo, por ser um clone bastante colorido. Maçãs dessa cultivar, que foram utilizadas no experimento que compõe esta tese, não tiveram o recobrimento da epiderme com a coloração vermelha afetado pelo uso de tela antigranizo. Desta forma, fica evidente que quando usa esse tipo de proteção sob plantas, a escolha da cultivar que for protegida com um sistema como este, vai implicar na qualidade do fruto. Como já citado anteriormente, o consumidor brasileiro tem suas preferências voltadas para frutos mais vermelhos. Assim, ao optar por clones mais coloridos e realizar um manejo voltado para conter as alterações fisiológicas, morfológicas e anatômicas

no pomar coberto com tela antigranizo, o produtor oferecerá ao mercado, frutos de alta qualidade e com valor agregado.

4.2.2.3 Tamanho e formato dos frutos

O uso de tela antigranizo não proporcionou diferenças significativas em relação ao calibre dos frutos em quase todas as classes avaliadas, com exceção da classe 90 a 100, que corresponde a massa média de fruto entre $>171,50$ e $\leq 212,5$ g (TABELA 29). A categoria de frutos de maiores calibres (≤ 80) teve a maior proporção no ciclo 2020/2021. Na classe de 90 a 100 as diferenças entre telas antigranizo só foram verificadas no ciclo 2020/2021, em que a tela mista com 14,25% e a branca com 14,50% dos frutos foram superiores à área a pleno sol, que registrou apenas 3,25%. Em estudos conduzidos por Shahak *et al.* (2008), o tamanho do fruto da macieira foi mais responsivo à tela fotosselativa, pois os fatores ambientais que limitam o tamanho do fruto de algumas cultivares podem ser atenuados pelo seu uso, não corroborando com os resultados encontrados no presente estudo. Nas classes de 110 a 120 e >180 não foram observadas diferenças entre as telas antigranizo e área a pleno sol; contudo, 2019/2020 foi o ciclo que registrou a maior quantidade de frutos dessa categoria. Já, na classe 135 a 165, o ciclo 2018/2019 teve as maiores proporções de frutos com este calibre. De forma geral, a maior quantidade de frutos foi observada nas plantas que apresentam calibres menores, pesando entre $>104,50$ e $141,50$ gramas (135 a 165) e $\leq 104,50$ gramas (≥ 180). Segundo Amarante *et al.* (2010), quando o sombreamento da tela inibe a fotossíntese ou promove o crescimento vegetativo, o tamanho dos frutos e a produtividade são reduzidos. A produção de uma planta em cada ciclo produtivo também pode influenciar o tamanho dos frutos. Macieiras com uma carga de frutos mais leve tendem a produzir maçãs maiores, enquanto uma carga alta pode resultar em frutos menores. Além da carga de frutos, outros fatores também afetam o calibre das maçãs, como as condições climáticas, que podem promover maior ou menor divisão celular; a disponibilidade de nutrientes no solo, essencial para o desenvolvimento do tamanho dos frutos; a quantidade e a regularidade da irrigação; e o equilíbrio entre crescimento vegetativo e produtivo. Esses fatores interagem para determinar o calibre final das maçãs, afetando tanto a produção quanto a qualidade dos frutos.

TABELA 29. Calibres de frutos, em macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo 'Mark IV', com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	<80*				Média
	%				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	*	0,25	0,00	0,00	0,08ns
ChromatiNet® Amarela	*	0,25	0,25	3,75	1,42
Preta	*	0,00	0,50	1,75	0,75
ChromatiNet® Pérola		1,16	0,25	2,06	1,16
ChromatiNet® Azul	*	0,00	0,50	0,97	0,49
ChromatiNet® Vermelha	*	0,00	0,25	1,50	0,58
Mista (Branca e Preta)	*	0,00	0,25	3,23	1,16
Branca	*	*	0,00	2,75	1,38
Média	*	0,24B	0,25B	2,00A	
CV (%)		159,52			

Tratamento	90 a 100				Média
	%				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	*	6,25aA	7,25aA	3,25bA	5,58
ChromatiNet® Amarela	*	3,00aB	2,50aB	10,52abA	5,34
Preta	*	4,76aA	3,50aA	10,02abA	6,09
ChromatiNet® Pérola		2,08aB	2,25aB	10,19abA	4,84
ChromatiNet® Azul	*	3,51aA	3,75aA	8,22abA	5,16
ChromatiNet® Vermelha	*	2,45aA	2,50aA	8,25abA	4,40
Mista (Branca e Preta)	*	1,11aB	2,75aB	14,50aA	6,12
Branca	*	*	1,75aB	14,25aA	8,00
Média	*	3,31	3,28	9,90	
CV (%)		53,77			

* I – frutos com calibre ≤ 80 (pesando $>212,5$ g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando $>171,50$ e $\leq 212,5$ g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando $>141,50$ e $\leq 171,50$ gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando $>104,50$ e $\leq 141,50$ g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (pesando $\leq 104,50$ g). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$). *Dados perdidos.

(Página seguinte)

continuação TABELA 29. Calibres de frutos, em macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo 'Mark IV', com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	110 a 120				Média
	%				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	*	19,75	9,78	14,75	14,58ns
ChromatiNet® Amarela	*	14,16	7,50	20,80	14,15
Preta	*	16,87	9,25	24,59	16,93
ChromatiNet® Pérola	*	14,61	5,75	21,69	13,83
ChromatiNet® Azul	*	24,74	13,50	17,52	18,59
ChromatiNet® Vermelha	*	15,61	7,00	22,50	15,04
Mista (Branca e Preta)	*	17,57	5,50	25,92	16,51
Branca	*	*	5,25	24,75	15,00
Média	*	16,62A	7,94B	21,57A	
CV (%)		32,50			

Tratamento	135 a 165				Média
	%				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	*	19,75	9,78	14,75	14,58ns
ChromatiNet® Amarela	*	56,97	30,50	39,84	42,44
Preta	*	53,85	35,25	42,41	43,84
ChromatiNet® Pérola	*	46,81	33,75	35,83	38,80
ChromatiNet® Azul	*	55,43	35,50	43,16	44,70
ChromatiNet® Vermelha	*	55,99	29,25	36,50	40,58
Mista (Branca e Preta)	*	53,98	27,75	35,95	39,23
Branca	*	*	27,25	41,50	34,38
Média	*	53,47A	31,47C	40,43B	
CV (%)		17,54			

* I – frutos com calibre ≤ 80 (pesando $>212,5$ g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando $>171,50$ e $\leq 212,5$ g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando $>141,50$ e $\leq 171,50$ gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando $>104,50$ e $\leq 141,50$ g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (pesando $\leq 104,50$ g). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

(Página seguinte)

continuação TABELA 29. Calibres de frutos, em macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo 'Mark IV', com capacidade para 18 kg de produto, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	>180				Média
	%				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	*	22,50	51,00	33,75	35,75ns
ChromatiNet® Amarela	*	25,63	59,25	25,10	36,66
Preta	*	24,45	51,50	21,23	32,39
ChromatiNet® Pérola	*	35,84	58,00	30,24	41,36
ChromatiNet® Azul	*	16,32	46,75	30,14	31,07
ChromatiNet® Vermelha	*	21,94	61,00	31,25	38,06
Mista (Branca e Preta)	*	27,35	63,75	19,87	36,99
Branca					
Média	*	24,86B	57,13A	26,04B	
CV (%)		30,73			

* I – frutos com calibre ≤ 80 (pesando $>212,5$ g); II- frutos com calibre entre 90 e 100 (pesando $>171,50$ e $\leq 212,5$ g); III- frutos com calibre entre 110 e 120 (pesando $>141,50$ e $\leq 171,50$ gramas); IV- frutos com calibre entre 135 e 165 (pesando $>104,50$ e $\leq 141,50$ g); V- frutos com calibre maior ou igual 180 (pesando $\leq 104,50$ g). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e maiúscula distintas na linha, dentro da mesma variável, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O comprimento e o diâmetro médio dos frutos não foram afetados pela cobertura do pomar com tela antigranizo (TABELA 30 e 31). Na TABELA 30, pode-se observar que o maior comprimento médio dos frutos foi em 2018/2019 (5,87 cm) e o menor em 2019/2020 (5,23 cm). O maior e menor valor de diâmetro médio dos frutos foi nos ciclos 2017/2018 e 2019/2020, com registros de 6,94cm e 6,27cm, respectivamente (TABELA 31). O aumento no diâmetro de maçãs no ciclo 2017/2018 pode ter sido decorrente da utilização de reguladores de crescimento que estimulam a divisão celular e o crescimento das células, contribuindo para o aumento do calibre. O uso de citocininas em frutas de clima temperado tem grande importância pois desempenham um papel crucial na regulação da divisão celular e no crescimento das plantas, incluindo o desenvolvimento de frutos em fruteiras de clima temperado (Greene, 1993; Petri *et al.*, 2001).

TABELA 30. Comprimento médio dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Comprimento médio do fruto				Média
	.cm				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	5,87	5,70	5,39	5,34	5,58ns
ChromatiNet® Amarela	5,69	5,60	5,19	5,63	5,53
Preta	5,81	5,93	5,34	5,60	5,67
ChromatiNet® Pérola	5,65	5,85	5,19	5,71	5,60
ChromatiNet® Azul	5,67	6,00	5,34	5,70	5,68
ChromatiNet® Vermelha	5,68	5,95	5,30	5,74	5,67
Mista (Branca e Preta)	5,73	5,91	5,17	5,61	5,60
Branca	5,71	5,82	5,16	5,78	5,62
Média	5,72B	5,87A	5,23C	5,66B	
CV (%)	5,69				

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

TABELA 31. Diâmetro médio dos frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Diâmetro do fruto				Média
	.cm				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	7,14	6,72	6,45	6,45	6,69ns
ChromatiNet® Amarela	6,83	6,38	6,31	6,64	6,54
Preta	6,95	6,55	6,29	6,63	6,60
ChromatiNet® Pérola	6,95	6,46	6,27	6,65	6,58
ChromatiNet® Azul	6,83	6,40	6,35	6,70	6,57
ChromatiNet® Vermelha	6,90	6,75	6,35	6,74	6,69
Mista (Branca e Preta)	7,01	6,42	6,18	6,57	6,54
Branca	6,94	6,61	6,14	6,74	6,61
Média	6,94A	6,54B	6,27C	6,66B	
CV (%)	5,05				

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

Dentre as citocininas sintéticas utilizadas no manejo dos pomares comerciais está o TDZ, ou Thidiazuron, que aplicado na época correta pode melhorar exponencialmente o diâmetro dos frutos. Esta prática de manejo ocorre todos os anos nos pomares da região Sul do Brasil, contudo, em anos de

alternância de produção em que a quantidade de frutos é maior, o efeito do TDZ é menos pronunciado, como podemos observar no ciclo 2019/2020 em que a produção média foi de 17,73 Kg⁻¹ planta, reverberando um diâmetro menor (TABELA 22 e TABELA 31). Por outro lado, em 2017/2018 a produção deste ciclo foi de 14,06 Kg⁻¹ planta apresentando o maior diâmetro entre todos os anos avaliados (TABELA 22 e TABELA 31). Nos ciclos 2018/2018 e 2020/2021, foram registradas as menores produções durante a execução do experimento, e estes ciclos não tiveram os maiores diâmetros de frutos (TABELA 22 e TABELA 31). Logo, pode-se observar que além do manejo com reguladores de crescimento e alternância de produção os fatores ambientais, como temperatura, precipitações pluviométricas e fertilidade do solo também podem contribuir para um maior ou menor diâmetro e calibre dos frutos, o que pode justificar anos com baixas produções não terem apresentados maiores diâmetros ao longo do experimento.

O formato dos frutos referente à relação C/D, obtido através da distância entre lóbulos dos frutos e o comprimento do tubo calicinal, apresentou diferenças entre os tratamentos apenas no ciclo 2018/2019, sendo este, superiores aos demais (TABELA 32). A maior relação C/D dos frutos foi observada sob a ChromatiNet[®] azul (0,94), não se diferenciando das telas preta (0,91), ChromatiNet[®] pérola (0,91) e mista (0,92) (TABELA 32). Este resultado por ser explicado devido ao aumento na proporção de luz azul: vermelha à qual as folhas estão expostas, tendo em vista que a exposição à luz azul está ligada ao aprimoramento do fotossistema II, produção de matéria seca (MS) e aumento da condutância estomática o que pode levar a um aumento do carbono assimilado para apoiar o crescimento dos frutos (Matsuda *et al.*, 2004; Mupambi *et al.*, 2018). Todavia, esses valores são considerados baixos, tendo em vista que frutos com relação C/D menor que 1,0 são mais achatados e próximos a 1,0 mais arredondados (Hawerth *et al.*, 2010). Segundo Fioravanço e Santos. (2013), o formato do fruto é fortemente influenciado pela temperatura nas duas ou três semanas após a floração, logo, se neste período ocorrer temperaturas mais altas, haverá a formação de frutos mais achatados. Na localização do pomar em que o experimento foi desenvolvido, quando comparado com locais com temperaturas mais amenas, os frutos tendem a serem mais achatados. Essa característica não é muito interessante para cultivares do grupo 'Fuji', pois a cavidade pistilar fica aberta, facilitando a entrada de fungos que causam a

podridão carpelar (Petri, 2002; Kretschmar, *et al.*, 2007), sendo necessário medidas fitossanitárias para amenizar a ocorrência da doença.

TABELA 32. Formato dos frutos (relação C/D) de macieiras 'Fuji Suprema' cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Formato do fruto (relação C/D)				Média
	cm				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	0,82aB	0,87dA	0,82aB	0,83aAB	0,83
ChromatiNet® Amarela	0,83aB	0,88cdA	0,84aB	0,85aAB	0,84
Preta	0,84aB	0,91abcdA	0,85aB	0,84aB	0,86
ChromatiNet® Pérola	0,81aC	0,91abcA	0,82aC	0,86aB	0,85
ChromatiNet® Azul	0,83aB	0,94aA	0,84aB	0,85aB	0,87
ChromatiNet® Vermelha	0,82aB	0,86bcdA	0,83aB	0,85aAB	0,85
Mista (Branca e Preta)	0,82aC	0,92abA	0,84aBC	0,85aB	0,86
Branca	0,82aB	0,88cdA	0,83aB	0,86aAB	0,85
Média	0,82	0,89	0,84	0,85	
CV (%)	18,07				

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

A tela antigranizo pode prejudicar a polinização entomófila dos pomares de macieira e, portanto, reduzir a frutificação e a produtividade (Leite *et al.*, 2002; Yuri, 2003). O número de sementes dos frutos não foi afetado pelo uso de telas antigranizo (TABELA 33). Resultados semelhantes foram publicados anteriormente, mostrando que quando as colmeias são manejadas para garantir a polinização cruzada adequada, a frutificação não é afetada em macieiras sob tela antigranizo (Middleton e McWaters, 2002; Amarante *et al.*, 2011; Amarante *et al.*, 2018). Os ciclos de 2017/2018 e 2019/2020 tiveram 5,97 e 5,67 sementes fruto⁻¹, já em 2018/2019 e 2020/2021 verificou-se uma média de 7,25 e 8,03 sementes fruto⁻¹, respectivamente. A razão pela qual os ciclos 2017/2018 e 2019/2020 apresentarem as menores médias, pode ser resultado das condições meteorológicas no período. A temperatura ambiental é um dos principais fatores que afetam a taxa de fotossíntese das espécies, podendo aumentar ou diminuir a taxa de secreção de néctar. Para 'Fuji Suprema' os limites térmicos para secreção ficam entre 9,66 °C e 11,25 °C (Benedek e Finta, 2006; Salomé, 2014). Em 2017/2018 a temperaturas mínima nos meses de setembro e outubro (período que ocorre a floração) ficaram em torno de 16,6 e 14,8 °C,

respectivamente. Já, em 2019/2020 13,8 °C em setembro e 16,3 °C em outubro, ou seja, valores acima do limite térmico para favorecer a secreção do néctar nas flores e atrair abelhas para polinizá-las. Além disso, a qualidade e manejo das colmeias, períodos nublados e com chuva durante a floração também podem ter influenciado nesses resultados.

TABELA 33. Número de sementes dos frutos de macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com diferentes telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Número de sementes				Média
	semente.fruto ⁻¹				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	6,43	7,06	6,31	7,70	6,87ns
ChromatiNet® Amarela	5,25	6,86	5,00	8,14	6,78
Preta	6,64	7,69	5,84	8,39	7,60
ChromatiNet® Pérola	6,05	7,03	5,63	8,19	7,07
ChromatiNet® Azul	5,48	7,58	5,66	8,03	7,17
ChromatiNet® Vermelha	5,33	7,81	5,19	7,68	7,16
Mista (Branca e Preta)	5,71	7,25	5,72	8,19	7,09
Braca	6,83	6,84	6,02	7,89	6,89
Média	5,97C	7,25B	5,67C	8,03A	
CV (%)	18,07				

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

4.2.2.4 Qualidade físico-química

Durante a execução desse experimento, não houve efeito dos tratamentos na firmeza da polpa (FP), apenas efeito de ciclo (TABELA 34). A maior firmeza de polpa deu-se no ciclo 2018/2019 com média de 70,02 N e a menor no ciclo 2017/2018 com 59,57 N, não diferindo entre os tratamentos avaliados (TABELA 34). Muitos autores também não indicaram alteração da firmeza dos frutos sob diferentes tipos de malhas, como Amarante *et al.* (2018), com maçãs ‘Imperial Gala’, Bosco *et al.* (2014) em maçãs ‘Fuji Suprema’, Iglesias e Alegre (2006) com a cv. ‘Mondial Gala’, Widmer (2000) com a cv. ‘Jonagold’ e Treder *et al.* (2016) com as cvs. ‘Šampion’ e ‘Rubinstar’. Indicadores de qualidade interna da fruta (como firmeza, maturação, teor de açúcar e acidez) parecem ser menos afetados pelas telas antigranizo, em comparação com os indicadores externos (Manja e Aoun, 2019). A firmeza de polpa do fruto é uma característica muito importante,

por estar associada ao período de conservação da maçã. Como no Brasil o armazenamento dá-se por um período muito longo, é necessário que durante a colheita de maçãs do grupo ‘Fuji’ tenham uma FP maior que 71N (Argenta *et al.*, 1995; Gerber *et al.*, 2018), garantindo uma maior vida útil de câmara. No presente estudo, a FP de maçãs ao longo de quatro ciclos consecutivos ficou na sua maioria, abaixo do valor esperado para esta cultivar.

TABELA 34. Firmeza de polpa dos frutos na colheita, em macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Firmeza de Polpa ...(N)...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	64,10	71,11	68,81	60,25	66,07 ^{ns}
ChromatiNet® Amarela	58,91	69,39	64,10	62,45	63,71
Preta	57,43	66,96	66,98	63,51	63,72
ChromatiNet® Pérola	59,40	73,40	63,92	63,98	65,18
ChromatiNet® Azul	58,81	71,43	65,31	64,33	64,97
ChromatiNet® Vermelha	57,93	70,39	64,85	62,77	63,98
Mista (Branca e Preta)	60,14	72,67	64,77	64,78	65,59
Branca	59,84	64,85	69,20	65,74	64,91
Média	59,57 ^C	70,02 ^A	65,99 ^B	63,48 ^B	
CV (%)					8,89

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

Grandes diferenças no teor de sólidos solúveis (SS) das maçãs ‘Fuji Suprema’ foram observadas entre os ciclos durante o período experimental. No primeiro ciclo (2017/2018), os teores de SS foram maiores nos frutos colhidos na área a pleno sol, assemelhando-se apenas aos das telas branca e ChromatiNet® vermelha (TABELA 35). Basile *et al.* (2012) também relataram alto teor de sólidos solúveis em kiwis ‘Hayward’ cultivados sob telas fotosseletivas vermelhas. Já, Giaccone *et al.* (2012) relataram que cobrir a nectarina ‘Laura’ com tela antigranizo branca, afetou positivamente o teor de açúcar da fruta.

No ciclo seguinte (2018/2019), os frutos da tela mista tinham 16,34 de °Brix médio, sendo superior à área a pleno sol e ChromatiNet® azul, com 13,65 e 14,04 °Brix, respectivamente. Em 2019/2020, os maiores valores também foram verificados nos frutos da área a pleno sol; no entanto, só foi superior ao °Brix da ChromatiNet® pérola, não diferindo das demais. Segundo Manja e Aoun

(2019), durante a colheita frutos expostos ao sol são caracterizados por um maior teor de SS em relação aos frutos sombreados. No último ciclo (2020/2021), não foram observadas diferenças entre os tratamentos estudados.

Os valores médios de °Brix para maçãs ‘Fuji ‘Suprema’ do experimento com tela antigranizo fotosselativas em área irrigada variaram de 13,19 a 14,19 °Brix. Para Treptow *et al.* (1995) esses valores estão fora da faixa considerada adequada para esta cultivar, os quais deveriam estar entre 10 a 12 °Brix.

Sob condições de sombreamento, os carboidratos estruturais (componentes da parede celular e da lamela média) e de armazenamento nos frutos podem diminuir, resultando em menor firmeza da polpa e menor SS na maturidade comercial (Amarante *et al.*, 2011). Contudo, no presente estudo, apesar de algumas telas terem teor de sólidos solúveis iguais ou até mesmo superiores ao pleno sol, o efeito não é consistente entre os ciclos. Podendo ter mais influência das condições meteorológicas locais e da alternância de produção, do que efeito de tela.

TABELA 35. Sólidos solúveis (SS) dos frutos na colheita, em macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas sob telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Sólidos Solúveis (°Brix)				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	15,47aA	13,65bAB	15,41aA	12,25aB	14,19
ChromatiNet® Amarela	12,78bB	14,81abA	13,56abAB	13,38aAB	13,63
Preta	12,53bB	14,74abA	13,56abAB	12,22aB	13,26
ChromatiNet® Pérola	12,60bA	14,26abA	12,90bA	12,98aA	13,19
ChromatiNet® Azul	12,95bA	14,04bA	13,30abA	14,19aA	13,62
ChromatiNet® Vermelha	13,27abA	14,25abA	13,68abA	12,84aA	13,51
Mista (Branca e Preta)	13,07bB	16,34aA	13,78abB	13,07aB	14,07
Branca	13,60abA	14,76abA	14,22abA	13,45aA	14,01
Média	13,28	14,61	13,80	13,05	
CV (%)	9,53				

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

Em muitos estudos, tem sido relatado que algumas cultivares de maçãs em áreas a pleno sol são caracterizadas por uma quebra avançada de amido, resultando em frutos com estágio de maturação mais adiantado, em comparação com os encontrados sob telas de cor escura (Manja e Aoun, 2019). Contudo, o

índice iodo-amido de maçãs 'Fuji Suprema' cultivadas em área irrigada, não foi afetada pelo uso de telas antigranizo (TABELA 36). Entre os ciclos, os maiores índices foram observados em 2018/2019 e 2020/2021 e o menor em 2019/2020. Em outro estudo realizado no Brasil com maçãs 'Fuji', também não foi verificado efeito da tela antigranizo branca 18,4% sob a degradação do amido (Amarante et al, 2011). Resultados semelhantes foram relatados por Gindaba e Wand. (2005) em 'Cripps' Pink' e 'Royal Gala' sob tela preta 20%. Ao observar os valores médios de cada ciclo durante a execução do experimento, nota-se que o índice iodo-amido dos frutos está muito alto, quando se projeta o potencial de armazenamento dos mesmos. Assim, frutos cujo índice esteja acima de 8, requer uma distribuição imediata para o abastecimento de mercados e centro distribuidores, tendo em vista que a maturação está muito avançada.

TABELA 36. Índice iodo-amido dos frutos na colheita, em macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosseletivas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Índice iodo-amido (1-9)				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	8,41	8,49	6,99	8,55	8,11ns
ChromatiNet® Amarela	8,12	8,37	7,21	7,84	7,89
Preta	8,38	8,79	7,93	8,68	8,44
ChromatiNet® Pérola	8,16	8,66	7,31	8,57	8,18
ChromatiNet® Azul	8,39	8,66	7,14	8,05	8,06
ChromatiNet® Vermelha	7,84	8,56	7,38	7,92	7,92
Mista (Branca e Preta)	8,21	8,56	7,50	8,58	8,21
Branca	8,29	8,31	7,04	8,21	7,96
Média	8,23B	8,55A	7,31C	8,30AB	
CV (%)	7,76				

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

A porcentagem de ácido málico, que reflete à acidez titulável, foi maior na área a pleno sol durante o ciclo 2019/2020, em comparação com as telas branca, ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® azul e ChromatiNet® pérola, mas não foi significativamente diferente das telas mista, preta e ChromatiNet® vermelha (TABELA 37). Entre os ciclos, apenas a tela preta e a área a pleno sol tiveram maiores % de ácido málico em 2019/2020 do que em 2020/2021. No ciclo 2020/2021, o uso da tela antigranizo não alterou a acidez titulável das maçãs.

Segundo Ordóñez *et al.* (2016), quando os frutos são avaliados no mesmo estágio de maturação, a cor da tela antigranizo não influencia a acidez das maçãs. A acidez da fruta afeta a percepção do sabor e, portanto, é um componente importante da qualidade organoléptica da maçã (Etienne *et al.*, 2013; Khan *et al.*, 2013). Como as análises de acidez titulável em maçãs 'Fuji Suprema' plantadas em área irrigada, foram realizadas apenas durante dois ciclos produtivos, devido à perda de amostras dos dois primeiros anos, não é possível distinguir se houve um efeito constante entre os quatro anos de experimento ou se a resposta está mais associada ao manejo do pomar, produção e condições meteorológicas.

TABELA 37. Teores de ácido málico em frutos de macieiras 'Fuji Suprema' cultivadas sob telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, durante os ciclos vegetativos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Acidez titulável				Média
	Ácido málico (%)				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	*	*	0,44aA	0,25aB	0,35
ChromatiNet® Amarela	*	*	0,30bA	0,30aA	0,30
Preta	*	*	0,35abA	0,25aB	0,30
ChromatiNet® Pérola	*	*	0,26bA	0,30aA	0,28
ChromatiNet® Azul	*	*	0,27bA	0,32aA	0,29
ChromatiNet® Vermelha	*	*	0,35abA	0,31aA	0,33
Mista (Branca e Preta)	*	*	0,33abA	0,31aA	0,32
Branca	*	*	0,31bA	0,33aA	0,32
Média	*	*	0,33	0,29	
CV (%)			21,45		

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

4.2.3 Atributos de crescimento vegetativo

Na área irrigada, a massa de ramos velhos, massa de ramos novos, massa média de ramos e número de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema', não foram afetadas pelo uso de telas antigranizo (TABELAS 38 e 39). Estes resultados corroboram com reportados por Solomakhin e Blanke, 2008 e Bastías *et al.*, 2012 em que o uso de tela antigranizo de diferentes sombreamentos e cores não interferiram no desenvolvimento vegetativo das plantas. Entre os ciclos, nota-se um maior incremento na massa de ramos velhos e no número de ramos podados em 2019/2020, com registro de 0,93 kg planta⁻¹

e 38,86 ramos planta⁻¹, respectivamente (TABELAS 38 e 39). Em 2017/2018, no entanto, foram observados os menores valores de massa de ramos velhos (0,22 kg planta⁻¹) e número de ramos podados (12,38 ramos planta⁻¹) (TABELAS 38 e 39). No segundo ciclo (2018/2019), os maiores valores médios de massa de ramos novos foi 0,62 kg planta⁻¹ e na massa média de ramos podados 25,23 g ramo⁻¹ (TABELAS 38 e 39).

TABELA 38. Efeito de telas antigranizo fotosselativas na massa de ramos velhos e novos de macieiras 'Fuji Suprema' em condições irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Massa de ramos velhos ...kg.planta ⁻¹ ...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	0,36	0,11	0,97	0,56	0,50ns
ChromatiNet® Amarela	0,24	0,35	0,94	0,62	0,54
Preta	0,17	0,36	0,74	0,67	0,49
ChromatiNet® Pérola	0,22	0,25	0,85	0,46	0,45
ChromatiNet® Azul	0,19	0,32	0,78	0,63	0,48
ChromatiNet® Vermelha	0,24	0,34	1,14	0,58	0,58
Mista (Branca e Preta)	0,28	0,35	1,08	0,91	0,65
Branca	0,16	0,28	1,32	0,98	0,68
Média	0,22C	0,32C	0,93A	0,72B	
CV (%)	82,44				
Tratamento	Massa de ramos novos ...kg.planta ⁻¹ ...				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	0,18	0,45	0,16	0,11	0,22ns
ChromatiNet® Amarela	0,07	0,66	0,19	0,34	0,31
Preta	0,08	0,62	0,15	0,25	0,28
ChromatiNet® Pérola	0,13	0,49	0,17	0,34	0,27
ChromatiNet® Azul	0,08	0,74	0,16	0,22	0,31
ChromatiNet® Vermelha	0,09	0,51	0,21	0,35	0,29
Mista (Branca e Preta)	0,10	0,66	0,23	0,43	0,36
Branca	0,18	0,68	0,21	0,38	0,36
Média	0,15C	0,62A	0,18C	0,33B	
CV (%)	108,58				

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 Tukey ($p < 0,05$).

Valores íferos para massa de ramos novos, foram verificados em 2017/2018 (0,15 kg planta⁻¹) e 2019/2020 (0,18kg planta⁻¹) (TABELA 38) e para massa média de ramos, apenas em 2019/2020 (4,39 g ramo⁻¹) (TABELA 39).

TABELA 39. Efeito de telas antigranizo fotosseletivas na massa média de ramos podados e número de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' em condições irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamento	Massa média de ramos podados ...g ramo ⁻¹				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	11,31	27,23	4,85	2,94	11,58ns
ChromatiNet® Amarela	7,25	29,15	4,12	10,19	12,85
Preta	8,76	27,06	4,92	6,94	12,16
ChromatiNet® Pérola	22,73	23,53	4,21	14,98	16,50
ChromatiNet® Vermelha	8,02	20,27	3,87	8,49	10,27
ChromatiNet® Azul	9,89	24,45	5,09	10,41	12,69
Mista (Branca e Preta)	8,37	25,31	5,09	11,10	12,47
Branca	10,71	26,84	4,42	8,95	12,76
Média	12,74B	25,23A	4,39C	9,92B	
CV (%)	105,01				
Tratamento	Número de ramos podados ...ramos planta ⁻¹				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	16,44	20,88	31,13	34,13	25,64ns
ChromatiNet® Amarela	9,13	26,38	44,00	31,13	27,66
Preta	9,69	27,56	32,50	31,56	25,33
ChromatiNet® Pérola	9,63	17,69	37,88	24,42	22,40
ChromatiNet® Azul	10,94	20,25	33,25	27,50	22,98
ChromatiNet® Vermelha	12,88	26,94	43,88	24,92	27,15
Mista (Branca e Preta)	14,94	22,88	44,50	39,94	30,56
Branca	6,88	25,00	48,50	41,81	30,55
Média	12,38D	23,81C	38,86A	32,60B	
CV (%)	63,43				

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

Na TABELA 40, está expresso o efeito das telas antigranizo no comprimento de ramos. No comprimento mínimo não houve diferenças entre as áreas avaliadas, contudo, no primeiro ciclo a qual as plantas estavam mais novas e com uma carga não definida, os valores mínimos foram superiores aos demais ciclos. Por outro lado, no comprimento médio, houve resultados diferenciados ao

longo dos ciclos. Em 2017/2018 a ChromatiNet® pérola teve ramos com comprimento médio de 50,91 cm, sendo maior que as outras áreas. Em 2018/2019 todas as telas apresentaram um comprimento médio superior à área a pleno sol. Para 2019/2020, o efeito das telas no crescimento de ramos não foi detectado. Em 2020/2021 a maioria das telas antigranizo causou o aumento do comprimento médio de ramos, quando comparado com o pleno sol. Contudo, a área descoberta não diferiu das telas pretas, branca e ChromatiNet® vermelha. Esses resultados não condizem com os reportados por Solomakhin e Blanke (2008), em que o comprimento de brotos de um ano de idade não foi significativamente diferente sob tela protetora branca (12%), vermelha-branca (14%), vermelha-preta (18%) e verde-preta (23%). De forma geral, o ciclo 2018/2019 apresentou os maiores valores de comprimento médio de ramos podados (TABELA 40).

Em relação ao comprimento máximo, no ciclo 2017/2018 os maiores valores foram observados nos ramos podados na área a pleno sol e sob a ChromatiNet® pérola, todavia, só diferiram da ChromatiNet® vermelha e branca (Tabela 40). No ciclo seguinte (2018/2019), os resultados foram diferentes, no qual as telas antigranizo propiciaram um aumento no tamanho dos ramos em relação aos da área a pleno sol, contudo, apenas a tela mista diferiu significativamente da área descoberta. Em 2019/2020, o uso de tela antigranizo de diversas cores não afetou o crescimento máximo de ramos podados, nas diferentes áreas. No ciclo 2020/2021, o uso de tela antigranizo ChromatiNet® pérola, mista, ChromatiNet® amarela e branca também aumentaram o crescimento vegetativo dos ramos (TABELA 40). Em pêssigo, o vigor vegetativo foi consistentemente aumentado sob telas amarela, pérola e branca em comparação com um controle descoberto (Shahak *et al*, 2004); Mupambi *et al.*, 2018).

Apesar dos resultados variarem bastante ao longo do período experimental, nota-se que a ChromatiNet® pérola, foi a única tela que repetiu tendência durante dois ciclos (2017/2018 e 2020/2021) e ocasionou poda de ramos maiores que as demais. Ao observar os atributos de produtividade (TABELAS 21 e 22) sob essa tela, nota-se um menor número de frutos e produção por planta, desencadeando um maior crescimento vegetativo. Além disso, por ser uma tela fotosseletiva, a ChromatiNet® pérola, pode aumentar a

dispersão e alterar o espectro de luz, resultando em aumento da ramificação, compactação da planta e número de flores por planta (Sivakumar *et al.*, 2017). Nessas condições, é interessante controlar o crescimento vegetativo e potencializar o equilíbrio com a parte reprodutiva das plantas, a fim de melhorar o rendimento e qualidade dos frutos (Sharma *et al.*, 2009).

TABELA 40: Efeito de telas antigranizo fotosselativas no comprimento máximo, mínimo e médio de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' cultivada em área irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Comprimento mínimo ramos podados cm				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	10,67	5,44	5,08	5,39	6,61ns
ChromatiNet® Amarela	8,63	6,47	4,63	6,29	6,72
Preta	7,01	6,39	5,14	5,77	6,17
ChromatiNet® Pérola	18,43	6,91	5,74	4,58	10,01
ChromatiNet® Azul	10,74	7,57	4,94	6,14	7,47
ChromatiNet® Vermelha	7,14	8,58	5,82	4,50	6,94
Mista (Branca e Preta)	6,67	8,67	4,40	5,54	6,32
Branca	16,53	13,71	5,33	5,57	10,18
Média	11,01A	7,98B	5,13B	5,99B	
CV%	121,66				
Tratamentos	Comprimento médio ramos podados cm				Média
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	35,77bA	25,28bAB	23,00aB	17,02bB	25,33
ChromatiNet® Amarela	30,60bB	43,70aA	25,50aB	33,64aAB	33,43
Preta	32,10bAB	42,20aA	27,20aB	28,41abB	32,46
ChromatiNet® Pérola	50,91aA	45,88aA	25,45aB	40,88aA	40,59
ChromatiNet® Azul	33,60bB	46,10aA	27,10aB	33,76aAB	35,17
ChromatiNet® Vermelha	24,70bB	43,00aA	24,50aB	28,38abB	30,27
Mista (Branca e Preta)	30,93bB	48,80aA	28,59aB	33,37aB	35,42
Branca	32,90bAB	43,80aA	25,20aB	30,67abB	33,13
Média	33,91	42,33	25,82	30,30	
CV%	45,37				

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

---- (Página seguinte)

continuação TABELA 40: Efeito de telas antigranizo fotosselativas no comprimento máximo, mínimo e médio de ramos podados de macieiras 'Fuji Suprema' cultivada em área irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 em Monte Alegre dos Campos, RS.

Tratamentos	Comprimento máximo ramos podados				Média
	cm				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	
Pleno Sol (Sem cobertura)	98,50aA	72,79bAB	78,70aAB	60,68bB	77,65
ChromatiNet® Amarela	69,70abC	107,91abA	80,09aB	112,63aAB	93,40
Preta	72,19abB	106,56abA	88,64aB	90,71abAB	90,94
ChromatiNet® Pérola	103,60aA	104,01abA	82,63aB	126,10aA	101,89
ChromatiNet® Azul	80,49abB	107,28abA	90,52aAB	91,60abA	92,54
ChromatiNet® Vermelha	61,62bB	100,61abA	73,83aB	96,50abAB	82,29
Mista (Branca e Preta)	81,68abB	109,78aAB	83,84aB	114,30aA	97,40
Branca	61,59bB	102,61abA	65,64aB	99,71aAB	82,72
Média	76,42	101,44	80,49	97,91	
CV%	40,21				

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

Telas fotosselativas em área irrigada

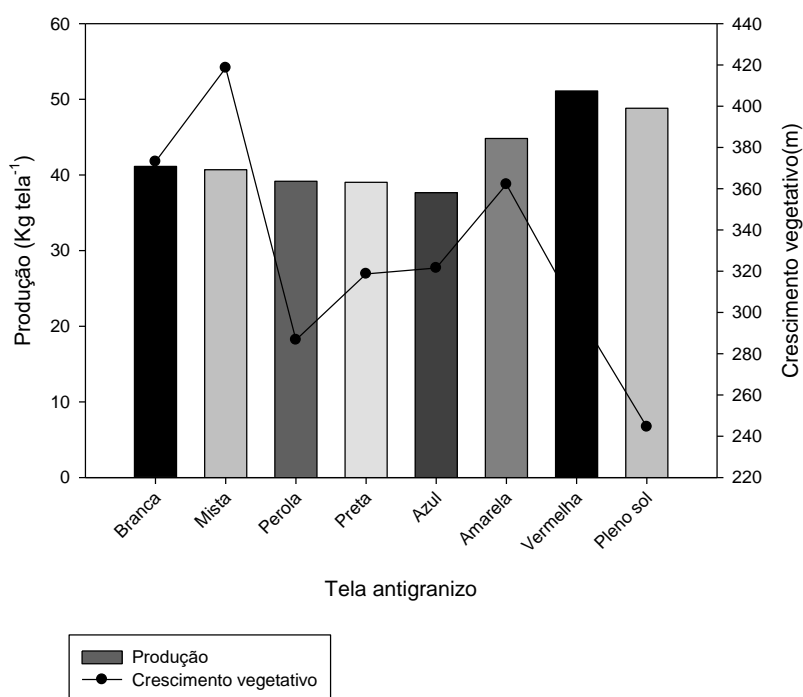


FIGURA 8. Comparação de valores acumulados de crescimento vegetativo e produtivo de macieiras 'Fuji Suprema' em experimento com telas antigranizo fotosselativas em área irrigada, durante os ciclos 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. Monte alegre dos campos, RS.

Sabe-se que o crescimento vegetativo está diretamente ligado à carga de frutos. Segundo Webster (2005) e Hawerth e Petri (2011) os frutos competem com os drenos da planta (ramos e raízes) por água, nutrientes e fotoassimilados; desta forma, o aumento desta demanda pela maior frutificação tende a diminuir a sua disponibilidade para o crescimento de ramos. Observando-se os dados acumulados de crescimento vegetativo e produtivo, de macieiras ‘Fuji Suprema’ em experimento com telas antigranizo fotosselativas, em área irrigada, apresentados na FIGURA 8 confirma-se o que vem sendo reportado por diversos pesquisadores, na qual o crescimento vegetativo foi inversamente proporcional à produção de frutos. A ChromatiNet® vermelha por exemplo, proporcionou uma produção acumulada durante os quatro ciclos do experimento de 51,10 Kg.tela⁻¹ e um crescimento vegetativo acumulado de 300,95 m. Por outro lado, a tela antigranizo mista teve 40,68 Kg.tela⁻¹ e 418,58 m, respectivamente.

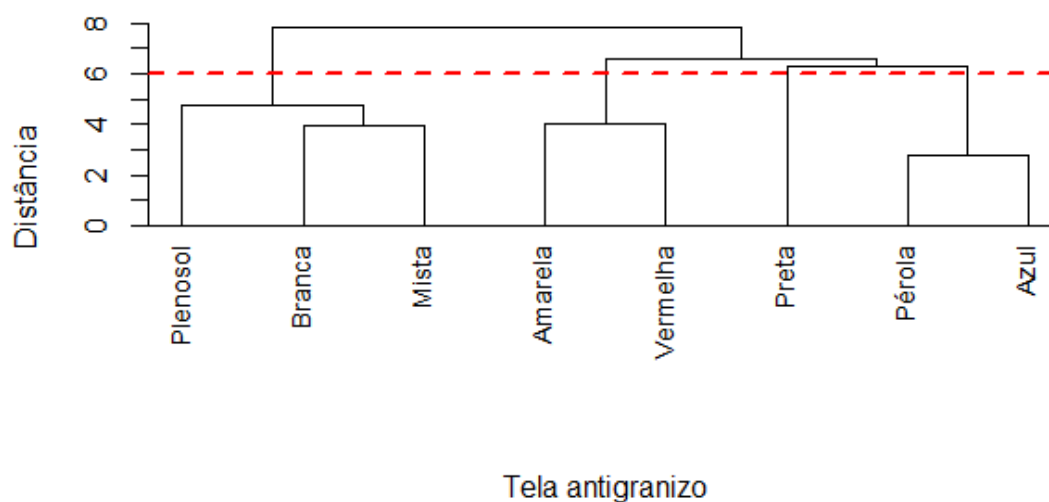


FIGURA 9. Dendrograma de cluster hierárquico da distância euclidiana para sete telas antigranizo instaladas em área não irrigada, pelo método de ligação completa, gerada com 14 caracteres de valores médios de quatro ciclos produtivos: (A) 2016/2017, (B) 2017/2018, (C) 2018/2019, (D) 2019/2020, (E) 2020/2021.

Os resultados dos agrupamentos hierárquicos da distância euclidiana para sete telas antigranizo - ChromatiNet® azul, ChromatiNet® pérola, ChromatiNet® amarela, ChromatiNet® vermelha, preta, mista e branca, além de uma área a pleno sol - instaladas em área irrigada, mostram que a semelhança entre as telas varia com as condições meteorológicas de cada ciclo produtivo (FIGURA 9). Na média dos quatro ciclos produtivos em uma área irrigada, a similaridade dos tratamentos formaram 4 clusters: o Grupo I: ChromatiNet® Pérola e ChromatiNet® azul e a tela preta, com efeito mais isolado, mas com grandes semelhanças entre elas; Grupo II: ChromatiNet® amarela e ChromatiNet® vermelha; Grupo III: mista e branca, com a pleno sol mostrando uma menor distância euclidiana entre este agrupamento. Como esperado, o tratamento pleno sol teve um maior número de frutos por planta e produção, e entre as telas a ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® amarela. Por outro lado, o agrupamento I deteve os menores resultados referente a esses atributos de produtividade. A ChromatiNet® vermelha e ChromatiNet® amarela também mostraram uma menor incidência e severidade de “*russetting*”. O uso das telas antigranizo branca e mista aumentou o número de ramos podados e o crescimento vegetativo das plantas.

5 CONCLUSÕES

- O uso de ChromatiNet[®] pérola e ChromatiNet[®] amarela em macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas em área não irrigada, é uma opção vantajosa para garantir rendimentos consideráveis, sem prejudicar os atributos de qualidade (cor e maturação) e por proporcionar um menor crescimento vegetativo das plantas.
- A ChromatiNet[®] azul sobre macieiras ‘Fuji Suprema’ em área não irrigada reduz os atributos produtivos, em ciclos de maior produção.
- O uso de tela antigranizo reduz a ocorrência e severidade de distúrbios fisiológicos como danos de sol e “*russetting*” na colheita de macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas em área sem irrigação.
- Macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas sem irrigação e cobertas com ChromatiNet[®] vermelha têm um aumento substancial no crescimento vegetativo.
- Macieiras ‘Fuji Suprema’ plantadas em área irrigada sofrem um menor impacto produtivo e de qualidade de frutos com o uso de telas antigranizo, do que as de área não irrigada.
- O uso de telas antigranizo não influencia o número de frutos e produção por planta em área irrigada; os resultados são mais relacionados às condições meteorológicas do ciclo produtivo e da alternância de cultivar.
- Macieiras ‘Fuji Suprema’ cobertas com tela antigranizo branca e ChromatiNet[®] azul têm maior incidência e severidade de danos do sol,

assemelhando-se a áreas descobertas. Além disso, a tela antigranizo branca induz maior crescimento vegetativo das macieiras.

- O recobrimento da epiderme de macieiras 'Fuji Suprema' com a coloração vermelha (clone colorido), assim como, a firmeza de polpa e o índice iodo-amido não são afetados pelo uso de tela antigranizo em área irrigada.
- O uso de tela antigranizo em áreas irrigadas não afetou a massa de ramos novos e velhos podados, nem o número de ramos podados nas macieiras 'Fuji Suprema'. No entanto, a ChromatiNet® pérola apresentou ramos de maior comprimento máximo em comparação com os outros ambientes avaliados.

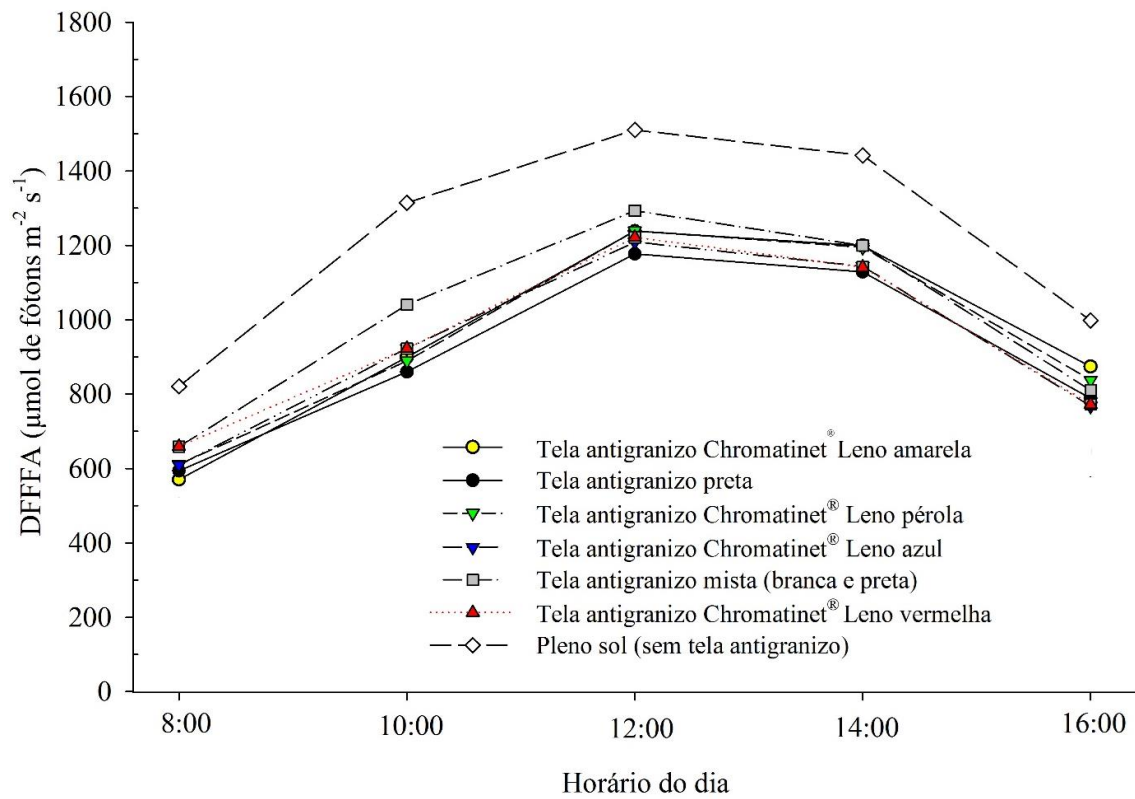
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações relacionadas à avaliação das telas antigranizo estão vinculadas ao projeto Embrapa/SEG 20.19.03.066.00.00 – ‘Manejo de pomares de macieira sob tela antigranizo: estratégias para aumento da regularidade produtiva e qualidade da produção’. Considerando a realidade do setor produtivo da maçã na região Sul do Brasil, a tendência é expandir as áreas cobertas com telas antigranizo e conseqüentemente os efeitos no metabolismo das plantas tende a se intensificar. Deste modo, torna-se muito importante dispor de informações técnicas que possam contribuir com o aperfeiçoamento desse sistema, por meio da escolha de telas antigranizo e sistemas de implantação, com características mais interessantes às necessidades fisiológicas da macieira, e assim, predispor de uma redução dos impactos causados pelo emprego de telas. O presente trabalho foi executado durante cinco ciclos produtivos na área não irrigada e quatro na irrigada, trazendo informações relevantes ao pomicultor da região Sul do Brasil, em relação ao emprego das telas antigranizo. No entanto, por ser um clone de maçã com frutos mais coloridos, os resultados obtidos para a cultivar ‘Fuji Suprema’ são menos expressivos entre os ambientes de cultivo, com os efeitos dos ciclos produtivos se sobressaindo aos da tela (coloração) antigranizo. Isso pode ser proveniente das condições meteorológicas entre os ciclos, e também do manejo dado ao pomar onde o experimento foi realizado.

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. Para tanto, estudos futuros nesta linha de pesquisa tornam-se fundamentais, podendo-se direcionar para temas não contemplados nessa tese, como interferência das telas antigranizo na qualidade de gemas, conteúdo de antioxidantes foliares, taxa de assimilação líquida de CO₂, monitoramento da

radiação solar fotossinteticamente ativa (RAF) e a irradiância espectral (IE). Também a caracterização climática, através da coleta de dados climáticos médios mensais (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação) ocorridos durante os períodos de avaliação, obtidos através da estação meteorológica automática do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada na área experimental, determinação das concentrações de pigmentos fotossintéticos (carotenoides e clorofilas), e entre outras análises e temáticas específicas. 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. Por fim, como recomendação técnica, conforme o estudo realizado nos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul, o uso de tela antigranizo fotosseletiva pérola ou amarela com sistema de irrigação instalado, seria a alternativa mais indicada a um produtor que quer proteger seu pomar contra danos de precipitação de granizo e conseqüentemente ter menores efeitos na produção, qualidade de frutos e crescimento vegetativo.

7 APÊNDICE



Fonte: Danyelle Mauta, 2018.

APÊNDICE 1- Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA $\lambda = 400-700 \text{ nm}$), 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.

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**, Amsterdam, v. 52, p. 1755-1762, 2011.
- AMARANTE, C. V. T.; STANGER, M. C.; COLDEBELLA, M. C.; VILVERT, J. C. SANTOS, A.; STEFFENS, C. A. Fruit quality and yield of 'Imperial Gala' apple trees protected by anti-hail nets of different colouration in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 1205, p. 897-904, 2018.
- AMARANTE, C. V. T.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C. A. Cultivo de macieira em ambiente protegido. *In*: CHAVARRIA, E.; SANTOS, H. P. (ed.). **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 75-104.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; BLUM, L. E. B. Coloração do fruto, distúrbios fisiológicos e doenças em maçã 'Gala' e 'Fuji' pulverizadas com aminoetoxivinilglicina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 9-18, 2010.
- AMARANTE, C.; 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, 2011.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; MIQUELOTO, A.; ZANARDI, O. Z.; SANTOS, H. P. 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.; STEFFENS, C. A.; MOTA, C. S.; SANTOS, H. P. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras 'Royal Gala' cobertas com telas antigranizo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, p. 925-931, 2007.
- ANDREWS, H.; JOHNSON, P. Physiology of sunburn development in apples. **Good Fruit Grower**, Yakima, v. 47, p. 33–36, 1996.

ANUÁRIO brasileiro da maçã: 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 50 p. Edição especial.

ANUÁRIO Hortifruti Brasil 2020-2021. Piracicaba: CEPEA – ESALQ/USP, 2018. 50 p. Edição especial.

ARGENTA, L. C.; BENDER, R. J.; KREUS, C. L.; MONDARDO, M. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 1259-1266, 1995.

ARSOV, T.; KIPRIJANOVSKI, M.; GJAMOVSKI, V. The effects of anti-hail net in protection of pear orchard after hailstorm occurrence. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 1139, p. 529–534, 2015.

ARTHURS, S. P. Environmental modification inside photoselective shadehouses. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 48, n. 8, p. 975–979, 2013.

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

BAIAMONTE, I.; RAFFO, A.; NARDO, N.; MONETA, E.; PEPARAIO, M.; D'ALOISE, A.; KELDERER, M.; CASERAC, C.; PAOLETTIA, F. Effect of the use of anti-hail nets on codling moth (*Cydia pomonella*) and organoleptic quality of apple (cv. *Braeburn*) grown in Alto Adige Region (northern Italy). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 96, p. 2025–2032, 2016.

BASAK, A.; RADEMACHER, W. Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of proexadione-Ca. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 514, p. 41-51, 2000.

BASILE, B.; GIACCONE, M.; SHAHAK, Y.; FORLANI, M.; CIRILLO, C. Regulation of the vegetative growth of kiwifruit vines by photo-selective anti-hail netting. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 172, p. 300-307, 2014.

BASILE, B.; GIACCONE, M.; CIRILLO, C.; RITIENI, A.; GRAZIANI, G.; SHAHAK, Y.; FORLANI, M. Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 141, p. 91–97, 2012.

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, 2012.

BASTÍAS, R. M.; LOSCIALE, P.; CHIECO, C.; ROSSI, F.; GRAPPADELLI, L. C. Physiological aspects affected by photoselective nets in apples: preliminary studies. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 907, p. 217-220, 2011.

BEM, B. P. **Fruticultura de clima temperado**: organização e controle de qualidade na cadeia produtiva de maçã e uva para elaboração de vinhos finos de altitude, na cooperativa SANJO, São Joaquim–SC. 2012. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

BENEDEK, P.; FINTA, K. The effect of nectar production to the gathering behaviour of honey bees and to the foraging activity of wild bees at apple flowers. **International Journal of Horticultural Science**, Debrecen, v. 12, n. 2, p. 45–57, 2006.

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**, Passo Fundo, v. 8, p. 121-132, 2000.

BLANKE, M. The structure of coloured hail nets affects light transmission, light spectrum, phytochrome and apple fruit colouration. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 817, p. 177–184, 2009.

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

BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; PAULA, V. A.; MARODIN, G. A. B.; BRAUNER, P. C. Microclimate alterations caused by agricultural hail net coverage and effects on apple tree yield in subtropical climate of Southern Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 77, n. 1, p. 181–192, 2018.

BOSCO, L. C.; BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; PAULA, V. A.; MARODIN, G. A. B.; NACHTIGALL, G. R. Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 59, p. 773-782, 2014.

BOSCO, L. C.; NACHTIGALL, G. R.; BERGAMASCHI, H.; PAULA, V. A.; CARDOSO, L. S.; MARODIN, G. A. B. **Tela antigranizo sobre pomares de macieira em Vacaria**, RS. Bento Gonçalves: Embrapa, 2013. 8 p. (Comunicado técnico, 144).

BOSCO, L. C.; CARDOSO, L. S.; PAULA, V. A.; BERGAMASCHI, H.; BRAUNER, P. C.; CASAMALLI, B.; SANTOS, V. R.; MARODIN, F. A.; SANTOS, H. P.; MARODIN, G. A. B. Microclima e qualidade de frutos de macieira sob tela antigranizo. *In*: REUNIÓN ARGENTINA, 13., LATINO AMERICANA DE AGROMETEOROLOGÍA, 6., 2010, Bahia Blanca. **Actas**. Bahia Blanca: Asociación Argentina de Agrometeorología, 2010. p. 43-44.

BRANDT, M. Notas sobre a detecção e a prevenção do granizo nos pomares de maçã do município de Fraiburgo – SC. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro, v. 4, n. 2, p. 133-141, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução normativa nº 5, de 9 de fevereiro de 2006. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 15 fev. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília, DF: IICA. MAPA/SPA, 2007. 102 p. (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 nov. 2017.

BUTHELEZI, M. N. D.; SOUNDY, P.; JIFONA, J.; SIVAKUMAR, D. Spectral quality of photo-selective nets improves phytochemicals and aroma volatiles in coriander leaves (*Coriandrum sativum* L.) after postharvest storage. **Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology**, Lausanne, v. 161, p. 328–334, 2016.

CALDANA, N. F. S.; NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H. Precipitações de granizo e os impactos na Mesorregião Sudoeste Paranaense, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 12, n. 4, p. 1327-1339, 2019.

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, 2001.

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; BOSCO, L. C.; DE PAULA, V. A.; MARODIN, G. A. B.; CASAMALI, B.; NACHTIGALL, G. R. Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p. 1960-1967, 2012.

CARDOSO, L. S.; BOSCO, L. C.; PAULA, V. A.; BERGAMASCHI, H.; BRAUNER, P. C.; MARODIN, F. A.; SANTOS, V. R.; MARODIN, G. A. B. Alterações micrometeorológicas em pomares de macieira pelo uso de tela antigranizo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. Universidade Federal de Viçosa. Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 5 p.

CASTELLANO, S.; CANDURA, A.; MUGNOZZA, G. S. Relationship between solidity ratio, colour and shading effect of agricultural nets. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 801, p. 253–258, 2008.

CASTELLANO, S.; MUGNOZZA, G. S.; RUSSO, G.; BRIASSOULIS, D.; MISTRIOTIS, S.; HEMING, S. WAAIJENBERG, D. Plastic nets in agriculture: a general review of types and applications. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 24, p. 799–808, 2008.

CASTELLANO, S.; HEMMING, S.; RUSSO, G. The influence of color on radiometric performances of agricultural nets. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 801, p. 227–236, 2008.

CERA, J. C.; STRECK, N. A.; ZANON, A. J.; ROCHA, T. S. M.; CARDOSO, A. P.; RIBEIRO, B. S. M. R.; FENSTERSEIFER, C. A. J.; BECKER, C. C. Dano por granizo na cultura da soja em condições de lavoura: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 31, p. 211-217, 2016.

CHEN, K.; HU, G. Q.; LENZ, F. Training and shading effects on vegetative and reproductive growth and fruit quality of apple. **Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, v. 62, n. 5, p. 207–213, 1997.

CHOUINARD, G.; FIRLEJ, A.; CORMIER, D. Going beyond sprays and killing agents: exclusion, sterilization and disruption for insect pest control in pome and stone fruit orchards. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 208, p. 13–27, 2016.

DORNELES, V. R.; RIQUETTI, N. B.; NUNES, A. Forçantes dinâmicas e térmicas associadas a um caso de precipitação intensa sobre o Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 26, p. 220-232, 2020.

DUSSI, M. C.; GIARDINA, G.; SOSA, D.; GONZÁLEZ JUNYENT, R.; ZECCA, A.; REEB, P. Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. Fuji. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 3, p. 253–260, 2005.

ELAD, Y.; MESSIKA, Y.; BRAND, M.; DAVID, D. R.; SZTEJNBERG, A. Effect of colored shade nets on pepper powdery mildew (*Leveillula taurica*). **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 35, p. 285–299, 2007.

ELFVING, D. C.; SCHECHTER, I. Fruit count, fruit weight, and yield relationships in 'Delicious' apple trees on nine rootstocks. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 28, p. 793–795, 1993.

ETIENNE, A.; GÉNARD, M.; LOBIT, P.; BUGAUD, C. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 64, p. 1451–1469, 2013.

FELICETTI, D. A.; SCHRADER, L. E. Photooxidative sunburn of apples: characterization of a third type of apple sunburn. **International Journal of Fruit Science**, Binghamton, v. 8, n. 3, p. 160–172, 2008.

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

FOLTA, K. M.; MARUHNICH, S. A. Green light: a signal to slow down or stop. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, p. 3099–3111, 2015.

FREY, W. **Fraiburgo, berço da maçã brasileira**. 4. ed. Curitiba: Sépia, 2004. 320 p.

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**, Tsukuba, v. 8, p. 32-40, 2013.

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

GERBER, J. M.; NAVA, G.; ERNANI, P. R.; CIOTTA, M. N.; AMARANTE, C. V. T.; COLDEBELLA, M. C. Quality of 'Fuji Suprema' apples influenced by long-term annual addition of phosphorus to the soil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 9, [art.] e20180057, 2018.

GIACCONE, M.; FORLANI, M.; BASILE, B. Tree vigor, fruit yield and quality of nectarine trees grown under red photoselective anti-hail nets in southern Italy. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 962, p. 287–293, 2012.

GINDABA, J.; WAND, S. J. E. Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film, and shade net on sunburn and fruit quality in apples. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 40, p. 592–596, 2005.

GREENE, D. W. A comparison of the effects of several cytokinin on apple fruit set and fruit quality. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 329, p. 144-146, 1993.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; YOSHIKAWA, E. R. 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.; PETRI, J. L. **Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, 36).

HOGEWONING, S. W.; TROUWBORST, G.; MALJAARS, H.; POORTER, H.; VAN IEPEREN, W.; HARBINSON, J. Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 61, n.11, p. 3107–3117, 2010.

HOGEWONING, S. W.; HARBINSON, J. Insights on the development, kinetics, and variation of photoinhibition using chlorophyll fluorescence imaging of a chilled, variegated leaf. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, p. 453–463, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agropecuária: produção de maçã**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maca/br>. Acesso em: 14 abr. 2024.

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**, Lucknow, v. 8, p. 91-100, 2006.

JONKERS, H. Biennial bearing in apple and pear: a literature survey. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 11, p. 303-317, 1979.

KALCSITS, L.; MUSACCHI, S.; LAYNE, D. R.; SCHMIDT, T.; MUPAMBI, G.; SERRA, S.; MENDOZA, M.; ASTEGGIANO, L.; JAROLMASJED, S.; SANKARAN, S.; KHOT, L. R.; ESPINOZA, C. Z. Above and below-ground environmental changes associated with the use of photosensitive protective netting to reduce sunburn in apple. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 9, n. 17, p. 237-238, 2017.

KHAN, S. A.; BEEKWILDER, J.; SCHAART, J. G.; MUMM, R.; SORIANO, J. M.; JACOBSEN, E.; SCHOUTEN, H. J. Differences in acidity of apples are probably mainly caused by a malic acid transporter gene on LG16 475-487. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v. 9, n. 2, p. 475-487, 2013.

KIRCHHOFF, H. Diffusion of molecules and macromolecules in thylakoid membranes. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics**, Amsterdam, v. 1837, n. 4, p. 495-502, 2014.

KLANOVICZ, J. Chuvas de Granizo e desastre nos pomares de maçã Catarinenses: produzindo uma agricultura de risco. **Esboços**, Chapecó, v. 20, n. 30, p. 67-89, 2013.

KONG, Y.; AVRAHAM, L.; RATNER, K.; SHAHAK, Y. Response of photosynthetic parameters of sweet pepper leaves to light quality manipulation by photosensitive shade nets. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 956, p. 501-506, 2012.

KRETZSCHMAR, A. A.; MARODIN, G. A. B.; SANHUEZA, V. D. R. M. V.; GUERRA, D. S. Efeito de fitoreguladores sobre a incidência de podridão carpelar em maçãs "Fuji". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 14-419, 2007.

LAKATOS, L.; GONDA, I.; SOLTÉSZ, M.; SZABÓ, Z.; SZÉL, J.; NYÉKI, J. Effects of excessive weather on the micro-climate of apple plantations under the hail protection nets. **International Journal of Horticultural Science**, Debrecen, v. 17, p. 81-85, 2011.

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

LEE, T.-C.; ZHONG, P.-J.; CHANG, P.-T. The effects of preharvest shading and postharvest storage temperatures on the quality of 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) mandarin fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 188, p. 57-65, 2015.

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, 2002.

LORETI, F.; MORINI, S.; MULEO, R.; MASETTI, C.; VITAGLIANO, C. Effect of solar radiation deprivation on selected parameters of peach fruits. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 7, p. 105–108, 1993.

MANJA, K.; AOUN, M. The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 246, p. 110–122, 2019.

MARTIN, M. S.; PETRI, J. L.; BRIGHENTI, A. F. A maçã 'Fuji' da região de São Joaquim tem potencial para uma indicação geográfica. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 13-14, 2019.

MCCASKILL, M. R.; MCCLYMONT, L.; GOODWIN, I.; GREEN, S.; PARTINGTON, D. L. Howhail netting reduces apple fruit surface temperature: a microclimate and modelling study. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 226, p. 148–160, 2016.

MAGNAGO, R. F.; CALÁSIO, B. M.; MIRANDA, E. N.; BRUCHADO, I. J. J.; FLORES, M. B.; MEDEIROS, P.; SOUZA, P. R. Incidência de desastres naturais em Santa Catarina de 2011 a 2013. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, p. 156-175, 2015.

MATSUDA, R.; OHASHI-KANEKO, K.; FUJIWARA, K.; GOTO, E.; KURATA, K. Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. **Plant & Cell Physiology**, Tokyo, v. 45, n. 12, p. 1870–1874, 2004.

MAUTA, D. S.; HAWERROTH, F. J.; AMARANTE, C. V. T.; MOTA, C. S.; VILVERT, J. C. Photosynthetic response of 'Maxi Gala' apple trees covered with photoselective anti-hail nets. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 1268, p. 327-334, 2020.

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

MIDDLETON, S.; MCWATERS, A. Hail netting of apple orchards: Australian experience. **Compact Fruit Tree**, East Lansing, v. 35, p. 51–55, 2002.

MONSELISE, S. P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Alternate bearing in fruit trees. *In*: JANICK, J. (ed.). **Horticultural reviews**. London: ISHS, 1982. p. 128–173.

MOTA, F. S. Aspectos agrometeorológicos da água na atmosfera. *In*: MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1981. p. 243-326.

MUPAMBI, G.; ANTHONY, B. M.; LAYNE, D. R.; MUSACCHI, S.; SERRA, S.; SCHMIDT, T.; KALCSITS, L. A. The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 236, p. 60-72, 2018.

NAOR, A.; NASCHITZ, S.; PERES, M.; GAL, Y. Responses of apple fruit size to tree water status and crop load. **Tree Physiology**, Oxford, v. 28, p. 1255–1261, 2008.

ORDÓÑEZ, V.; MOLINA-CORRAL, F. J.; OLIVAS-DORANTES, C. L.; JACOBO-CUÉLLAR, J. L.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.; ESPINO, M.; OLIVAS, G. I. Comparative study of the effects of black or white hail nets on the fruit quality of 'Golden Delicious' apples. **Fruits**, Paris, n. 71, p. 229–238, 2016.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E.; EUGENE, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, A.; OVADIA, R.; GILLER, Y.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 3, p. 353-361, 2001.

OVADIA, R.; DORI, I.; NISSIM-LEVI, A.; SHAHAK, Y.; ORENSHAMIR, M. Coloured shade-nets influence stem length, time to flower, flower number and inflorescence diameter in four ornamental cut-flower crops. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 84, n. 2, p. 161-166, 2009.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 141 p.

PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. *In*: EPAGRI. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p. 229-259.

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

POPOV, E. G.; TALANOV, A. V.; KURETS, V. K.; DROZDOV, S. N. Effect of temperature on diurnal changes in CO₂ exchange in intact cucumber plants. **Russian Journal of Plant Physiology**, Moscow, v. 50, n. 2, p. 178-182, 2003.

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**, The Hague, n. 636, p. 137-144, 2004.

PSCHEIDT, L. A. Occurrence of russetting in 'Fuji' apples: causes and seasonal effects. **Journal of Fruit Science**, New York, v. 45, n. 3, p. 234-245, 2020.

RABINOWITCH, H. D.; BEN-DAVID, B.; FRIEDMANN, M. Light is essential for sunscald induction in cucumber and pepper fruits, whereas heat conditioning provides protection. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 29, p. 21-29, 1986.

RAJAPAKSE, N. C.; SHAHAK, Y. Light quality manipulation by horticulture industry. *In*: WHITELAM, G., HALLIDAY, K. (ed.). **Light and plant development**. Oxford: Blackwell, 2007. p. 290–312.

REAY, P. F.; FLETCHER, R. H.; THOMAS, V. Chlorophylls, carotenoids and anthocyanin concentrations in the skin of 'Gala' apples during maturation and the influence of foliar applications of nitrogen and magnesium. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 76, p. 63–71, 1998.

SALAZAR-CANALES, F.; BASTÍAS, R. M.; CALDERÓN-ORELLANA, A.; WILCKENS, R.; GONZÁLEZ, E. Photo-selective nets differentially affect microclimatic conditions, leaf physiological characteristics, and yield in hazelnut (*Corylus avellana* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, New York, v. 62, p. 845–858, 2021.

SALOMÉ, J. A. **Polinização dirigida em pomares de macieiras (*Malus x domestica* Borkh L.) com o uso de colmeias de *Apis melífera***. 2014. 137 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

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. 164 p.

SCHRADER, L.; ZHANG, J.; SUN, J. Environmental stresses that cause sunburn of apple. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 618, p. 397–405, 2003.

SHAHAK, Y.; KONG, K.; RATNER, K. The wonders of yellow netting. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 1134, p. 327-334, 2016.

SHAHAK, Y. Photoselective netting: an overview of the concept, research and development and practical implementation in agriculture. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 1015, p. 155–162, 2014.

SHAHAK, Y.; RATNER, K.; GILLER, Y.E.; ZUR, N.; OR, E.; GUSSAKOVSKY, E. E.; STERN, R.; SARIG, P.; RABAN, E.; HARCAVI, E.; DORON, I.; GREENBLAT-AVRON, Y. Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photoselective netting. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 772, p. 65–72, 2008.

SHAHAK, Y. Photoselective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried in Israel. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 770, p. 161–168, 2008.

SHAHAK, Y.; GUSSAKOVSKY, E. E.; COHEN, Y.; LURIE, S.; STERN, R.; KFIR, S.; NAOR, A.; ATZMON, I.; DORON, I.; GREENBLAT-AVRON, Y. Color nets: a new approach for light manipulation in fruit trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 636, p. 609–616, 2004.

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

SELAN, M.; KASTELEC, D.; JAKOPIC, J.; VEBERIC, R.; MIKULIC-PETKOVSEK, M.; KACJAN-MARSIC, N. Hail net cover, cultivar and pod size influence the chemical composition of dwarf French bean. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 175, p. 95–104, 2014.

SILVA, H.; HALL, A. J.; CASHMORE, W. M.; TUSTIN, D. S. Variation of fruit size and growth within an apple tree and its influence on sampling methods for estimating the parameters of mid-season size distributions. **Annals of Botany**, Oxford, v. 86, p. 493–501, 2000.

SIVAKUMAR, D.; JIFON, J. Influence of photosensitive shade nettings on postharvest quality of vegetables. *In*: SIDDIQUI, M. W. (ed.). **Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality**. London: Academic Press, 2018. cap. 5, p. 121–138.

SIVAKUMAR, D.; JIFON, J.; SOUNDY, P. Spectral quality of photo-selective shade nettings improves antioxidants and overall quality in selected fresh produce after postharvest storage. **Food Reviews International**, New York, p. 1–18, 2017.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants—An emerging synthesis. **Nature**, London, v. 407, p. 585–591, 2000.

STAMPAR, F.; VEBERIC, R.; ZADRAVEC, P.; HUDINA, M.; USENIK, V.; SOLAR, A.; OSTERC, G. Yield and fruit quality of apples cv. 'Jonagold' under hail protection nets. **Die Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, v. 67, p. 205–210, 2002.

STAMPS, R. H. Use of colored shade netting in horticulture. **HortScience**, Alexandria, VA, v. 44, p. 239–241, 2009.

SOLOMAKHIN, A. A.; BLANKE, M. M.; TRUNOV, Y.V.; NOGA, G. Organic mulch in apple tree rows as an alternative to herbicide and to improve fruit quality. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 933, p. 513–521, 2012.

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**, Campinas, v. 43, p. 1277-1284, 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**, London, v. 156, p. 121-136, 2009.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Coloured hailnets alter light transmission, light spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction in apple. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 56, p. 211-218, 2008.

SPERLING, V. B. **Processos físicos e elétricos das tempestades de granizo na região sul do Brasil**. 2018. 187 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2018.

SZABÓ, A.; TAMÁS, J.; NAGY, A. The influence of hail net on the water balance and leaf pigment content of apple orchards. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 283, p. 1-8, 2021.

SZYMAŃSKA, R.; SLESAK, I.; ORZECZOWSKA, A.; KRUK, J. Physiological and biochemical responses to high light and temperature stress in plants. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 139, p. 165–177, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TAKOS, M. A.; ROBINSON, P. S.; WALKER, R. A. Transcriptional regulation of the flavonoid pathway in the skin of dark-grown ‘Cripps’ Red’ apples in response to sunlight. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, n. 81, p. 735–744, 2006.

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

THEWES, F. R.; BOTH, V.; BRACKMANN, A.; WEBER, A.; ANESE, R. O. Dynamic controlled atmosphere and ultralow oxygen storage on ‘Gala’ mutants quality maintenance. **Food Chemistry**, London, v. 188, p. 62-70, 2015.

TINYANE, P. P.; SIVAKUMAR, D.; SOUNDY, P. Influence of photo-selective netting on fruit quality parameters and bioactive compounds in selected tomato cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 161, p. 340–349, 2013.

TREPTOW, R. O.; QUEIROZ, M. I.; ANTUNES, P. L. Caracterização físico-química e sensorial de quatro cultivares de maçãs (*Malus domestica* Borkh.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 179-184, 1995.

TREDER, W., MIKA, A., BULER, Z., KLAMKOWSKI, K. Effects of hail nets on orchard light microclimate, apple tree growth, fruiting and fruit quality. **Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus**, Lublin, n. 15, p. 17–27, 2016.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production – Apples 2023/2024**. Washington, DC: USDA, 2024. Disponível em: <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0574000>. Acesso em: 14 abr. 2024.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. **Fresh apples, grapes, and pears: world markets and trade**. Washington, DC: USDA, 2021. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/fresh-apples-grapes-and-pears-world-markets-and-trade>. Acesso em: 24 ago. 2021.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; CANTILLANO, R. F. F.; BARTNICKI, V. A.; SPOLTI, P. Protetor solar diminui a incidência das podridões “olho-d-boi” e “branca” em maçãs “fuji standard” e “pink lady.” **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 92–98, 2016.

WANG, Y.; FOLTA, K. M. contributions of green light to plant growth and development. **American Journal of Botany**, Baltimore, v. 100, n. 1, p. 70–78, 2013.

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

WIDMER, A. Light intensity and fruit quality under hail protection nets. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 557, p. 421–426, 2000.

WIT, M.; GALVÃO, V. C.; FANKHAUSER, F. Light-mediated hormonal regulation of plant growth and development. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 67, p. 513-537, 2016.

WÜNSCHE, J.; BOWEN, J.; FERGUSON, I.; WOOLF, A.; MCGHIE, T. Sunburn on apples causes and control mechanisms. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 636, p. 631–636, 2002.

YAMAGUCHI, M.; HAJI, T.; MIYAKE, M.; YAEGAKI, H. Varietal difference in cell division and enlargement periods during peach (*Prunus persica Batsch*) fruit development. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 71, p.155-163, 2002.

YURI, H. M. **Gestão de risco de granizo pelo seguro e outras alternativas: estudo de caso em pomares de maçã de Santa Catarina**. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.