



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

LAGES · CAV
CENTRO DE CIÊNCIAS
AGROVETERINÁRIAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS- CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

BRUNO PIROLI

**INFLUÊNCIA DE TELAS DE PROTEÇÃO DE CULTIVO COM E SEM
CONVERSÃO NA FASE INICIAL DE MACIERAS DAS CULTIVARES MAXI GALA
E FUJI MISHIMA**

LAGES, Santa Catarina

2023

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS- CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

BRUNO PIROLI

**INFLUÊNCIA DE TELAS DE PROTEÇÃO DE CULTIVO COM E SEM
CONVERSÃO NA FASE INICIAL DE MACIERAS DAS CULTIVARES MAXI GALA
E FUJI MISHIMA**

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

Orientador: Prof. Dr. Leo Rufato

LAGES/SC, 12 de Abril de 2023

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Pirolli, Bruno
INFLUÊNCIA DE TELAS DE PROTEÇÃO DE CULTIVO
COM E SEM CONVERSÃO NA FASE INICIAL DE
MACIERAS DAS CULTIVARES MAXI GALA E FUJI
MISHIMA / Bruno Pirolli. -- 2023.
68 p.

Orientador: Leo Rufato
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,
2023.

1. Malus domestica. 2. Proteção antigranizo.. 3. Fisiologia
vegetal. 4. Fotossíntese. I. Rufato, Leo . II. Universidade do
Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção
Vegetal. III. Título.

BRUNO PIROLI

**INFLUÊNCIA DE TELAS DE PROTEÇÃO DE CULTIVO COM E SEM CONVERSÃO
NA FASE INICIAL DE MACIERAS DAS CULTIVARES MAXI GALA E FUJI MISHIMA**

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

Banca Examinadora:

Orientador:

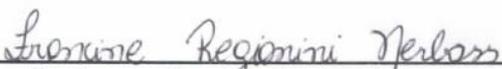


Professor Dr. Leo Rufato
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

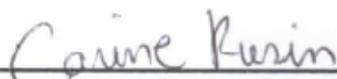
Membros:

Documento assinado digitalmente:
gov.br BRUNO DALAZEN MACHADO
Data: 24/04/2023 12:39:17-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professor Bruno Dalazen Machado
Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC



Professora Francine Regianini Nerbass
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC



Dra. Carine Rusin
Pesquisadora Universidade do Estado de Santa Catarina
– UDESC

Lages/SC, 12 de Abril de 2023

Dedico essa dissertação a minha família e meus amigos, que sempre me incentivaram e me deram suporte para concluir essa etapa. Pelo exemplo de luta, união e caráter. Dedico a ciência e a inquietude para lutar em prol da produção agrícola.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade e por me permitir concluir mais essa etapa. Aos meus familiares em especial aos meus pais Itamir e Genilda Pirolli que são o meu porto seguro, que sempre deram bons exemplos de caráter, de amor e de luta e que nunca mediram forças para me dar suporte nesta etapa da minha vida. As minhas irmãs Josiane Pirolli, Joice Pirolli e Giliane Pirolli e aos demais membros da minha família que sempre foram o meu exemplo e me incentivaram nesta caminhada. Em especial a minha namorada Gabriela Stang, que sempre esteve do meu lado me apoiando e dando suporte em todas as dificuldades.

Ao professor Leo Rufato, por me abrir as portas e depositar confiança neste trabalho realizado, me permitindo novos aprendizados.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo, a Universidade do Estado de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal-CAV/UEDESC pela contribuição na minha formação profissional com ensino de qualidade.

As empresas Agro Comercial Hiragami's e Ginegar Brasil, por ceder os espaços para a realização dos experimentos, parcerias estas que fazem com que trabalhos como este tenham o sucesso esperado.

Aos integrantes do grupo de fruticultura do CAV, pelo comprometimento, aprendizado, auxílio nas atividades e pela amizade. Aos amigos de longa data, que apesar da distância me acompanham nesta caminhada.

Aos amigos que fiz em Lages, em especial a Sabrina Baldissera, Hyan de Cássio Pierezan, Caroline Matias, Euvaldo de Sousa Costa Junior, Alberto Ramos da Luz, Alex Dias, Junior Andrade, Gilberto Rostirolla e sua esposa Carla Costa e todos os demais amigos de longa data, pelos momentos de descontração e suporte familiar para os momentos difíceis.

“Estar ciente de suas limitações já é estar além delas.”

Georg Wilhelm Friedrich Hegel

RESUMO

PIROLI, B. **Influência de telas de proteção de cultivo com e sem conversão na fase inicial de macieiras das cultivares Maxi Gala e Fuji Mishima.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 69 pg, Lages, SC, 2023.

A produção de maçãs é uma atividade importante para a socioeconomia da região Sul do Brasil, onde os produtores são remunerados pela produtividade e qualidade de frutos. A ocorrência de granizo nas regiões produtoras de maçã do Sul do Brasil está associada a danos que podem comprometer toda a qualidade de um ciclo produtivo ou ainda causar prejuízos que refletem em produções futuras. Visando mitigar os danos provocados pelo granizo na produção de maçã, o setor produtivo têm adotado a prática de cobertura dos pomares com telas de proteção antigranizo que, em função de sua composição, também podem apresentar propriedades fotosselativas. Neste sentido, as mesmas podem alterar a qualidade e a quantidade da luz recebida pelas plantas e influenciar parâmetros de produção bem como a qualidade dos frutos. O objetivo deste trabalho consistiu em compreender os efeitos da coloração das telas antigranizo com e sem fotoconversão sobre o desenvolvimento e produção de macieiras na região de São Joaquim/SC. O experimento foi implantado no ano de 2018, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com seis blocos, totalizando 42 parcelas, sendo que cada parcela continha 25 plantas, sendo avaliado no ciclo 2021/2022, para Maxi Gala e Fuji Mishima, sem interação entre as cultivares. Os tratamentos consistiram em telas com fotoconversão, sendo a amarela, azul, vermelha; e telas sem fotoconversão: pérola, preta, clear e mista em Maxi Gala e Fuji Mishima. Foram avaliadas variáveis para a determinação de vigor de planta, atividade fisiológica, produtividade e qualidade de frutos. A tela azul reduziu o vigor de plantas para a gala, contudo, a maior fotossíntese líquida foi expressa pela tela pérola. Para a produtividade por hectare, a tela pérola foi superior em 30% quando comparada à tela preta para a Maxi Gala. Para a Fuji Mishima a tela clear proporcionou menor vigor de planta, porém a maior fotossíntese líquida foi observada na tela azul. Para a produtividade por hectare da cultivar Fuji Mishima, a tela clear foi responsável por um incremento de 29% em relação a tela preta. Para categoria de frutos, em ambas as cultivares, plantas sob cobertura com as telas de fotoconversão e as telas clear e pérola demonstraram maiores porcentagens de frutos CAT1 do que as sob telas mista e preta. Conclui-se que tanto as telas com fotosselatividade quanto as telas de difusão e transmissão de luz são, alternativas válidas à tradicional tela preta e para a cobertura de novas áreas.

Palavras-chave: *Malus domestica*; Fotossíntese; Fisiologia vegetal; Proteção antigranizo.

ABSTRACT

PIROLI, B. **Influence of crop protection screens with and without conversion in the initial phase of macers of Maxi Gala and Fuji Mishima cultivars.** Dissertation (Master in Plant Production). Agroveterinary Sciences Center, CAV. University of the State of Santa Catarina, 69 pg, Lages, SC, 2023.

The production of apples is an important activity for the socio-economy of the southern region of Brazil, where producers are remunerated based on fruit productivity and quality. The occurrence of hail in the apple-producing regions of southern Brazil is associated with damage that can compromise the entire quality of a production cycle or even cause damage that reflects on future production. In order to mitigate the damage caused by hail in apple production, the productive sector has adopted the practice of covering orchards with hail protection screens which, depending on their composition, can also have photoselective properties. In this sense, they can change the quality and quantity of light received by plants and influence production parameters as well as fruit quality. The objective of this work was to understand the effects of the coloration of hail screens with and without photoconversion on the development and production of apple trees in the region of São Joaquim/SC. The experiment was implemented in 2018, using a randomized block design, with six blocks, totaling 42 plots, each plot containing 25 plants, being evaluated in the 2021/2022 cycle, for Maxi Gala and Fuji Mishima, without interaction between cultivars. The treatments consisted of screens with photoconversion, being yellow, blue, red; and screens without photoconversion: pearl, black, clear and mixed in Maxi Gala and Fuji Mishima. Variables were evaluated to determine plant vigor, physiological activity, productivity and fruit quality. The blue screen reduced plant vigor for gala, however, the highest net photosynthesis was expressed by the pearl screen. For productivity per hectare, the pearl screen was superior by 30% when compared to the black screen for the Maxi Gala. For Fuji Mishima, the clear screen provided lower plant vigor, but the highest net photosynthesis was observed on the blue screen. For the productivity per hectare of the Fuji Mishima cultivar, the clear screen was responsible for an increase of 29% in relation to the black screen. For fruit category, in both cultivars, plants covered with photoconversion screens and clear and pearl screens showed higher percentages of CAT1 fruits than those under mixed and black screens. It is concluded that both photoselective screens and diffusion and light transmission screens are valid alternatives to the traditional black screen and for covering new areas.

Key words: *Malus domestica*; Photosynthesis; Plant physiology; Anti-hail protection.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABPM – Associação Brasileira de Produtores de Maçã.

AF – Área Foliar.

AGAPOMI – Associação Gaúcha de Produtores de Maçã.

AP – Altura de Planta.

ASTT – Área de secção transversal do Tronco.

CAV – Centro de Ciências Agroveterinárias.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.

CV – Coeficiente de Variação.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

EUA – Estados Unidos da América.

HDPE ou PEAD – Polímero de Alta Densidade.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

IRGA – Infrared Gas Analyser.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MF – Massa Fresca.

MS – Massa Seca.

NM - Nanometro

POF – Pesquisa de Orçamentos Familiares.

RFA – Radiação Fotosinteticamente Ativa.

RS – Rio Grande do Sul.

SC – Santa Catarina.

SNA – Sociedade Nacional da Agricultura.

SPAD – Soil-Plant Analysis Development.

SST – Sólidos Solúveis Totais.

UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina.

UV – Radiação ultravioleta.

LISTA DE SÍMBOLOS

® - Marca Registrada.

°C – Graus Celsius.

m – Metro.

cm – Centímetro.

s – Segundos.

cm² - Centímetros quadrados.

mm – Milímetros.

ml – Mililitros.

g – Grama.

Kg – Quilograma.

Ton - Tonelada

≤ - Menor ou igual.

≥ - Maior ou igual.

% - Porcentagem.

μmol – Micromol.

L – Luminosidade.

C – Saturação.

H – Ângulo hue ou Tonalidade.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – Foto área do experimento..... | 41 |
|--|----|

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Análise dos parâmetros vegetativos e fisiológicos da Maxi gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.46
- Gráfico 2 – Análise de parâmetros produtivos da Maxi gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.....49
- Gráfico 3 – Análise do parâmetros de qualidade de frutos da Maxi gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.51
- Gráfico 4 – Análise dos parâmetros vegetativos e fisiológicos da Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.53
- Gráfico 5 – Análise de parâmetros produtivos da Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.....55
- Gráfico 6 – Análise dos parâmetros de qualidade de frutos da Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.57

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL | 24 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 27 |
| 1.1.1 | Objetivo geral | 27 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos..... | 27 |
| 1.2 | HIPÓTESES | 27 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 29 |
| 2.1 | A CULTURA DA MACIERA | 29 |
| 2.2 | A CULTIVAR FUJI..... | 30 |
| 2.3 | A CULTIVAR GALA..... | 31 |
| 2.4 | MÉTODOS ANTIGRANIZO..... | 32 |
| 2.7 | LUZ E FOTOSSÍNTESE..... | 34 |
| 3 | CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DE TELAS DE PROTEÇÃO DE CULTIVO COM E SEM CONVERSÃO NA FASE INICIAL DE MACIERAS DAS CULTIVARES MAXI GALA E FUJI MISHIMA | 37 |
| 3.1 | RESUMO..... | 37 |
| 3.2 | ABSTRACT | 38 |
| 3.3 | INTRODUÇÃO | 39 |
| 3.4 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 40 |
| 3.4.1 | Variáveis de vigor e fisiologia de planta | 42 |
| 3.4.2 | Variáveis de Produtividade..... | 44 |
| 3.4.3 | Variáveis de Qualidade de Frutos | 44 |
| 3.5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 45 |
| 3.5.1 | Resultados dos parâmetros de vigor de planta e atividade fisiológica da Maxi Gala | 45 |
| 3.5.2 | Resultados dos parâmetros produtivos da Maxi Gala. | 47 |
| 3.5.3 | Resultados dos parâmetros de qualidade de frutos para a Maxi Gala | 50 |
| 3.5.4 | Resultados dos parâmetrosde vigor de planta e atividade fisiológica da Fuji Mishima | 52 |
| 3.5.5 | Resultados dos parâmentros produtivos da Fuji Mishima | 54 |
| 3.5.6 | Resultados dos parâmetros de qualidade de frutos para a Fuji Mishima | 56 |
| 3.6 | CONCLUSÕES | 58 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 59 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| 6 | APÊNDICES | 67 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é uma das atividades de maior destaque no agronegócio brasileiro, segundo informações do Abrafrutas (2017), o Brasil figura na terceira colocação mundial entre os produtores de frutas com 40 milhões de toneladas produzidas, porém somente cerca de 3% é exportada conforme dados da Abrafrutas (2021). Contudo, o setor apresenta grande importância econômica, já que às exportações de frutas tiveram alta significativa no 1º semestre de 2022 comparado ao ano anterior, esse aumento foi de 2% em volume, num total de 250 mil toneladas de frutas frescas enviadas ao exterior (SNA, 2022), colocando assim, o Brasil entre os principais produtores e exportadores de frutas *in natura* ou processadas, no decorrer dos anos a fruticultura brasileira vem competindo e ganhando espaço no mercado internacional, proporcionando um aumento significativo da participação na economia brasileira.

A importância da fruticultura na economia do país, se deve ao potencial de diversificações produção frutícola, desde frutas de clima tropical, as de clima temperado. Dentre as regiões produtoras de frutas no Brasil, a região Sul é destaque no cenário nacional, uma vez que é a principal responsável pela produção de maçãs, sendo Santa Catarina o estado responsável pela maior produção e comercialização da fruta, com destaque para os municípios de São Joaquim e Fraiburgo, movimentados por agricultores, principalmente vinculados à agricultura familiar e por empresas privadas que possuem áreas de produção (IBGE, 2017; EPAGRI, 2021).

A produção de maçã no Brasil é configurada como uma atividade rentável, proporcionada pelas condições climáticas da Sul do Brasil, sendo favoráveis para o cultivo da fruta, como, também para ocorrência de granizo (HAWERROTH e NACHTIGALL, 2016). A ocorrência de granizo é um dos grandes problemas encontrados pelos pomicultores, pelas inúmeras consequências, como por exemplo a depredação de frutos. Nos últimos anos esse evento climático tem ocorrido com maior frequência nas regiões produtoras, muito em reflexo das alterações climáticas, realidade que deve ser considerada, no que diz respeito a produção agrícola.

Segundo Glickmam (2000), o granizo corresponde à precipitação de gelo sob formato irregular ou esférico. O granizo é formado na parte superior de nuvens do tipo cumulus nimbus, onde a temperatura é menor e favorece o congelamento das gotículas de água. Correntes ascendentes empurram as gotas de água que formam a

nuvem que colidem com outras partículas e vão aumentando seu diâmetro. Ao atingirem o ápice da nuvem, essas gotas congelam e formam pequenas pedras, que tendem a cair, porém elas só atingem o solo se tiverem massa o suficiente para vencer a força do ar quente que as impulsiona de volta para o alto (MARTINEZ et al., 2001).

Segundo informações de Martins et al. (2017), a frequência desse evento é de quatro granizos por ano, colaborando com os dados de Sperling (2018) onde a frequência foi de quinze granizos por ano, em que ambos as observações derivam de estações meteorológicas convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos estados de RS e SC, sendo que SC compõe a maioria das observações.

Esse evento ocorre de forma localizada em pequenas áreas, mas pode ocasionar significativa redução na qualidade e quantidade de frutos destinados à comercialização, assim como danos às plantas em formação e em produção, o que compromete as produções futuras (LEITE et al., 2002). Para Hawerth et al. (2017) os impactos causados por este evento são severos e vão desde a depreciação total e parcial dos frutos no processo de comercialização, quebra de ramos, perda de área foliar fotossinteticamente ativa, rompimento total ou parcial da circulação de seiva e translocação de fotoassimilados, além de favorecerem sítios de infecções de patógenos, degradação de órgãos afetados, gasto energético para a cicatrização das lesões. Em suma, seu impacto pode causar consequências por até dois ciclos produtivos posteriores (HAWERROTH, 2017).

Devido a frequência da queda de granizo e a severidade dos danos causados por esse evento, os produtores vem adotando alternativas para a administração dos prejuízos, que incluem a utilização de foguetes antigranizo, geradores de solo e a cobertura dos pomares com telas antigranizo (YURI, 2003).

Segundo Leite et al. (2002), Poldervaart (2006) e Hawerth et al. (2017), a utilização de tela antigranizo é considerada uma alternativa eficiente e com uma ótima relação custo-benefício, pois forma uma barreira física entre os grânulos de gelo e o fruto, evitando danos físicos e perdas econômicas causadas pelo granizo.

Os custo de implantação de telas antigranizo, de acordo com os dados da Ginegar do Brasil (2023), é cerca de R\$ 23.000,00 para aquisição de telas preta, mista, ChromatiNet® Leno pérola e ChromatiNet® Leno clear, e de R\$ 35.000,00 para aquisição das tela de fotosseletividade ChromatiNet® Leno vermelha e ChromatiNet® Leno amarela, apenas para telas por hectare, que se somados aos demais fatores, os custos podem chegar a R\$ 100.000,00 por hectare. As telas de proteção são

confeccionadas com tramas finas, que proporcionam maior resistência mecânica, capaz de suportar as intempéries climáticas e recebe também aditivos de proteção contra radiação ultravioleta (UV), além de melhorar a difusão de luz no interior do pomar (SHAHAK et al.,2008b). As empresas que comercializam telas antigranizo para utilização em pomares de maçãs informam que os níveis de sombreamento variam de 8% até 20%.

Com o passar do tempo, as empresas do setor, estão desenvolvendo e incorporando novas tecnologias a redes antigranizo, através da adição de cores cromáticas, aditivos dispersivos, reflexivos, absorventes e antiaderente na matéria prima para a confecção do fio da tela. Os aditivos dispersivos podem promover a difusão de luz no dossel das plantas, melhorando parâmetros agrônômicos da cultura, como a maior taxa de indução a floração, menor efeito de sombreamento no interior das plantas e melhoria na qualidade de frutos (MUPAMBI et al., 2018). Já os aditivos reflexivos e absorventes visam refletir e absorver espectros do comprimento de onda com a radiação ultravioleta (UV) e os antiaderentes que conferem ao fio maior lisura, diminuindo o acúmulo de poeira sobre as telas (SHAHAK et al.,2016).

Muitos desses aditivos são capazes de modificar as características espectrais da radiação solar, maximizando a transmissão de comprimentos de ondas, principalmente dos espectros eletromagnéticos do vermelho e do azul, que induzem as respostas fisiológicas, como um menor vigor de plantas, aumento da taxa de crescimento em estruturas produtivas, pode promover antecipação de florada, aumento de produtividade e qualidade de frutos, pelo aumento de adição de massa fresca, uma vez que os pigmentos fotossintéticos clorofila A e clorofila B possuem grande afinidade com os comprimentos de onda do vermelho e do azul (TAIZ e ZEIGER, 2016). As telas que possuem a capacidade de modificar os comprimentos de onda são conhecidas como telas fotosseletivas (SHAHAK et al.,2016).

Diante do alto investimento, da necessidade de implantação deste sistema, da interação do sistema com o microclima e de sua durabilidade é importante definir qual coloração de tela proporciona melhores respostas fisiológicas, por parte da planta e melhora no percentual de desenvolvimento de coloração dos frutos, fazendo com que a cultura expresse seu máximo potencial produtivo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Quantificar e qualificar os efeitos da coloração das telas antigranizo com e sem fotoconversão sobre o vigor de plantas, atividade fisiológica, produtividade e qualidade de frutos de macieiras das cultivares Fuji Mishima e Maxi Gala sobre o porta-enxerto G.202 na região de São Joaquim/SC.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a influência de diferentes colorações de tela antigranizo sobre o vigor de plantas e a atividade fisiológica em Fuji Mishima e Maxi Gala.
- Quantificar a produtividade de Fuji Mishima e Maxi Gala em função das colorações das telas.
- Qualificar a produção, sob os parâmetros de qualidade de frutos de Fuji Mishima e Maxi Gala em função das colorações das telas.

1.2 HIPÓTESES

- A coloração da tela antigranizo influencia diretamente no desempenho fisiológico da cultura da macieira.
- Diferentes colorações de telas antigranizo apresentam diferentes resultados produtivos e qualitativos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA MACIEIRA

A macieira é considerada uma das plantas frutíferas mais antigas do mundo e comercialmente a mais importante de clima temperado (JANICK, 2005), sendo o terceiro fruto mais produzido a nível mundial (WAPA, 2020), entre os produtores destaca-se a China, seguida pelo Estado Unidos (FAO, 2020).

O cultivo de macieira com caráter comercial, foi introduzido no Brasil no início da década de 70, em pequenas áreas, que juntas não chegavam a mais de 100 hectares (PETRI et al., 2011). No decorrer do tempo houve avanços no panorama de produção brasileira, tornando-se autossustentável e exportador, contando atualmente com uma área em torno de 33 mil hectares cultivados (ABPM, 2019). O mercado de trabalho no segmento, oferece oportunidades a mais de 49 mil pessoas, e outras 98 mil colocações indiretas, perfazendo 148 mil empregos gerados.

Dentre as cultivares de macieira produzidas no Brasil, a Gala e Fuji e seus clones são as principais, e respondem por aproximadamente 95% da produção e comercialização nacional de maçãs (ABPM, 2020). A produtividade média do Brasil ultrapassou a margem de 50 toneladas por hectare (ABPM, 2019), sendo que, boa parte do que é produzido é enviado para o comércio exterior num total de 96 países compradores, com destaque para Rússia, Bangladesh, Índia e Irlanda com 62,6 mil toneladas exportadas (CEPEA,2022).

Dentre as regiões produtoras de maçã, a região Sul do Brasil responde por praticamente toda a produção nacional, com destaque para Santa Catarina e Rio Grande do Sul que juntos produziram 1,1 milhão de toneladas, correspondendo a mais de 90% de toda a produção nacional de maçãs no ano de 2021 (CEPEA, 2022). De acordo com o Anuário Brasileiro da Maçã (2018), em Santa Catarina, as regiões de São Joaquim e Fraiburgo possuem as maiores áreas de plantio, enquanto no Rio Grande do Sul ocorrem de forma extensiva nos Campos de Cima da Serra, em Vacaria, bem como em espaços menores da região de Caxias do Sul.

De acordo com os dados do HFBRASIL e CEPEA (2022), o volume colhido no ciclo 2021/2022 nesta safra foi 30% menor frente à temporada passada, que totalizou 1,28 milhão de toneladas da fruta. O motivo da queda na produtividade foi chuvas

acima da média durante a florada e a estiagem no período de desenvolvimento do fruto.

Desde o início da produção comercial de maçãs no país, na década de 60, até os dias atuais, o consumo brasileiro de maçãs duplicou, saindo de um consumo *per capita* de aproximadamente 2 kg/ano (AGAPOMI, 2014), para um consumo de 4,2 Kg/ano por habitante, aproximadamente 11,6 g/dia, sendo os principais consumidores a região Sul, com média de consumo de 19,4 gramas por dia por habitante, em segundo a região Centro Oeste, com 13,3 gramas, de acordo com o último levantamento de Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizado em 2018/19 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011).

A cultura da macieira no Sul do Brasil carrega um papel muito importante para a socioeconomia, sendo um dos destaques na agricultura (PETRI et al., 2011). Segundo dados da EPAGRI (2022), Santa Catarina conta com 15684 mil hectares de pomares de maçã cerca de 48% da área nacional que é de 32468 mil hectares e no Rio Grande do Sul existem 15.689 hectares (IBGE, 2022).

2.2 A CULTIVAR FUJI

No ano de 1939, pesquisadores Japoneses obtiveram através do cruzamento de '*Ralls Janet*' x '*Delicious*' uma nova cultivar (CAMILO e DENARDI, 2006), essa cultivar veio a ser conhecida como 'Fuji' somente em 1963, como forma de referência à cidade de Fujisaki, Japão, onde o cruzamento foi realizado (YOSHIDA et al., 1998). A cultivar possui grande importância socioeconômica nos países produtores (IGLESIAS et al., 2009).

A cultivar apresenta plantas de médio e alto vigor, sendo mais tardias produtivamente em relação à Gala, sua floração é abundante, embora apresente autoincompatibilidade gametofítica alélica S. É uma cultivar adaptada as altas altitudes e exigência em frio hibernal em torno de 700-800 Horas de Frio (PETRI et al., 2006). Os frutos apresentam epiderme fina de coloração rosa-pálida e estriada (CAMILO e DENARDI, 2006).

A Fuji apresenta uma ampla variedade de clones com características que vão desde à adaptação climática, época de colheita, qualidade da fruta, variação de produção até coloração da epiderme de frutos (KOMATSU, 1998; HAMPSON e KEMP, 2003). Existe uma conversão para o uso de clones com maior coloração do

epicarpo de frutos, menor vigor de planta e menor alternância de produção. Existem diversas seleções de 'Fuji' obtidas através de mutações somáticas, que em sua maioria ocorreram espontaneamente (CONTRERAS, 1990), tais mutações de maior interesse agrônomo estão relacionadas com a maior pigmentação de epiderme, através da maior biossíntese de antocianinas em presença de luz, (SHAHIDI e NACZK, 2004) que favorece a aparência atrativa das frutas. Atualmente os clones de maior importância na região Sul do Brasil são a '*Fuji Suprema*' a '*Fuji Select*' e a '*Fuji Mishima*' (FIORAVANÇO et al., 2010).

A cultivar Mishima é uma mutação genética somática de 'Fuji', foi descoberta em 1978 na província de Akita no Japão, pelo produtor Y. Sasaki e recebeu esse nome, em referência ao nome do local onde a mutação foi descoberta (KOMATSU, 1998). As plantas de 'Mishima' são bastante vigorosas, com hábito de crescimento ereto, inserção de ramo semiaberto e folhas grandes. Possui floração abundante com alta taxa de frutificação efetiva em brindilas e gemas laterais. A cultivar possui um alto requerimento de frio hibernal, a exemplo da maioria das cultivares do grupo Fuji. Em relação aos frutos, apresentam características como o recobrimento de mais de 60% do epicarpo com coloração vermelha sobre um fundo esverdeado com as lenticelas bastante evidentes (FIORAVANÇO et al., 2012).

2.3 A CULTIVAR GALA

A cultivar Gala se originou do cruzamento das cultivares '*Kidd's Orange Red*' x '*Golden Delicious*' na Nova Zelândia em 1962, sendo que o plantio comercial foi iniciado somente em 1965 também na Nova Zelândia (CAMILO e DENARDI, 2006). A Gala possui uma alta importância socioeconômica nos países produtores (HAMPSON e KEMP, 2003; IGLESIAS et al., 2009).

A cultivar apresenta plantas de porte semi vigoroso com boa distribuição de ramos. É adaptada a condições da região Sul do Brasil, porém necessita de quebra de dormência para apresentar maior uniformidade de brotação, pois a cultivar é considerada como mediana em requerimento de frio hibernal com a exigência em frio de 600 Horas de Frio abaixo 7,2 °C (PETRI et al., 2006). Apresenta uma floração precoce e abundante, com excelente frutificação efetiva, sendo que os frutos possuem porte aceitável para o mercado, com ótima proporção de recobrimento de coloração

vermelha na epiderme, o que os faz ser muito atrativos aos consumidores (CAMILO; DENARDI, 2006).

No decorrer do tempo foram surgindo diferentes mutações genéticas somáticas da cultivar com diversificação da epiderme, principalmente referente ao recobrimento de coloração vermelha, tornando o fruto muito apreciado pelo mercado interno (FIORAVANÇO et al., 2010).

O clone 'Maxi-Gala' é resultado de uma dessas mutações, que foi descoberta na Empresa Rasip Agrosilvipastoril no município de Vacaria – RS, em 1998 (FIORAVANÇO et al., 2010). Apresenta como características um médio vigor de plantas, uma abundante floração, uma coloração vermelha estriada do epicarpo recobrimdo mais de 60% do fruto (ANESE et al., 2011), tais características permitiram o atendimento do exigente mercado externo aumentando as exportações de fruta *in-natura* oriundas desse clone (PETRI et al., 2011), isso estimulou a utilização do clone Maxi Gala em novos pomares nas principais regiões produtoras de maçã no Brasil (ANESE et al., 2011).

2.4 MÉTODOS ANTIGRANIZO

O granizo é um fenômeno climático prejudicial à agricultura, sendo que em frutíferas de clima temperado os impactos das pedras de gelo causam danos diretos e indiretos que podem condenar uma safra, bem como poderá influenciar em ciclos posteriores (HAWERROTH e NACHTIGALL, 2019).

Para os pesquisadores Yuri e Azevedo (1999) e Berlato et al. (2000), surgiram algumas alternativas para o gerenciamento do problema em regiões produtoras de maçã como os canhões antigranizo, geradores de solo, foguetes antigranizo, pulverização de nuvens, telas de proteção.

Os métodos que fazem uso de Iodeto de Prata e os canhões antigranizo são descritos como de pouca eficácia contra pedras de granizo já formadas, sendo que o sucesso dessas alternativas depende de monitoramento constante das condições atmosféricas e do tempo exato para ativar os sistemas, sendo que os melhores resultados podem ser obtidos com a conjugação de mais do que um dos métodos já referidos (ARAKELIAN, 2019).

Com a necessidade de mitigar os riscos de prejuízos com a queda de granizo, produtores vem aderindo ao uso de tela de proteção em seus pomares (BOSCO et

al., 2018). Segundo os trabalhos analisados na literatura, para os pesquisadores Leite et al. (2002); Poldervaart (2006) e Hawerth et al. (2017), a cobertura dos pomares com telas antigranizo é considerado o método mais seguro e eficiente entre os métodos de proteção contra o granizo, além de apresentar uma ótima relação custo-benefício, pois forma uma barreira física entre os grânulos de gelo e o fruto, evitando danos físicos e perdas econômicas causadas pelo granizo, pássaros e morcegos frutíferos, insetos e ventos fortes (ARTHURS et al., 2013).

No entanto, é necessário compreender o efeito do uso de telas sobre o desenvolvimento da cultura. Essa influência das telas sobre a dinâmica da radiação luminosa no dossel é apontada por Hawerth e Nachtigall (2018), onde ocorrem alterações na radiação fotossinteticamente ativa incidente, interceptada, absorvida, transmitida e refletida, cuja intensidade resulta da interação entre as características inerentes a tela, como o tipo de malha, porosidade, composição, coloração, fator de sombreamento, a forma de instalação e ao tipo de manejo adotado nos pomares.

A matéria prima para a confecção das redes é um Polietileno de Alta Densidade (HDPE), aonde o fio é tramado de maneiras para melhorar a flexibilidade e a resistência da rede, porém, a densidade do fio e o estilo de tecelagem influenciam no sombreamento da tela sobre a cultura (CASTELLANO et al., 2006).

Em função da matéria prima, as telas podem apresentar diversas colorações, em geral, as de cores preta e branca são conhecidas como telas antigranizo simples, pois não modificam a composição espectral da luz. As telas de cor preta são compostas por tramas finas, apresentam proteção contra radiação ultravioleta (UV), maior absorção da luz incidente reduzindo a quantidade de luz, mas não alterando sua composição espectral (SHAHAK, 2008a) e, em média, possuem durabilidade de cerca de 15 anos, porém, dependendo da porcentagem média de sombreamento, a rede preta pode vir a ter efeitos negativo sobre a cultura da maçã, efeitos como, baixa indução de gemas florais, indução a excesso de vigor, baixa coloração vermelha da epiderme do fruto, e retardamento da maturação (BASTÍAS e GRAPPDELLI, 2012), já as redes brancas, por sua vez, atingem uma vida útil de aproximadamente 10 anos (MANJA e AOUN, 2019) e são mais recomendadas para o cultivo de frutíferas (LEITE et al., 2002).

Nos últimos anos, as empresas que atuam no setor de redes de proteção de pomares, vem desenvolvendo tecnologias e incorporando-as a seus produtos, contribuindo para a evolução de redes de proteção simples para redes de proteção

fotosseletivas, através da incorporação de cores cromáticas e principalmente aditivos de elementos dispersivos, absorventes, reflexivo, anti aderente na matéria prima das redes, com isso, as telas antigranizo fotosseletivas são capazes de alteram as características espectrais da radiação solar (SHAHAK et al., 2008a, 2016), a fim de promover respostas fisiológicas nas plantas e melhorar a penetração de luz no dossel do pomar (SHAHAK et al., 2014; MUPAMBI et al., 2018).

Com relação às telas fotosseletivas, a rede vermelha maximiza a transmissão no comprimento de onda vermelho e vermelho distante o que promove acréscimo na taxa de crescimento, a adição de massa seca, aumentos de produtividade e qualidade de frutos, além de antecipar a floração. A tela amarela, aumenta a transmissão no comprimento de onda vermelho e vermelho distante e bloqueia uma maior porcentagem de luz ultravioleta, estando associada a adições na massa seca e aumentos de produtividade e qualidade de fruto. A azul, por sua vez, promove maior transmissão na faixa de luz azul e está relacionada ao processo de redução do crescimento, propiciando a formação de plantas de menor porte (SHAHAK, 2004). Já as de colorações pérola e clear atuam mais fortemente no processo de difusão de luz, possibilitando maior penetração da mesma no dossel das plantas, acarretando maior taxa de brotação e de rendimentos agronômicos (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007).

O método de redes de proteção antigranizo, apresenta alguns fatores limitantes como a redução no teor de sólidos solúveis totais, redução na coloração dos frutos, retardo na maturação e diminuição na atividade das abelhas no período de polinização, reduzindo a frutificação efetiva (SOLOMAKHIN e BLANKE, 2008).

Vários autores buscam embasar o tema analisando características morfofisiológicas, de produção e qualidade em macieiras adotando diferentes colorações de tela, como a branca em maçãs cv. Gala (AMARANTE et al., 2012), azul e vermelha na cv. Fuji (BASTÍAS et al., 2021), preta nas cv. Royal Gala e Fuji Suprema (BOSCO et al., 2013) e com comparações entre as colorações preta, vermelha, azul e amarela na cv. Maxi Gala (MAUTA et al., 2019).

2.7 LUZ E FOTOSSÍNTESE

Um grande passo para o entendimento sobre o funcionamento da luz foi dado no século XX, com a descoberta de Albert Einstein, a qual, o rendeu um prêmio Nobel em 1905, sobre a dualidade da luz em seu comportamento corpuscular e ondulatório,

que é retilíneo até que interaja com alguma superfície. Em seu comportamento ondulário, a luz possui diversos comprimentos de onda, sendo as menores frequências e os menores comprimentos, os eletros espectros mais energéticos (MALACARA, 2015).

As cores fazem parte de uma banda estreita do comprimento de onda denominado espectro eletromagnético do visível, onde a cor vermelha corresponde a 620 – 750 nm, a cor laranja 590 – 620 nm, amarela 570 – 590 nm, verde 495 – 570 nm, azul 450 – 495 nm e a cor violeta 380 – 450 nm (MALACARA, 2015). Esta faixa também é conhecida como Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), sendo captada por pigmentos fotossintéticos como as clorofilas, os carotenoides e ficoestrobilina e convertida em energia química (TAIZ e ZIEGER, 2016).

A fotossíntese nas plantas é uma complexa série de reações que ocorrem na membrana do tilacóide do cloroplasto, sendo as clorofilas, as principais responsáveis pela captação da luz para a fase fotoquímica, as quais tem grande afinidade com os espectros da luz vermelha e da azul, devido a ação de cromóforos como os fitocromos para a banda do vermelho e os criptocromos para a banda do azul (TAIZ e ZIEGER, 2016).

Dentro dos cloroplastos, quando a luz absorvida pelos complexos antenas é de alta energia, como a banda do azul, esse excesso é dissipado em forma de calor, fluorescência e ressonância para níveis menos energético e transferida para os centros de reações, conhecido como Fotossistema II, para que ocorra a fotólise da água, gerando ions de H^+ e também o transporte de elétrons para o citocromo b_6/f por carreadores de elétrons, no citocromo, ocorre a oxidação da hidropastoquina, onde os elétrons são carreados pelas plastocianina ao Fotossistema I para a redução do NADP a NADPH, e gerando ions de H^+ , aumentando o gradiente eletroquímico no lume, que serão utilizados para movimentar a ATPsintase na fosforilização do ADP para ATP (TAIZ e ZIEGER, 2016). Esta etapa da fotossíntese é conhecida como fotoquímica.

3 CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DE TELAS DE PROTEÇÃO DE CULTIVO COM E SEM CONVERSÃO NA FASE INICIAL DE MACIEIRAS DAS CULTIVARES MAXI GALA E FUJI MISHIMA

3.1 RESUMO

Os danos do granizo podem variar da perda parcial a total dos frutos, e podendo ser observados em ciclos posteriores. Um meio de mitigação dos riscos do granizo é a implantação de sistema de telas antigranizo, embora, no Brasil apenas 20% dos pomares são cobertos. O setor produtivo vem desenvolvendo novas tecnologias e incorporando-as a seus produtos, com telas fotosselativas e difusoras de luz. O presente estudo objetiva-se em compreender os efeitos da fotoconversão e pigmentação de telas antigranizo sobre a atividade fisiológica, produtividade e qualidade de frutos de macieiras das cultivares Maxi Gala e Fuji Mishima na região de São Joaquim/SC. O experimento foi implantado no ano de 2018, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com seis blocos, totalizando 42 parcelas, sendo que cada parcela continha 25 plantas, para as cultivares Maxi Gala e Fuji Mishima, sem relação entre as cultivares, sendo avaliado no ciclo 2021/2022. Os tratamentos consistiram em telas com fotoconversão, sendo a ChromatiNet® Leno amarela, ChromatiNet® Leno azul, ChromatiNet® Leno vermelha; e telas sem fotoconversão: ChromatiNet® Leno pérola, preta, ChromatiNet® Leno clear e mista em Maxi Gala e Fuji Mishima. Foram avaliadas variáveis para a determinação de vigor de planta, atividade fisiológica, produtividade e qualidade de frutos. Foram avaliadas variáveis para a determinação de vigor de planta, atividade fisiológica, produtividade e qualidade de frutos. A tela azul reduziu o vigor de plantas para a gala, contudo, a maior fotossíntese líquida foi expressa pela tela pérola. Para a produtividade por hectare, a tela pérola foi superior em 30% quando comparada à tela preta para a Maxi Gala. Para a Fuji Mishima a tela clear proporcionou menor vigor de planta, porém a maior fotossíntese líquida foi observada na tela azul. Para a produtividade por hectare da cultivar Fuji Mishima, a tela clear foi reponsável por um incremento de 29% em relação a tela preta. Para categoria de frutos, em ambas as cultivares, plantas sob cobertura com as telas de fotoconversão e as telas clear e pérola demonstraram maiores porcentagens de frutos CAT1 do que as sob telas mista e preta. Conclui-se que tanto as telas com fotosselatividade quanto as telas de difusão e transmissão de luz são, alternativas válidas à tradicional tela preta e para a cobertura de novas áreas.

Palavras-chave: *Malus domestica*; Fotossíntese; Fisiologia vegetal; Proteção antigranizo.

3.2 ABSTRACT

Hail damage can vary from partial to total fruit loss, and can be observed in later cycles. A means of mitigating the risks of hail is the implementation of a system of anti-hail screens, although in Brazil only 20% of orchards are covered. The productive sector has been developing new technologies and incorporating them into its products, with photoselective and light diffusing screens. The present study aims to understand the effects of photoconversion and pigmentation of antihail screens on the physiological activity, productivity and fruit quality of apple trees of the Maxi Gala and Fuji Mishima cultivars in the region of São Joaquim/SC. The experiment was implemented in 2018, using a randomized block design, with six blocks for both, totaling 84 plots, each plot containing 25 plants, being evaluated in the 2021/2022 cycle. The treatments consisted of screens with photoconversion, ChromatiNet® Leno being yellow, ChromatiNet® Leno blue, ChromatiNet® Leno red; and screens without photoconversion: ChromatiNet® Leno pearl, black, ChromatiNet® Leno clear and mixed in Maxi Gala and Fuji Mishima. The blue screen reduced plant vigor for gala, however, the highest net photosynthesis was expressed by the pearl screen. For productivity per hectare, the pearl screen was superior by 30% when compared to the black screen for the Maxi Gala. For Fuji Mishima, the clear screen provided lower plant vigor, but the highest net photosynthesis was observed on the blue screen. For the productivity per hectare of the Fuji Mishima cultivar, the clear screen was responsible for an increase of 29% in relation to the black screen. For fruit category, in both cultivars, plants covered with photoconversion screens and clear and pearl screens showed higher percentages of CAT1 fruits than those under mixed and black screens. It is concluded that both photoselective screens and diffusion and light transmission screens are valid alternatives to the traditional black screen and for covering new areas.

Keys words: *Malus domestica*; Photosynthesis; Plant Physiology; Hail protection.

3.3 INTRODUÇÃO

O Brasil se tornou autossuficiente em consumo e exportador de maçãs, principalmente para o mercado Asiático, onde a variedade Gala corresponde a 65% e a cultivar Fuji com 35% das exportações na safra do ano de 2019, segundo Associação Brasileira de Produtores de Maçã (ABPM, 2019).

No contexto de produção, o estado de Santa Catarina é classificado como o maior produtor de maçãs do Brasil, concentrando-se nos municípios de São Joaquim e Fraiburgo. A atividade é movimentada por agricultores, principalmente vinculados à agricultura familiar, bem como por empresas privadas que possuem áreas de produção (EPAGRI, 2022). A referência na produção nacional se dá principalmente às condições climáticas que são favoráveis para o cultivo da fruta, como por exemplo, distribuição pluviométrica e acúmulo de frio (HAWERROTH e NACHTIGALL, 2016), contudo, também se faz presente a ocorrência de granizo, apontado como um dos grandes problemas encontrados pelos pomicultores, pois pode ocorrer a depreciação dos frutos comprometendo total ou parcialmente a colheita, bem como, intervir em ciclos subsequentes (HAWERROTH e NACHTIGALL, 2019). Nos últimos anos esse evento climático tem ocorrido com maior frequência nas regiões produtoras, segundo informações de Martins et al. (2017), a frequência desse evento é de quatro granizos por ano.

Com a necessidade de mitigar os riscos de prejuízos com a queda de granizo, produtores vêm aderindo ao uso de tela de proteção em seus pomares (BOSCO et al., 2018). Segundo os trabalhos analisados na literatura, para os pesquisadores Leite et al. (2002); Poldervaart (2006) e Hawerth et al. (2017), a cobertura dos pomares com telas antigranizo é considerado o método mais seguro e eficiente entre os métodos de proteção contra o granizo, além de apresentar uma elevada relação custo-benefício.

Em relação as áreas de cultivo de macieira cobertas com telas antigranizo no município de São Joaquim-SC, o qual possui uma área de aproximadamente 7.974,80 ha de pomares dedicados produção de maçãs (ABPM, 2020), apenas 940,43 ha dos pomares estão cobertos com as telas antigranizo, totalizando 11,79% da área (SCHIMALSKI et al, 2022), sendo que as estimativas fornecidas por Kist et al. (2019) que relataram que cerca de 20% das áreas de produção de maçã no Brasil contam com cobertura de telas antigranizo.

As telas de antigranizo são elaboradas com material denominado Polietileno de Alta Densidade (HDPE), onde o fio é tramado com objetivo de melhorar a flexibilidade e a resistência da rede, porém, a densidade do fio e o estilo de tecelagem influenciam no sombreamento da tela sobre a cultura (CASTELLANO et al., 2006).

Nos últimos anos, as empresas do setor de redes de proteção de pomares, vem desenvolvendo tecnologias e integrando em seus produtos, através da incorporação de cores cromáticas e principalmente aditivos de elementos dispersivos, absorventes, reflexivo, anti aderente na matéria prima das redes, com isso, as telas antigranizo fotosseletivas são capazes de alterar as características espectrais da radiação solar (SHAHAK et al., 2008a, 2016), a fim de promover respostas fisiológicas nas plantas e melhorar a penetração de luz no dossel do pomar (SHAHAK et al., 2008b; MUPAMBI et al., 2018).

Segundo Hawerroth e Nachtigall (2018), o uso de telas de cobertura em pomares influencia na dinâmica da radiação luminosa no dossel das plantas, através das alterações na radiação fotossinteticamente ativa incidente, interceptada, absorvida, transmitida e refletida, cuja intensidade resulta da interação entre as características inerentes à tela, como o tipo de malha, porosidade, composição, coloração, fator de sombreamento, a forma de instalação e ao tipo de manejo adotado nos pomares.

Este estudo teve por objetivo identificar os efeitos das telas de foto conversão sobre o vigor de plantas, atividade fisiológicas, produtividade e qualidade de frutos de macieiras das cultivares Maxi Gala e Fuji Mishima, no município de São Joaquim – SC no ciclo produtivo 2021/2022.

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado no ano de 2018 em pomar comercial localizado no município de São Joaquim – SC na empresa Agro Comercial Hiragami's na propriedade fazenda colônia, com altitude de 1354 metros acima do nível do mar. Sendo avaliado no ciclo 2021/2022. O pomar recebeu todos os tratos culturais padronizados pela empresa, além de sistema de fertirrigação, cobertura com as telas antigranizo e sistema de condução Tall Spindle no ato da implantação do experimento.

O clima do município de São Joaquim é classificado como Cfb com verões frescos e baixas temperaturas no inverno e precipitações bem distribuídas ao longo

do ano, sem a existência de uma estação seca, segundo Köeppen (1931). No verão, apresenta variação térmica de aproximadamente 20°C e o inverno com grande possibilidade de ocorrências de geadas e neve. Contudo a média anual de temperatura é de 13,5°C, com precipitação anual média de 1560mm.

Os solos na região de São Joaquim são caracterizados como Cambissolos Húmicos e Háplicos, além de Neossolos Litóliico, com pouca profundidade, acúmulo de matéria orgânica no horizonte A e contato lítico, com alta acidez, e baixa reserva de nutrientes disponíveis no solo (EMBRAPA, 2013).

FIGURA 1 – Foto área do experimento.



FONTE: Ginegar do Brasil, (2020).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com seis blocos, num total de 42 parcelas para Maxi Gala e Fuji Mishima, totalizando 84 parcelas no total, sendo que cada parcela era composta por 25 plantas. O espaçamento foi de: 3,5m (metros) entre linhas x 1,0m (metros) para a Gala e 3,5m (metros) entre linhas x 1,2m (metros) para a Fuji, sobre o porta enxerto G.202. Os tratamentos consistiram em telas com fotoconversão: ChromatiNet® Leno amarela; ChromatiNet® Leno azul; ChromatiNet® Leno vermelha e telas sem fotoconversão: ChromatiNet® Leno pérola; ChromatiNet® Leno clear; mista; preta. Sendo analisadas independentemente cada cultivar, sem interação entre as duas.

Segundo a empresa fabricante, Ginegar do Brasil, a matéria prima empregada na fabricação do fio para as telas é um Polímero de Alta Densidade (PEAD) que

confere resistência e flexibilidade para as telas, sendo que o fio possui um diâmetro médio de 0,33 mm (milímetros) e dimensões de orifícios de trama de 7 mm (milímetros) X 2,5 mm (milímetros), com sombreamento de 16%.

A partir do inverno de 2021 foram iniciadas as avaliações no experimento. As variáveis analisadas foram: área de seção transversal do tronco da cv. Copa, altura de planta, percentual de sombreamento de planta, atividade de clorofila, área foliar, massa fresca de folha, massa seca de folha, relação entre massa seca e fresca de folha, luminosidade das telas, fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática, taxa de floração, produtividade estimada, eficiência produtiva, massa média de frutos, análise visual de recobrimento da epiderme de fruto com a coloração vermelha, análise digital da coloração de frutos, firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, porcentual de frutos por calibre e percentual de frutos por classificação CAT1, CAT2, CAT3 e INDÚSTRIA.

3.4.1 Variáveis de vigor e fisiologia de planta

A ASTT (Área de seção transversal do tronco) da cultivar copa foi obtida através da medição do diâmetro médio do tronco, realizada duas medições em dois sentidos com um paquímetro digital a 10 cm acima do ponto de enxertia, sendo calculada pela fórmula da área de uma circunferência (πr^2) onde r é o raio, obtido a partir da metade do diâmetro médio do tronco, foi realizada duas medições em dois sentidos com um paquímetro digital a 10 cm acima do ponto de enxertia, onde os resultados foram expressos em cm^2 (CZYNCZYK; BIELICKI, 2012), sendo avaliadas cinco plantas por parcela.

A altura das plantas foi mensurada com auxílio de uma régua topográfica do ponto de enxertia até o ápice da planta, sendo os resultados expressos em metros (m), sendo avaliadas cinco plantas por parcela.

O sombreamento de copa foi avaliado com o Ceptomêtro LP-80 (calibrado seguindo as instruções no manual do aparelho), através da relação entre a diferença de luz captada pelo sensor fora das telas antigranizo, pela luz captada pelo sensor da barra posicionado sobre a projeção da copa, sendo avaliada três plantas por parcela. Os resultados foram expressos em porcentagem de sombreamento. Foram realizadas cinco leituras fora das telas, seis leituras na projeção da copa em cada parcela, foi calculada a média dos respectivos locais avaliados e calculada a diferença entre eles,

sendo fora da tela de proteção o local sem interceptação luminosa, ou seja, 0% de sombra.

Para a área foliar, foram coletadas 40 folhas em quatro plantas por parcela e posteriormente avaliadas pelo LI-3100C Area Meter, ante a leitura, foi realizada a retirada dos pecíolos, a calibração do instrumento conforme as recomendações do fabricante e a limpeza do equipamento. O resultado foi expresso em cm^2 de área foliar.

Para determinação da umidade, representada pela relação entre massa seca de folha e massa fresca de folha, utilizou-se 40 folhas por parcela, coletada em quatro plantas distintas, pesadas em balança eletrônica analítica de precisão 0,0001g. Posteriormente seguiu-se a metodologia proposta por Amarantes et al. (2007), onde as folhas foram secadas em estufa por 72 horas a 65°C e pesadas balança eletrônica analítica de precisão 0,0001g e o resultado expresso em (%).

Para Gabardo et.al (2017), o índice SPAD está correlacionado com o teor de clorofila na folha. Sendo assim, as leituras foram feitas com clorofilômetro digital portátil, modelo SPAD-502 [Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co, Ltd, Japan] (calibrado seguindo as instruções no manual do aparelho), a modo de avaliar a atividade de clorofila, sendo realizada 40 leituras em quatro plantas por parcelas, em folhas completamente expandidas e posicionadas nas extremidades das plantas, para evitar sombreamento, conforme metodologia de Amarantes et al. (2007) e o resultado foi expresso em índice Spad.

Para as variáveis fotossíntese líquida; transpiração; condutância estomática, utilizou-se o IRGA (Infrared Gas Analyser), marca Li-Cor, modelo LI-6400 portátil (calibrado seguindo as instruções no manual do aparelho), com câmara de 6 cm^2 , sendo feita cinco leituras por parcela, posteriormente realizada a média das leituras. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-2}$; ml/cm^2 ; $\text{mmol m}^{-2}\text{s}$.

A luminosidade das telas (lx diferença sol) foi avaliada com o auxílio de um Luxímetro digital portátil, modelo INS-1366 200.000 LUX, com certificado de calibração expedido pela Instrusul Equipamentos de Medição, fabricante do modelo utilizado, e inspecionado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). A avaliação constituiu em quatro leituras em cada coloração de tela, realizadas no mesmo dia, posteriormente realizada a média das leituras e o resultado expresso em (lux/m^2).

3.4.2 Variáveis de Produtividade

A taxa de floração foi avaliada pela contagem de estruturas produtivas como brindilas e esporões e calculada a porcentagem de gemas floríferas, o resultado foi expresso em porcentual de retorno de florada de inflorescências brotadas no ramo secundários em quatro planta por parcela (LUZ, 2016).

A produtividade estimada, obtida em toneladas por hectare (Ton/ha), foi determinada pela multiplicação da densidade de plantio pela massa média de frutos e pela média de frutos por planta, em dez plantas por repetição.

A eficiência produtiva foi calculada através da relação entre a produção média de cada planta dividida pela área de seção transversal do tronco (cm^2) e o resultado expresso em quilogramas por centímetro quadrado (kg/cm^2).

3.4.3 Variáveis de Qualidade de Frutos

A Intensidade de cor vermelha de fruto foi obtida através de um colorímetro digital portátil da marca Konica Minolta Sensing Americas, modelo CR-400, calibrado seguindo as instruções do fabricante. A partir da amostra de 20 frutos por parcela, foi realizada uma leitura por fruto na região equatorial de maior intensidade da coloração vermelha, obtendo os resultados em ângulo hue ($^\circ\text{hue}$) ou tonalidade. Também foi realizada a análise visual de recobrimento de epiderme de frutos, sendo avaliados 20 frutos por repetição, obtendo os resultados em porcentagem de frutos com mais de 60% de epiderme recoberta pela coloração vermelha (% frutos).

Os dados de classificação por classe de calibre de frutos e categorias foram mensurados através da representatividade proporcional de frutos em cada categoria de calibre: 220, 198, 180, 165, 150, 135, 120, 110, 100, 90, 80 representando o número de fruto por caixa de 18 Kg, posteriormente, agrupados em calibres ≥ 135 representando frutos de pequeno porte, e calibres ≤ 120 representando frutos de grande porte, e os resultados expressos em (% de frutos ≥ 135 e % frutos ≤ 120), sendo realizada a porcentagem desses dois grupos em relação a uma amostra de 20 frutos por repetição. A classificação por categorias seguiu os parâmetros da Instrução Normativa Número 05 (IN 05 2006) do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), classificadas em CAT1, CAT2, CAT3 e INDÚSTRIA, e os resultados

expressos em porcentagem (% de frutos em categorias), em relação a uma amostra de 20 frutos por repetição.

A firmeza de polpa foi determinada com o auxílio de um texturômetro digital, com uma ponteira de 11mm em 10 frutos por repetição. Foi retirado com um “*peeler*” a camada superficial da epiderme na zona equatorial dos dois lados dos frutos, e avaliada a firmeza em newton (N).

O teor de Sólidos Solúveis (SS) obtido a partir do suco extraído de uma amostra de 10 frutos por parcela e mensurado por um refratômetro digital para açúcar modelo ITREFD-45, sendo os resultados expressos em °Brix.

Os dados foram submetidos a análise da normalidade e homocedasticidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Posteriormente submetidos a análise de componentes principais pelo software Minitab (2023).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.5.1 Resultados dos parâmetros de vigor de planta e atividade fisiológica da Maxi Gala

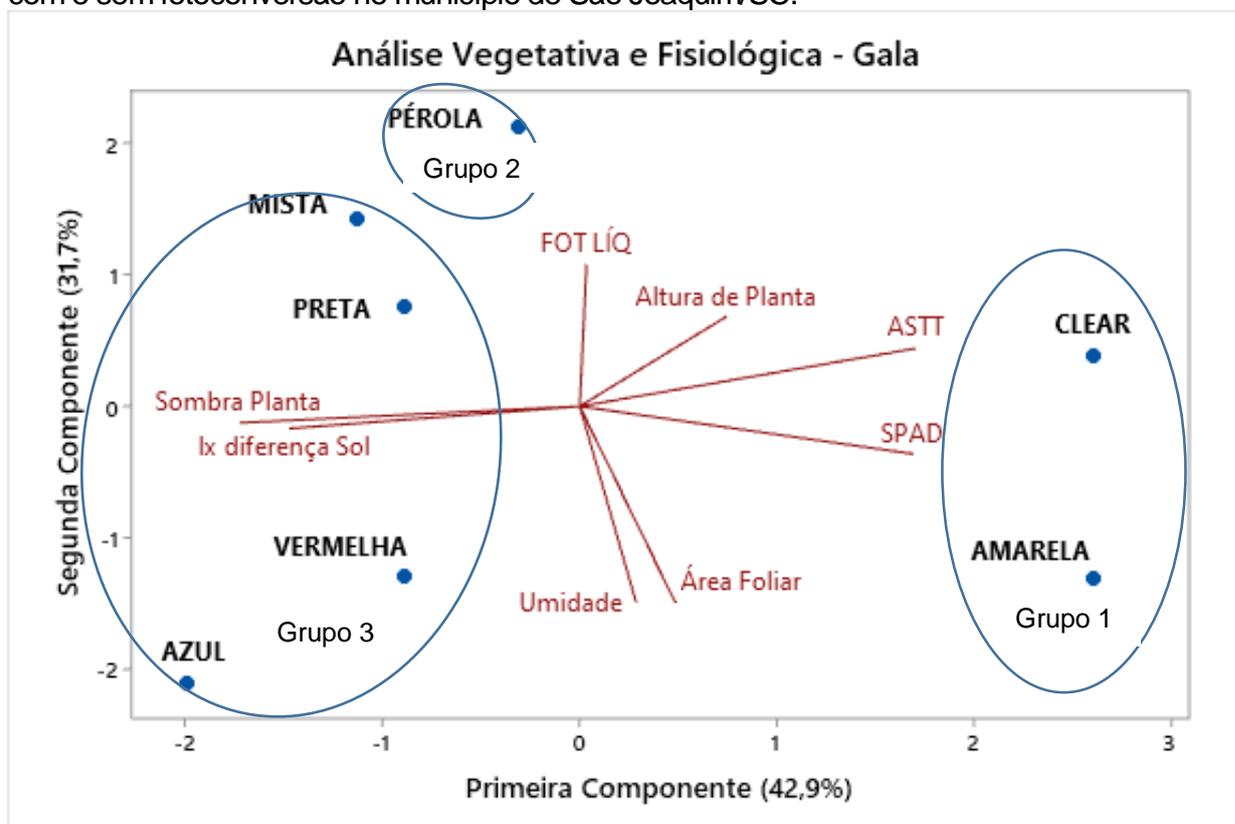
A primeira componente principal separou as cores de tela em função principalmente das variáveis ASTT e SPAD, que se apresentam inversamente proporcionais às variáveis Sombra Planta e lx diferença Sol (luminosidade das telas). Ou seja, telas que proporcionaram maior ASTT e SPAD (Grupo 1), resultaram em menor diferença de luminosidade em relação ao Sol e menor Sombra da Planta. De forma geral, podemos, portanto, separar em três grupos de telas quanto à primeira componente principal: o Grupo 1 composto das telas Clear e Amarela e o Grupo 2 composto pela tela de cor Pérola e o Grupo 3 pelas demais cores de telas. O Grupo 2, composto pela tela pérola, resultou em vigor intermediário em relação dos outros dois grupos.

A segunda componente principal separou as cores de tela quanto a Fotossíntese Líquida, inversamente proporcional à umidade e à área foliar. Dessa forma, a tela de cor Clear resultou em maior Fotossíntese Líquida e menor umidade e área foliar que a tela amarela. O contrário também é verdadeiro. No Grupo 3, identificam-se dois subgrupos de acordo com a segunda componente principal: As telas Mista e Preta com maior valor de Fotossíntese Líquida e menor valor de umidade

e área foliar que as telas Vermelha e Azul. De acordo com o posicionamento da Tela Pérola (Grupo 2) na parte superior do gráfico, na direção e sentido do vetor da variável Fotossíntese Líquida, identifica-se que as plantas sob tela pérola apresentaram maiores valores de Fotossíntese Líquida do que as telas do Grupo 3.

Não foram observados resultados significativos para condutância estomática e transpiração.

Gráfico 1 – Análise dos parâmetros vegetativos e fisiológicos da Maxi gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.



ASTT: Área secção transversal do tronco, A.P: Altura de planta, Sombra planta: porcentagem de sombreamento de copa, Umidade: Relação entre massa seca de folha pela massa fresca de folha, A.F: Area foliar, SPAD: atividade de clorofila, LX diferença sol: luminosidade das telas, FOT LÍQ: Fotossíntese líquida.

*Vetores maiores possuem maior significância pela análise de componentes principais, Software minitab.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os resultados para a primeira componente podem ser explicados pelo fato que a tela clear possui tecnologia de difusão de luz, tendo entre as telas, a maior luminosidade em relação ao sol, cerca de 94% (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007), já a tela amarela, em sua fotosseletividade, maximiza a passagem do espectro vermelho (SHAHAK et al., 2008a), que pela fotomorfogênese, estimula o crescimento vegetal e atividade de clorofila, uma vez que esta possui alta afinidade com esse espectro do

luz (TAIZ e ZIERGER, 2016), colaborando também para maiores ASTT e por consequência maior vigor de plantas (CZYNCZYK; BIELICKI, 2012). Nesse contexto, observa-se a menor ASTT sob a tela azul, que pode ser explicado no fato que esta, possui a capacidade de modificar as características espectrais da radiação solar, maximizando a transmissão do espectro da luz azul (SHAHAK et al., 2008b, 2016), que está relacionada ao processo de redução do crescimento, corroborando com os resultados encontrados por Snowden et. al (2016), o qual relatam que plantas de pimentão cultivadas *in vitro* sob luz de led azul, apresentaram redução no crescimento vegetativo.

O grupo 3 é composto por telas de coloração escura, o que pode-se inferir que, para essas telas, ocorre maior interação com a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), refletindo em menor luminosidade de telas em relação ao sol e maior percentual de sombreamento de copa (AMARANTE, 2007).

Os resultados da segunda componente, podem ser explicados no fato das telas pérola e clear atuarem fortemente no processo de difusão de luz, pela modificação do ângulo de incidência, corroborando com os resultados encontrados por Al-Helal e Abdel-Ghany (2012), onde redes translúcidas obtiveram melhores resultados de transmissão e por consequência melhor luminosidade por modificar o ângulo de incidência da luz, o que refletiu em maior fotossíntese líquida sob essas telas (MUPAMBI et al., 2018). Outro ponto, é que, segundo Amarante et. al (2007, 2009), macieiras sob telas com maior luminosidade, tendem a expressar menores áreas foliares e maior fotossíntese líquida.

Ainda nesse contexto, as maiores áreas foliares foram observadas sob as telas de fotoconversão, podendo inferir que folhas maiores apresentam maiores teores de água em sua massa, corroborando com Amarante et. al (2011), onde macieiras cultivadas sob tela antigranizo apresentam aumento da área foliar e massa foliar.

3.5.2 Resultados dos parâmetros produtivos da Maxi Gala.

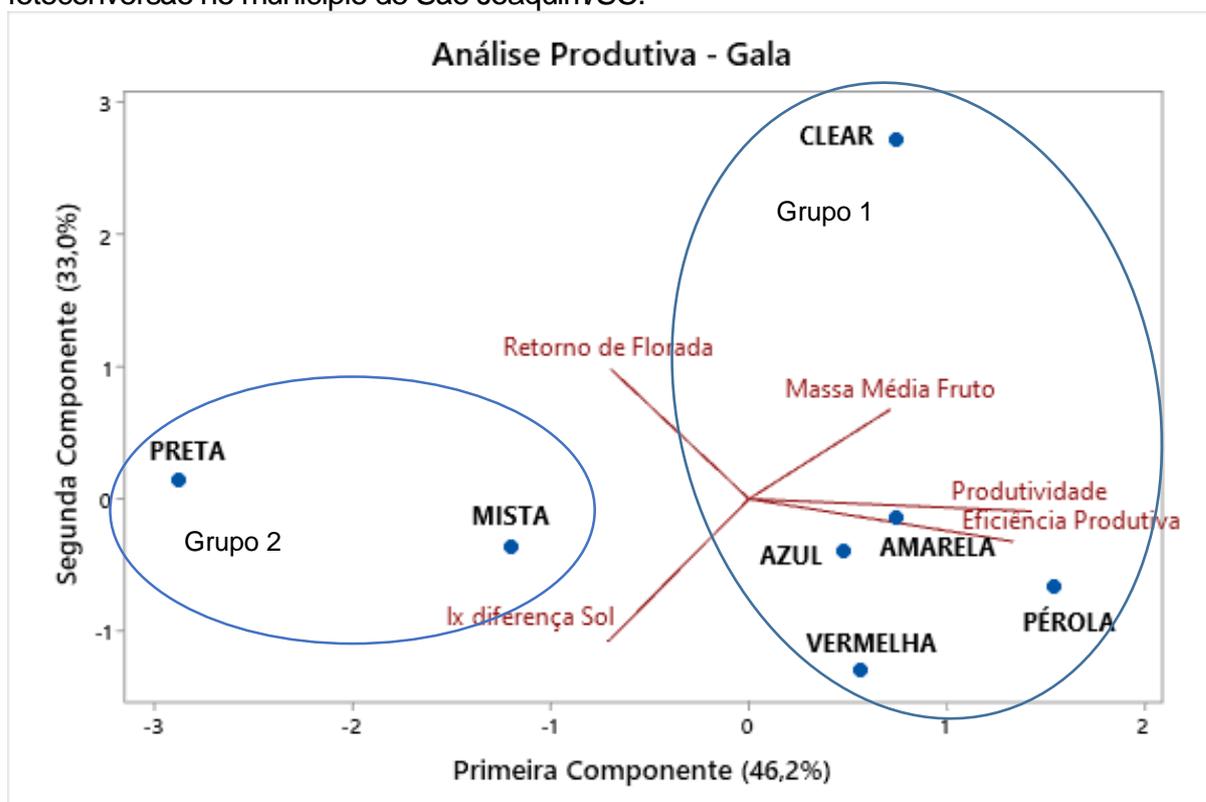
Para a análise produtiva, apresentada no Gráfico 2, observa-se que a primeira componente principal é responsável por explicar 46,2% da variação dos dados e separa as cores de tela principalmente pela Produtividade e Eficiência Produtiva. Quanto mais à direita estiverem os pontos, maiores os resultados de produtividade e

eficiência produtiva. Sendo assim, as cores do Grupo 1 resultaram em melhor desempenho produtivo que aquelas do Grupo 2.

A segunda componente principal foi responsável por explicar 33% da variação dos dados e separou as cores de tela principalmente pelo Retorno de Florada e diferença de luz em relação ao sol. Dentro do Grupo 1, a tela Clear resultou em menor diferença de luz em relação ao Sol e maior retorno de florada que as demais. Dessa forma, com 94% da luz do sol passando pela tela Clear, foi possível observar um maior retorno de florada que, no entanto, não se confirmou em produção.

As telas Mista e Preta estão posicionadas de forma a apontar que para as plantas sob elas também pode-se observar altos valores de retorno de Florada, apesar de menores que a Tela Clear (5% aproximadamente). No entanto, a grande diferença de luz em relação ao Sol, deixando passar em torno de 81% de luz, prejudicou a formação dos frutos e conseqüente produtividade. A tela na cor pérola foi a que resultou em maior produtividade e eficiência produtiva, apesar de possibilitar a entrada de menos luz que a tela Clear. A tela pérola possibilitou a passagem de 85% da luz do sol e resultou em plantas com 9 % mais produtividade, e 14% mais eficiência produtiva que a tela Clear. Levando em conta os resultados da Análise Vegetativa e Fisiológica, a tela na cor pérola resultou em vigor médio entre as demais e maior resultado de fotossíntese líquida. Dessa forma, tais resultados tornam possível inferir que uma quantidade de luz controlada pode melhorar os resultados fisiológicos, vegetativos e produtivos das plantas de macieira.

Gráfico 2 – Análise de parâmetros produtivos da Maxi gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.



Retorno de florada: Taxa de floração, MMA: Massa média de frutos, Sombra planta: porcentagem de sombreamento de copa, Prod: Produtividade, Efi. Prod: Eficiência produtiva, LX diferença sol: luminosidade das telas.

*Vetores maiores possuem maior significância pela análise de componentes principais, Software minitab.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os resultados para a primeira componente, podem ser explicados pela elevada produtividade da tela pérola, que corresponde a um incremento de produtividade de 30% em comparação a tela preta e 20% em relação a tela mista. E também pela baixa ASTT da tela azul.

A produtividade hectare é um parâmetro importante, pois permite o produtor projetar o retorno do investimento no sistemas de telas antigranizo. Nesse contexto, pode-se inferir que a tela pérola por atuar na difusão de luz e conseqüentemente maior disponibilidade de fotoassimilados pela maior fotossíntese líquida, pode ter promovido uma maior taxa de frutificação e carga frutal (MUPAMBI et al., 2018), já para as telas preta e mista, pode-se inferir que ocorreu maior interação da RFA (Radiação Fotossisteticamente Ativa) com a tela, diminuindo a carga frutal, sendo estas telas, pouco recomendadas para o cultivo de frutíferas (LEITE et al., 2002; AMARANTES et al., 2007, 2011).

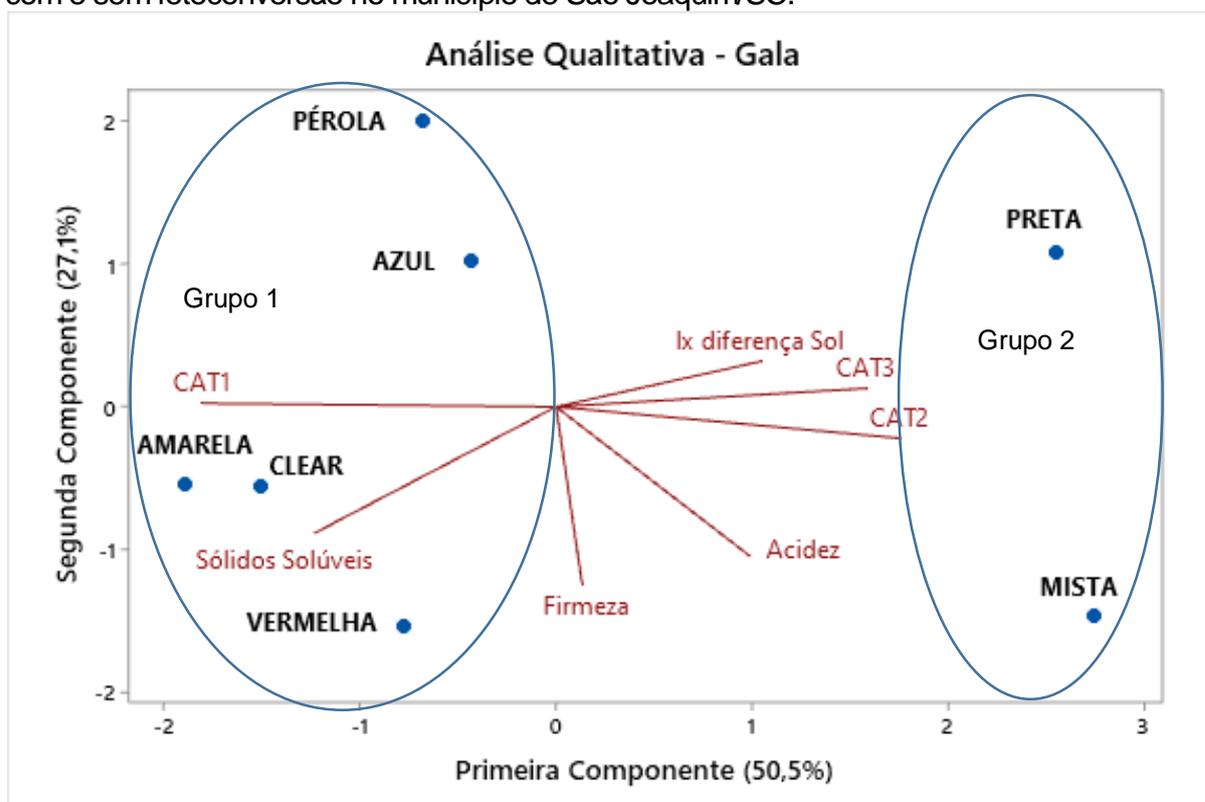
Os resultados para a segunda componente, pode ser fundamentado no fato que a tela Clear atua nos processos de transmissão e difusão de luz (RAJAPAKSE e SHAHAK, 2007), amparado pelos resultados das medições do luxímetro, onde os dados apontaram que esta tela possui luminosidade por metro quadrado, na ordem de 94% em comparação ao pleno sol, o que pode ter promovido melhoras nas respostas fisiológicas das plantas como a indução floral, pela melhor penetração de luz no dossel do pomar (MUPAMBI et al., 2018), contudo, pode ter ocorrido um adensamento no tempo de floração, o que corroborou para que a alta taxa de floração não fosse convertida em frutos, seja por motivo metabólico ou por polinização.

3.5.3 Resultados dos parâmetros de qualidade de frutos para a Maxi Gala

A primeira componente principal foi responsável por explicar 50,5% da variação dos dados e separou as cores de tela principalmente pelas variáveis de Categoria. Cores de tela à esquerda do gráfico (Grupo 1) resultaram em maior quantidade de frutos CAT1 e menor quantidade de frutos CAT2 e CAT3 que aquelas à direita do gráfico (Grupo 2). Ou seja, os frutos sob tela preta ou tela mista tiveram pior classificação do que aqueles sob as demais cores de tela.

A segunda componente principal foi responsável por explicar 27,1% da variação dos dados e separou as cores de tela principalmente pela firmeza dos frutos. Frutos sob as telas Vermelha ou Mista foram caracterizados por maior firmeza que frutos das plantas sob tela Pérola e Preta. Sendo assim a diferença de qualidade entre as telas Pérola (9% mais produtividade) e as telas Clear e Amarela, está na Firmeza dos frutos, sendo aqueles frutos de plantas sob tela Pérola demonstraram aproximadamente 6 N menos firmeza.

Gráfico 3 – Análise do parâmetros de qualidade de frutos da Maxi gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.



CAT1, CAT2, CAT3: Instrução Normativa Número 05 (IN 05 2006): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. FIR: Firmeza de polpa, BRIX: Sólidos solúveis, Lx diferença sol: Luminosidade das telas, Acidez: Acidez de frutos.

*Vetores maiores possuem maior significância pela análise de componentes principais, Software minitab.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Para calibre de frutos, % de frutos com mais 60% de recobrimento de epiderme com cor vermelha e a intensidade da coloração não foram observados resultados significativos. Essas variáveis são mais dependentes das condições ambientais, da genética da cultivar e de manejo da carga frutal (MUPAMBI et al., 2018).

A categoria de frutos é outro parâmetro que influencia na remuneração direta para o produtor. Nesse contexto, os resultados para a primeira componente principal podem ser explicados, por outros atributos citados na Instrução Normativa Número 05 (IN 05 2006) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que não a coloração de frutos e sim incidência de russeting, lesões e assimetria de frutos. Muito em função dos altos índices de radiação solar para a região de São Joaquim no ciclo 2021/2022, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pelas características genéticas das cultivares (FIORAVANÇO et al., 2012).

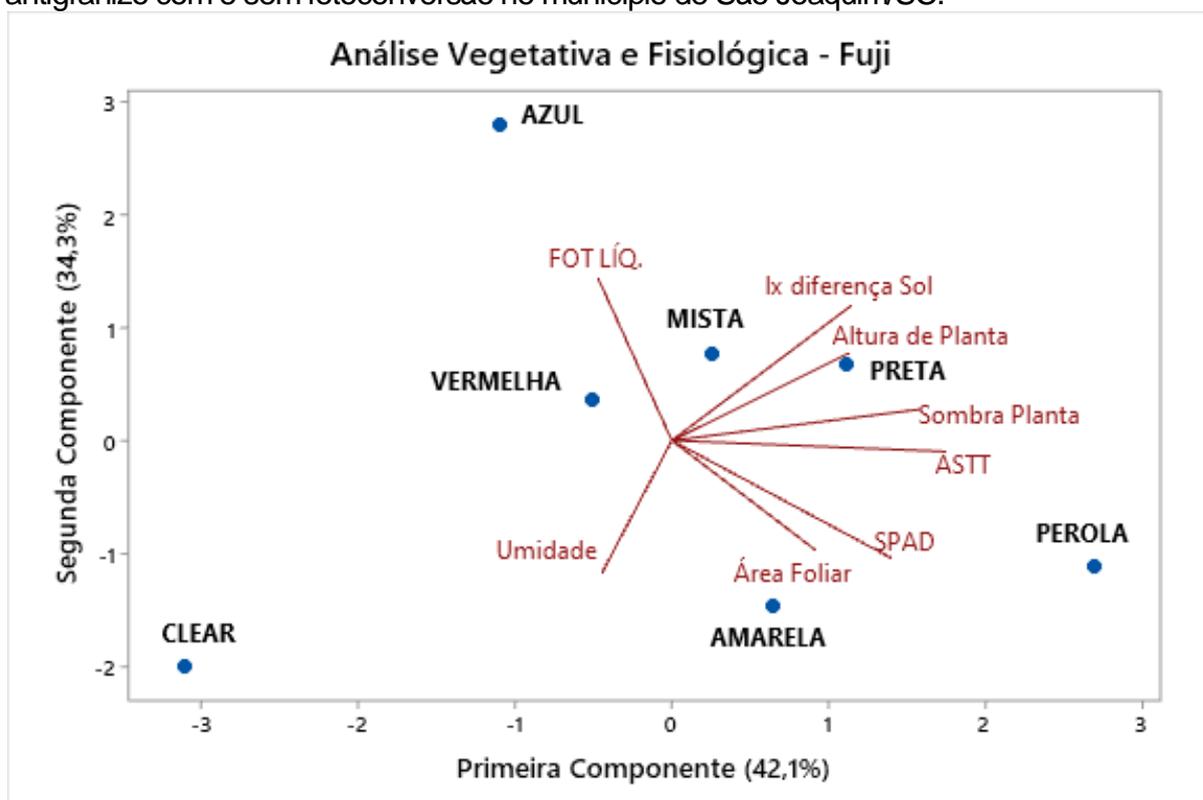
Com os resultados da segunda componente principal, pode-se inferir que os frutos sob as telas vermelha e mistas, possuem maior qualidade interna devida a melhor formação de parede celular e maior turgescência das células do córtex dos frutos (DUSSE et al., 2005; AMARANTE et al., 2011), nesse contexto, a firmeza de polpa de frutos está intimamente ligada a tempo de armazenamento, onde 6N a mais, representam aproximadamente, um mês a mais de armazenamento, conforme estudos de Coutinho et al., (2003). Porém há autores que afirmam que a qualidade interna dos frutos sob redes antigranizo são mais influenciadas pelas condições edafoclimáticas, safra agrícola, sistema de manejo das plantas do que da utilização de diferentes cores de tela (STAMPAR et al., 2002; AMARANTE et al., 2012; MUPAMBI et al., 2018).

3.5.4 Resultados dos parâmetros de vigor de planta e atividade fisiológica da Fuji Mishima

A primeira componente principal foi responsável por explicar 42,1% da variação dos dados e separou as cores de tela principalmente pelas variáveis sombra da planta e ASTT. Nesse sentido, a cor de tela Pérola proporcionou maior vigor as plantas que a cor Clear, e a cor Amarela proporcionou vigor intermediário entre a Clear e a Pérola, sendo estas as três cores que deixam passar mais luz do Sol. As cores Vermelha, Azul, Mista e Preta proporcionaram vigor semelhante à amarela.

A segunda componente principal foi responsável por explicar 34,3% da variação dos dados e para diferenciar as cores de tela, levou em conta principalmente as variáveis Fotossíntese Líquida, Ix diferença Sol e SPAD. A tela que mais se aproximou da Pérola no vigor proporcionado foi a tela Preta. De acordo com a segunda componente principal, a diferença entre essas duas telas ficou principalmente na luz e SPAD, sendo que a tela Pérola ocasionou menor diferença de luz em relação ao sol e, talvez por deixar passar mais luz, proporcionar maior valor de SPAD (clorofila) às plantas. Entre as cores de tela Clear e Pérola, a diferença da segunda componente principal foi relacionada a passagem de luz, com a clear deixando passar mais luz que a pérola. No entanto, em relação às variáveis fisiológicas de Fotossíntese Líquida e SPAD, os valores para estas duas telas foram semelhantes.

Gráfico 4 – Análise dos parâmetros vegetativos e fisiológicos da Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.



ASTT: Área secção transversal do tronco, A.P: Altura de planta, Sombra planta: porcentagem de sombreamento de copa, Umidade: Relação entre massa seca de folha pela massa fresca de folha, A.F: Área foliar, SPAD: atividade de clorofila, LX diferença sol: luminosidade das telas, FOT LÍQ: Fotossíntese líquida.

*Vetores maiores possuem maior significância pela análise de componentes principais, Software minitab.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os resultados da primeira componente principal podem ser explicados no fato que a tela pérola, por atuar melhorando os processos de difusão e transmissão da RFA (SHAHAK et al., 2008b), possa ter estimulado a translocação de energia para o crescimento vegetal, expressando assim, plantas de maior vigor. Esperava-se que a tela clear, por possuir tecnologia semelhante, expressasse também comportamento similar a pérola, contudo o comportamento mostrou-se contrário. Já a tela azul, por modificar as características espectrais da radiação solar, maximizou a transmissão do espectro da luz azul (SHAHAK et al., 2008b, 2016) e estimulou a redução do crescimento.

A primeira componente também aponta, que pode ter ocorrido um estiolamento nas plantas sob as telas preta e mista, tendo como base a altura de plantas em função da luminosidade das telas. De acordo com Taiz & Zeiger (2004) o fototropismo positivo é acentuado em resposta ao sombreamento e a baixa irradiação de luz solar através

da alta atividade de fitormônios auxínicos, onde as plantas são induzidas a alocarem a maior parte de seus assimilados para aumentar sua altura.

A segunda componente principal evidencia os resultados da tela azul para fotossíntese líquida, muito em função da luz azul, a qual as clorofilas possuem grande afinidade (TAIZ e ZIEGER, 2016), resultante da fotoconversão que maximiza a passagem desse espectro (SHAHAK, 2008a). Outro espectro de grande afinidade pelas clorofilas é o do vermelho, a tela amarela em sua fotosseletividade, amplia a passagem desse espectro, justificando o resultado de spad da tela amarela. Já as telas clear e pérola, melhoram a penetração de luz no dossel das plantas, pelas suas tecnologias de difusão de luz (MUPAMBI et al., 2018), refletindo sobre a atividade de clorofila.

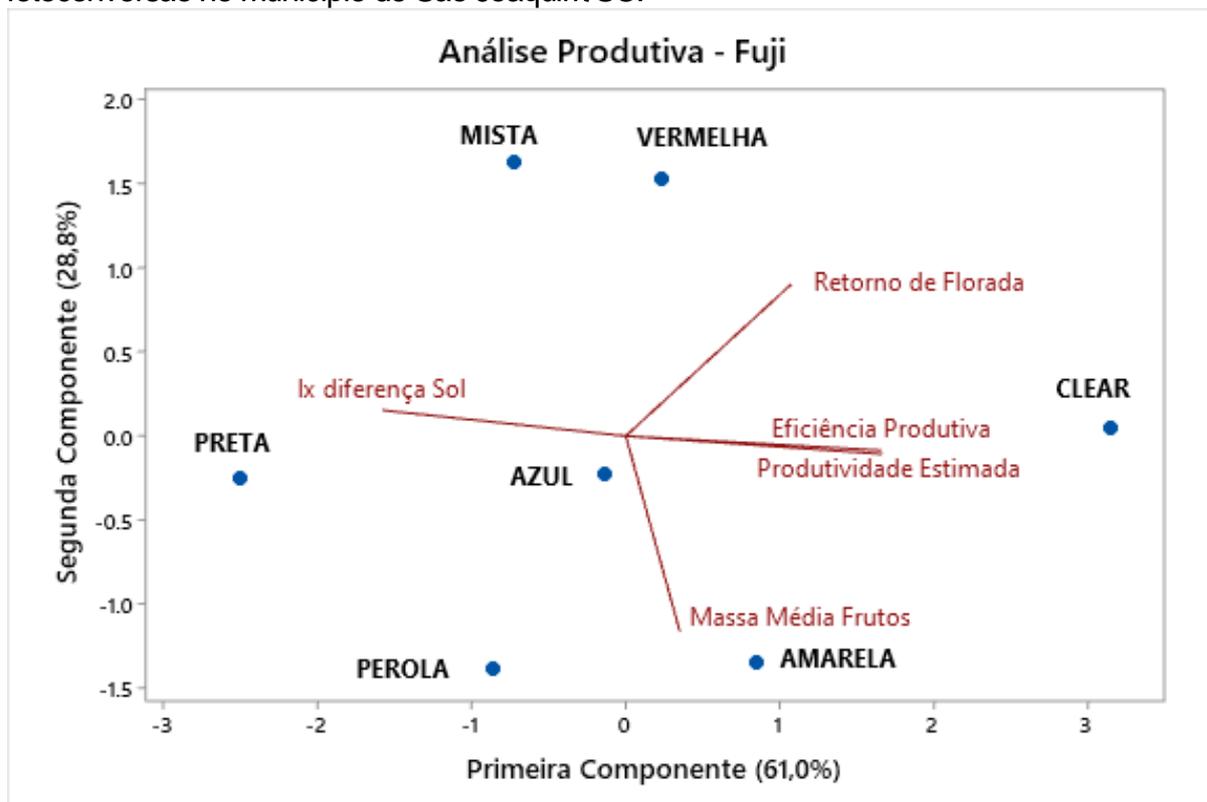
A segunda componente principal, ainda aponta uma relação entre área foliar e umidade, onde folhas maiores possuem maior massa e umidade em sua biomassa, corroborando com Amarante et. al (2007, 2009, 2011), onde macieras sob telas antigranizos, apresentam maiores áreas foliares.

3.5.5 Resultados dos parâmetros produtivos da Fuji Mishima

A primeira componente principal foi responsável por explicar 61% da variação dos dados, diferenciando as cores de tela principalmente pelas variáveis Produtividade e Eficiência Produtiva inversamente proporcionais a diferença de luz em relação ao Sol. As maiores produtividades foram proporcionadas pelas duas cores de tela que mais deixam passar luz, Clear e Amarela. No entanto, a próxima cor na lista das três que mais deixam passar luz (Pérola), já resultou em produtividade similar às telas que deixam passar menos luz.

A segunda componente principal foi responsável por explicar 28,8% dos dados e diferenciou as cores de tela principalmente pelas variáveis Retorno de Florada e Massa Média dos Frutos. A tela Clear, além de mais produtiva e eficiente, lembrando que foi a que menos vigora na análise vegetativa e fisiológica, também apresentou-se equilibrada em relação à retorno de florada e massa média de frutos. As cores de tela com maiores retorno de florada foram Clear, Vermelha e Mista. As cores de tela com maiores massa média de frutos foram Clear, Amarela e Pérola (aquelas que deixam passar mais luz). Ou seja, a Clear ficou presente no grupo dos maiores retornos de florada e maior massa média de frutos.

Gráfico 5 – Análise de parâmetros produtivos da Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.



Retorno de florada: Taxa de floração, MMA: Massa média de frutos, Sombra planta: porcentagem de sombreamento de copa, Prod: Produtividade, Efi. Prod: Eficiência produtiva, LX diferença sol: luminosidade das telas.

*Vetores maiores possuem maior significância pela análise de componentes principais, Software minitab.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A primeira componente principal evidencia os resultados de produtividade das telas clear e amarela, que proporcionaram incrementos na ordem de 29% e 24% respectivamente, em relação a tela preta, refletindo sobre suas eficiências produtivas, uma vez que esta é calculada pela relação da massa total de frutos produzidos por planta pela ASTT. A tela clear foi 38% mais eficiente em relação a tela preta e 34% a tela mista.

Ao analisar a primeira componente com a segunda componente principal, pode-se inferir que a elevada taxa de floração da tela clear, resultou em elevada taxa de frutificação, em resposta as suas propriedades que lhes garantem a maior transmissibilidade e difusão de RFA, com cerca de 94% em relação ao pleno sol, o que pode ter promovido uma maior taxa floração e frutificação (MUPAMBI et al., 2018). Diferente dos resultados das telas mista e vermelha, onde ocorreu elevadas taxas de floração e resultados intermediários para produtividade. Já a baixa produtividade da

tela preta, pode ser explicada pela maior interação da RFA (Radiação Fotossisteticamente Ativa) com a tela, sendo esta tela, pouco recomendada para o cultivo de frutíferas (LEITE et al., 2002; AMARANTES et al., 2007, 2011).

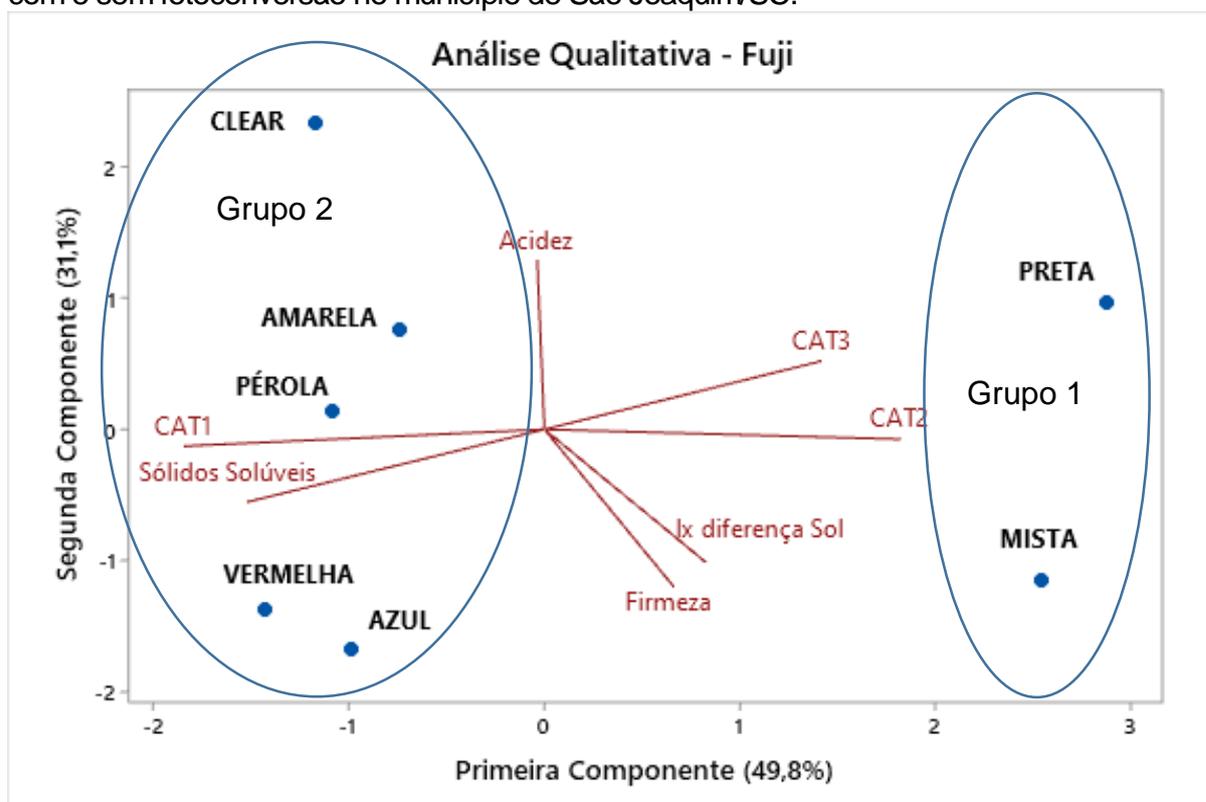
3.5.6 Resultados dos parâmetros de qualidade de frutos para a Fuji Mishima

A primeira componente principal foi responsável por explicar 49,8% da variação dos dados e diferenciou as cores de tela principalmente pelas variáveis de Classificação e Sólidos Solúveis, sendo inversamente proporcionais as categorias de frutos CAT2 e CAT3. As telas Preta e Mista (Grupo 1) resultaram em menor quantidade de frutos CAT1 e menores valores de sólidos solúveis que as demais cores de tela (Grupo 2).

A segunda componente principal foi responsável por explicar 31,1% da variação dos dados e diferenciou as cores de tela principalmente pelas variáveis Acidez e Firmeza. Dentre as telas do Grupo 1, a Preta resultou em maior acidez e menor firmeza de fruto que a Mista. Da mesma forma, no segundo grupo, as cores que deixam passar mais luz (Clear, Amarela e Pérola) resultaram em plantas com frutos mais ácidos e menos firmes que as telas Vermelha e Azul.

Para calibre de frutos, % de frutos com mais 60% de recobrimento de epiderme com cor vermelha e a intensidade da coloração não foram observados resultados significativos entre os tratamentos.

Gráfico 6 – Análise dos parâmetros de qualidade de frutos da Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.



CAT1, CAT2, CAT3: Instrução Normativa Número 05 (IN 05 2006): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. FIR: Firmeza de polpa, BRIX: Sólidos solúveis, Lx diferença sol: Luminosidade das telas, Acidez: Acidez de frutos.

*Vetores maiores possuem maior significância pela análise de componentes principais, Software minitab.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A coloração de frutos é o principal fator de classificação em categorias, sendo um parâmetro fundamental para a cultura da maçã, uma vez que interfere na remuneração do produtor, frutos de maior qualidades tem um maior valor agregado. Nesse contexto, os resultados para a primeira componente principal podem ser explicados, por atributos contidos na Instrução Normativa Número 05 (IN 05 2006) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como incidência de russetting, lesões e assimetria de frutos, e não pela coloração de frutos. Tendo como base os resultados de coloração de frutos, que podem ser explicados nos altos índices de radiação solar para a região de São Joaquim no ciclo 2021/2022, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pelas características genéticas das cultivares (FIORAVANÇO et al., 2012).

Com os resultados da segunda componente principal, pode-se inferir que os frutos sob as telas mista, vermelha e azul, possuem maior firmeza de polpa em

resposta a melhor formação de parede celular e maior turgescência das células do córtex do frutos (DUSSI et al., 2005; AMARANTE et al., 2011).

Nesse contexto, a firmeza de polpa de frutos é um dos fatores que com forte atuação sobre o tempo de armazenamento dos frutos, assim, frutos com maiores firmezas podem ser armazenados por mais tempo, conforme estudos de Coutinho et al., (2003). Contudo, há autores que afirmam que o sistema de manejo das plantas, condições edafoclimáticas e manejos culturais influenciam mais fortemente a firmeza e a qualidade interna dos frutos do que a utilização de diferentes cores de tela antigranizo (STAMPAR et al., 2002; AMARANTE et al., 2012; MUPAMBI et al., 2018).

3.6 CONCLUSÕES

- A tela azul proporcionou menor vigor de planta na cultivar Maxi Gala.
- Na cultivar Maxi Gala o maior vigor de plantas foi sob telas que propiciaram menor luminosidade.
- Plantas da cultivar Maxi Gala sob a tela pérola expressaram vigor intermediário, maior fotossíntese líquida e menor área foliar, quando comparado as outras telas.
- O uso da tela pérola representou um incremento de 30% na produtividade em relação à tela preta na cultivar Maxi Gala.
- Plantas da cultivar Fuji Mishima sob tela clear apresentaram menor vigor em relação as demais telas.
- Plantas da cultivar Fuji Mishima sob tela pérola tiveram maior vigor em relação as demais telas.
- Plantas da cultivar Fuji Mishima sob tela azul apresentaram a maior taxa de fotossíntese líquida.
- O uso da tela clear representou um incremento de 29% na produtividade em relação a tela preta na cultivar Fuji Mishima.
- As telas de fotoconversão e as telas de difusão de luz expressaram resultados superiores aos das telas preta e mista para a classificação em categorias de frutos em ambas as cultivares.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As redes cromáticas de fotosseletividade e as redes com tecnologia de difusão e transmissão de luz, são alternativas válidas para evitar danos por granizo e a utilização destas refletem em atributos morfológicos e fisiológicos em macieiras Maxi Gala e Fuji Mishima.

A tela ChromatiNet® Leno azul reduziu o crescimento vegetativo para a Maxi Gala, afetando também a produtividade. Contudo, a tela pérola apresentou vigor de planta intermediário entre as telas e elevada produtividade para a gala. Enquanto para a Fuji Mishima, a tela clear proporcionou o menor vigor de planta aliado a maior produtividade entre as telas.

O uso de telas antigranizo com tecnologias incorporadas na matéria prima que resultam em fotoconversão e difusão de luz, tem impactos na produtividade e qualidade de frutos superiores aos da tela preta, tradicionalmente utilizada pelos pomicultores. Sendo as telas de difusão de luz do dossel do pomar, preferíveis às de fotoconversão. Como sugestão, o sistema de cobertura com telas de proteção contra o granizo deve ser instalado na implantação do pomar ou feita a cobertura nos meses subsequentes ao plantio das mudas.

A utilização de telas com fotosseletividade e com difusão de luz, requerem a continuação do trabalho, que envolve a temática dos efeitos recorrentes dessas telas sobre as cultivares Maxi Gala e Fuji Mishima, nas condições edafoclimáticas do município de São Joaquim – SC.

Cabendo ainda, em desdobramentos de trabalho futuros que envolvam a temática da luz como a eficiência de fitorreguladores e produtos fitossanitários sob essas telas, bem como, trabalhos de envolvam a área econômica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPM. Associação Brasileira de Produtores de maçã. **Anuário Brasileira da maçã**, Fraiburgo 2019. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/06/MA%C3%A7%C3%A2_2019_DUPLA.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2022.

ABPM. Associação Brasileira de Produtores de Maçã. **Maçã**. Fraiburgo, 2020. Disponível em: <https://www.abpm.org.br/> Acesso em: 19 set. 2022.

ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Estatísticas de exportações de frutas 2017**. Disponível em <https://abrafrutas.org/2018/08/04/estatisticas-de-exportacoes-de-frutas-2017/>. Acesso em: 29 jul de 2022.

ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Estatísticas de exportações de frutas no primeiro semestre de 2021**. Disponível em <https://abrafrutas.org/2021/03/fruticultura-de-patinho-feio-do-agro-para-um-novo-cisne-de-prosperidade/>. Acesso em: 29 jul de 2022.

AGAPOMI. ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DOS PRODUTORES DE MAÇA. **Área cultivada com macieira no Rio Grande do Sul 2014** Disponível em: <<http://www.agapomi.com.br>> Acesso em: 10 ago de 2022.

ANESE, R. O. et al. Atmosfera Controlada para o Armazenamento da Maça Cultivar 'Maxi-Gala'. In: **25º Jornada Acadêmica Integrada UFSM**. Anais. Santa Maria- RS, 2011.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz**, 2018. Disponível em: <<https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-da-fruticultura/>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

AMARANTE, C.V.T. et al. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras 'Royal Gala' cobertas com telas antigranizo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, n.7, p.925-931, jul. 2007. Acesso em 18 set. 2022.

AMARANTE, C.V.T. et al. Disponibilidade de luz em macieiras "fuji" coberta com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese e o rendimento e qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**- Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 664-670, 2009.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C.A.; ARGENTA, L.C. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v.129, p.79-85, Mar. 2011.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ARGENTA, L. C. Radiation, yield, and fruit quality of 'Gala' apples grown under white hail protection nets. **Acta Horticulture**, n. 934, p.1067-1074, 2012.

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

ARAKELIAN, A. K. Way to Enhance Hail Prevention Technique and to Increase the Efficiency of Anti-Hail Protection of Unlimited Agricultural Areas. **Agronomy & Agricultural Science**, 2019. V. 2(2), p.1–4. Disponível em: <<https://doi.org/10.24966/aas-8292/100013>>. Acesso em: 03 set. 2022.

ARTHURS, S. P et al. Environmental modification inside photoselective shadehouses. **HortScience**. V48, p. 975–979, 2013.

BASTÍAS, R.M., GRAPPADELI, C. L. Light quality management in fruit orchards: physiological and technological aspects. **Chil. J. Agric. Res** v.72 (4), p. 574–581, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.4067/S0718-58392012000400018>>. Acesso em 15 set. 2022.

BASTÍAS, R. et al. Red and Blue Netting Alters Leaf Morphological and Physiological Characteristics in Apple Trees. **Plants**, v. 10, n. 1, p. 127-143, 2021.

BERLATO, A. M. et al. Risco de ocorrência de granizo no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.2, p.121-132, 2000.

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

BOSCO, L. C. 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.

CAMILO, A. P., DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis. 743 p. 2006.

CASTELLANO, S. et al. The influence of construction parameters on radiometric performances of agricultural nets. **Acta Hortic**. v.718, p. 283–290. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.718.32>>. Acesso em: 05 set. 2022.

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**, 2022. Quebra de safra pode ser de 30% Seca afeta o enchimento das frutas. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/maca-cepea-quebra-de-safra-pode-ser-de-30.aspx>>. Acesso em: 10 ago. 2022

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**, 2022. Anuário Brasileiro de Horti-fruti 2020-2021. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2021/04/HORTIFRUTI_2021.pdf>. Acesso em: 10 ago.2022.

CONTRERAS, L. D. Fuji e sus mutants. **Revista frutícola**, v11, n.2, p. 67, 1990.

COUTINHO, E. F. et al. Qualidade pós-colheita da pera (*Pyrus communis L*) cultivar carrick submetida a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 25, n. 3, p. 417-420, 2003.

CZYNCZYK, A.; BIELICKI, P. Eleven year evaluation of American (Geneva®) and Polish rootstocks with 'Golden Delicious Reinders' Apple in Poland. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Skierniewice, v.20, n.2, p.11-21, 2012.

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

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistema de Classificação de Solos. SANTOS, H., ET AL. 3 ed. rev. ampl. – Brasília,DF: Embrapa 2013.

EPAGRI. **Empresa de pesquisa e extensão rural do estado de Santa Catarina**. Safra Catarinense de Maçã espera colher metade da produção nacional. Santa Catarina, 2021. Disponível em: <https://url.gratis/ruZbC>. Acesso em: 30 jun. 2022.

EPAGRI. **Empresa de pesquisa e extensão rural do estado de Santa Catarina**. SC é o maior produtor de maçã do Brasil. Santa Catarina, 2022. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/noticias/sc-e-o-maior-produtor-de-maca-do-brasil>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

FAO- **Food and Agriculture organization, 2020**. Disponível em: <<https://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

FIORAVANÇO, J. C. et al. Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal. Embrapa Uva e Vinho In: **Documentos/Embrapa Uva e Vinho 71**, Bento Gonçalves, ed.21, v. 2,p.10-60, 2010.

FIORAVANÇO, J. C. et al. Avaliação da cultivar de macieira Mishima em Vacaria, RS- Embrapa Uva e Vinho In: **Documentos/Embrapa Uva e Vinho 124**, Bento Gonçalves – 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/949416/1/ComunicadoTecnico124online.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

GABARDO, G. C. et al. Taxa fotossintética em macieiras tratadas com metamidron. **Revista Eletrônica Científica da Uergs**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 617-633, 20 dez. 2017. Revista Eletronica Cientifica da UERGS. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1084115/1/Taxafotossinteti caemmacieirastratadascommetamidron1.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2022.

GINEGAR DO BRASIL- **Ficha técnicas das telas**. Disponível em: <<https://www.ginegar.com.br/agricultura/telas/chromatinet-leno>>. Acesso em 31 out. 2022.

GLICKMAN, T. Glossary of Meteorology (Second Edi). **American Meteorological Society** (2000).

HAMPSON, C. R., KEMP, H. Characteristics of important commercial apple cultivars. In: FERRE, D. C., WARRINGTON, I.J. Apples: botany, production and uses. **Wallingford: CABI Publishing**. p. 61-89. 2003.

HAWERROTH, F. J.; NACHTIGALL, G. R. **Telas antigranizo na cultura da macieira**. Embrapa Uva e Vinho (Folder), Bento Gonçalves/SC, 2016. Disponível

em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1050493/telas-antigranizo-na-cultura-da-macieira>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

HAWERROTH, F. J. et al. **Manejo de pomares sob telas antigranizo**. Encontro nacional sobre fruticultura de clima temperado. EPAGRI, Fraiburgo/SC, p. 53, 25 a 27 de jul. 2017. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1082316/1/ANAISVol.IENFRUTEPalestras53.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2022.

HAWERROTH, F. J.; NACHTIGALL, G. Manejo fitotécnico de pomares de macieira sob telas antigranizo. **GINEGAR: Info Maçã**, 1 ed., pg. 6-8, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1098168/1/JornalFS2018.cdrjornalfsedicao01jun2018Nachtigall.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2022.

HAWERROTH, F. J.; NACHTIGALL, G. R. Maçãs: cultivo sob telas antigranizo. **Campo & Negócio: Hortifrúti**, ed. 170, p. 113-115, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1114431/1/Cultivosobtelasantoganizo.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2017**. Produção Agrícola. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 12 jul. 2021.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 150 p. 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Área cultivada com maçã no Brasil – 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

IGLESIAS, I. et al. Innovación varietal en manzano. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, p. 13-30, 2009.

I.M. Al-Helal; A.M. Abdel-Ghany. Solar Radiation Transmission through Plastic Shading Nets. Ed.: N. Castilla. **Acta Horticulture**. 927, ISHS Arábia Saudita, 2012.

JANICK, J. The origin of fruit, fruit growing, and fruit breeding. **Plant Breeding Reviews**. V.25, p. 255-320, 2005.

KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO C.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro da maçã 2019**. Santa Cruz: Editora Gazeta, 2019. 56 p.

KÖPPEN, Wladimir Peter et al. **Grundriss der klimakunde**. 1931.

KOMATSU, H. Red Fuji in Japan – choosing the best strain for your business strategy. **Compact Fruit Tree**, Middleburg, v. 31, n. 2, p. 44–45, 1998.

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.

LUZ, A. R. **TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE VIGOR E AUMENTO DA FRUTIFICAÇÃO DE PEREIRAS EUROPEIAS**: tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de doutor em produção vegetal. 2016. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, SC, 2016. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1368/tese_alberto_15705543007281_1368.pdf>. Acesso em: 15 set. 2022.

MALACARA, D. **Óptica Básica**. 3ª ed. México: Fundo de cultura econômica, 2015. 600p.

MAPA, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa Nº 5, de 09 de Fevereiro de 2006. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/classificacao/files/2012/08/INM00000005.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2022.

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

MARTINS, J.A. et al. Climatology of destructive hailstorms in Brazil. **Atmospheric Research**, v. 184, n. October, p. 126-138, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.10.012>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MARTINEZ, J.F. et al. Hail netting of apple orchards: Australian experience. **Compact Fruit Tree**, Middleburg, v.35, p.51-55, 2001.

MAUTA, D. S. et al. Photosynthetic response of Maxi Gala apple trees covered with photoselective anti-hail nets. **Acta Horticulture**, n.1268, p. 327-334, 2019.

MUPAMBI, G. et al. The Influence of Protective Netting on Tree Physiology and Fruit Quality of Apple: A Review. **Scientia Horticulturae**, v. 236, p. 60-72, 2018.

PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: **A cultura da macieira**. EPAGRI. Florianópolis, 2006. p. 229-260.

PETRI, J. L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p.48-56, 2011.

POLDEVAART, G. Hail nets: reliable method of hail protection. **Fruittteelt**, Den Haag, v.96, p. 12-13, 2006.

RAJAPAKSE, N.C, SHAHAK Y. Light and plant development, in Light Quality Manipulation by the Horticulture Industry. Editors, By Whitelam G, Halliday K. **Blackwell Publishing**, Oxford; 2007.

SCHIMALSKI, M. B. et al. Mapping Apple Orchards in the municipality of São Joaquim (Santa Catarina, Brazil) using Sentinel-2 data. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452022842>.> Acesso em: 21 set. 2022.

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

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

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

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

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

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in Food and Nutraceuticals**. New York: CRC Press, 2004. 365p.

SHIMAZAKI KI, DOI M.; ASSMANN S.M; KINOSHITA T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, 58:219-247. 2022.

SNA. **Sociedade Nacional da Agricultura 2022**. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/exportacoes-de-frutas-aumentam-2-em-volume-no-primeiro-trimestre-de-2022>.>. Acesso em: 29 jul. 2022.

SPERLING, V. et al. Processos físicos e elétricos das tempestades de granizo na região sul do Brasil. p. 211, 2018. Disponível em: <<http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2018/01.24.29/doc.publicacao.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

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

SNOWDEN, M.C.; COPE, K.R.; BUGBEE, B. Sensitivity of seven diverse species to blue and green light: Interactions with photon flux. **PloSone**, San Francisco, v.11, n.10, p.e0163121, 2016.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLE, I. M.; MURPHY, A.: (ed.). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre- Rs: Artmed Editora Ltda, 2016. 888 p.

WAPA. **The World Apple and Pear Association**, 2020. Disponível em: <http://www.wapa-association.org/asp/page_1.asp?doc_id=449>. Acesso em: 10 ago. 2022.

YOSHIDA, Y., FAN, X.; PATTERSON, M. The 'Fuji' apple. In: FERREE, D.C. (Ed.). **A history of fruit varieties**. Yakima: Good Fruit Grower Magazine, 1998. p. 137–141.

YURI, H. M. **Gestão do risco de granizo pelo seguro e outras alternativas: estudo de caso em pomares de maçã de Santa Catarina**: Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros- USP, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências e Economia Aplicada. 2003. 1v. Dissertação (Mestrado) – Curso de Economia Aplicada, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

YURI, H. M.; AZEVEDO, A. **Administração do risco de chuvas de granizo em pomares de maçã (compact disc)**. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 7., Piracicaba, 1999. **Resumos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. P.437.

6 APÊNDICES

Apêndice 1- Tabela das variáveis de vigor de plantas e atividade fisiológica da cultivar Maxi Gala sob telas com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.

| TRAT. | A.P (m) | ASTT (cm ²) | CEP (%) SOMBRA | A.F (cm ²) | Umidade (%) | LUM (lx.m ²) | SPAD | FOT. LIQ μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ |
|----------|------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------|-----------------------------|-------|--|
| AMARELA | 3,42 | 10,52 | 79,38 | 1428,16 | 34,1 | 1196,75 | 45,72 | 9,74 |
| AZUL | 2,95 | 8,36 | 85,44 | 1431,16 | 33,7 | 1149,25 | 44,75 | 10,47 |
| VERMELHA | 3,35 | 9,46 | 84,91 | 1438,33 | 33,7 | 1158,75 | 43,87 | 10,44 |
| PÉROLA | 3,47 | 9,9 | 84 | 1305,83 | 34,2 | 1180,25 | 44,26 | 11,42 |
| CLEAR | 3,29 | 10,44 | 80,18 | 1400,66 | 33,5 | 1308,25 | 45,2 | 11,54 |
| MISTA | 3,15 | 9,27 | 82,68 | 1307,16 | 33,9 | 1165 | 43,98 | 10,91 |
| PRETA | 3,51 | 9,42 | 83,74 | 1331,16 | 33 | 1127 | 44,16 | 10,45 |
| SOL | - | - | - | - | - | 1386,75 | - | - |

ASTT: Área secção transversal do tronco, A.P: Altura de planta, CEP (%) SOMBRA: Sombra planta OU porcentagem de sombreamento de copa, UMIDADE: Umidade de folha, A.F: Área foliar, SPAD: atividade de clorofila, LUM: diferença sol ou luminosidade das telas, FOT LÍQ: Fotossíntese Líquida.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Apêndice 2- Tabela das variáveis produtivas da cultivar Maxi-Gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.

| TRAT. | FLOR (%) | PROD. EST (Ton.hectare ⁻¹) | EFIC. PROD. (Kg/cm ²) | M. MED. FRT (Kg) | LUM (lx.m ²) |
|----------|----------|---|--------------------------------------|------------------|--------------------------|
| AMARELA | 71,33 | 36,53 | 1,24 | 0,17 | 1196,75 |
| AZUL | 72,83 | 33,08 | 1,37 | 0,17 | 1149,25 |
| VERMELHA | 73,5 | 36,9 | 1,42 | 0,17 | 1158,75 |
| PÉROLA | 73,33 | 39,81 | 1,43 | 0,17 | 1180,25 |
| CLEAR | 80,5 | 36,09 | 1,3 | 0,17 | 1308,25 |
| MISTA | 75,33 | 32,17 | 1,19 | 0,17 | 1165 |
| PRETA | 78,66 | 27,98 | 1,06 | 0,17 | 1127 |
| SOL | - | - | - | - | 1386,75 |

FLOR (%): Retorno de florada ou Taxa de floração, MAS. MED. FRT: Massa média de frutos, PROD. EST: Produtividade estimada, EFI. PROD: Eficiência produtiva, LUM: diferença sol ou luminosidade das telas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Apêndice 3 - Tabela das variáveis de qualidade de fruto da cultivar Maxi-Gala sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.

| TRAT. | EXTRA | CAT 1 | CAT 2 | CAT 3 | INDÚSTRIA | LUM (lx.m ²) | FIR (N) | BRIX (%) |
|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|--------------------------|---------|----------|
| AMARELA | 13 | 51 | 22 | 11 | 3 | 1196,75 | 87,36 | 13,1 |
| AZUL | 11 | 53 | 23 | 11 | 2 | 1149,25 | 79,07 | 12,7 |
| VERMELHA | 11 | 51 | 23 | 11 | 4 | 1158,75 | 92,5 | 12,8 |
| PÉROLA | 10 | 52 | 24 | 11 | 3 | 1180,25 | 81,5 | 12,3 |
| CLEAR | 11 | 52 | 23 | 12 | 2 | 1308,25 | 85,29 | 13 |
| MISTA | 10 | 49 | 25 | 13 | 3 | 1165 | 90,09 | 12,6 |
| PRETA | 10 | 47 | 25 | 13 | 5 | 1127 | 83,31 | 12,3 |
| SOL | - | - | - | - | - | 1386,75 | - | - |

EXTRA, CAT1, CAT2, CAT3, INDÚSTRIA: Instrução Normativa Número 05 (IN 05 2006): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. FIR: Firmeza de polpa, BRUX: Sólidos solúveis, LUM: diferença sol ou luminosidade das telas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Apêndice 4 - Tabela das variáveis de vigor de plantas e atividade fisiológica da cultivar Fuji Mishima sob telas com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.

| TRAT. | A.P (m) | ASTT (cm ²) | CEP (%) SOMBRA | A.F (cm ²) | Umidade (%) | LUM (lx.m ²) | SPAD | FOT. LIQ μmol de CO ₂ cm ² / s |
|----------|---------|-------------------------|----------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------|--|
| MISTA | 3,58 | 10,80 | 84, 15 | 1057,50 | 31,8 | 1165,00 | 46,85 | 13,14 |
| AMARELA | 3,51 | 10,65 | 85,29 | 1151,66 | 31,7 | 1196,75 | 47,62 | 12,99 |
| CLEAR | 3,38 | 9,45 | 79,85 | 1112,66 | 31,0 | 1308,25 | 46,63 | 12,64 |
| AZUL | 3,65 | 9,78 | 82,96 | 1078,00 | 29,8 | 1149,25 | 45,90 | 15,57 |
| PRETA | 3,48 | 10,90 | 86,97 | 1118,33 | 31,0 | 1127,00 | 47,12 | 14,15 |
| PÉROLA | 3,69 | 11,11 | 86,05 | 1182,16 | 31,4 | 1180,25 | 48,26 | 11,96 |
| VERMELHA | 3,48 | 10,36 | 85,73 | 1039,00 | 30,6 | 1158,75 | 46,45 | 13,23 |
| SOL | - | - | - | - | - | 1386,75 | - | - |

ASTT: Área seção transversal do tronco, A.P: Altura de planta, CEP (%) SOMBRA: Sombra planta OU porcentagem de sombreamento de copa, UMIDADE: Umidade de folha, A.F: Área foliar, SPAD: atividade de clorofila, LUM: diferença sol ou luminosidade das telas, FOT LÍQ: Fotossíntese líquida.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Apêndice 5- Tabela das variáveis produtivas da cultivar Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.

| TRAT. | FLOR (%) | PROD. EST. (ton/há) | EFIC. PROD. (Kg/cm ²) | MAS. MED. FRT (kg) | LUM (lx.m ²) |
|----------|----------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| MISTA | 65,5 | 66,27 | 2,53 | 0,21 | 1165,00 |
| AMARELA | 56,83 | 79,99 | 3,23 | 0,22 | 1196,75 |
| CLEAR | 65,33 | 83,15 | 3,78 | 0,22 | 1308,25 |
| AZUL | 59 | 71,78 | 3,14 | 0,22 | 1149,25 |
| PRETA | 53,33 | 59,29 | 2,35 | 0,21 | 1127,00 |
| PÉROLA | 54,83 | 65,97 | 2,77 | 0,22 | 1180,25 |
| VERMELHA | 62,83 | 73,76 | 3,22 | 0,2 | 1158,75 |
| SOL | - | - | - | - | 1386,75 |

FLOR (%): Retorno de florada ou Taxa de floração, MAS. MED. FRT: Massa média de frutos, PROD. EST: Produtividade estimada, EFL. PROD: Eficiência produtiva, LUM: diferença sol ou luminosidade das telas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Apêndice 6 - Tabela das variáveis de qualidade de fruto da cultivar Fuji Mishima sob telas antigranizo com e sem fotoconversão no município de São Joaquim/SC.

| TRAT. | EXTRA | CAT 1 | CAT 2 | CAT 3 | INDÚSTRIA | LUM (lx.m ²) | FIR (N) | BRUX (%) |
|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|--------------------------|---------|----------|
| MISTA | 11 | 49 | 23 | 13 | 4 | 1165 | 77,57 | 14,01 |
| AMARELA | 13 | 52 | 22 | 10 | 3 | 1196,75 | 69,27 | 13,98 |
| CLEAR | 12 | 52 | 22 | 10 | 4 | 1308,25 | 68,63 | 14,33 |
| AZUL | 12 | 51 | 23 | 11 | 3 | 1149,25 | 72,88 | 14,48 |
| PRETA | 10 | 47 | 25 | 14 | 4 | 1127 | 70,93 | 13,76 |
| PÉROLA | 13 | 52 | 22 | 10 | 3 | 1180,25 | 72,93 | 14,35 |
| VERMELHA | 13 | 52 | 21 | 10 | 4 | 1158,75 | 74,47 | 14,51 |
| SOL | - | - | - | - | - | 1386,75 | - | - |

EXTRA, CAT1, CAT2, CAT3, INDÚSTRIA: Instrução Normativa Número 05 (IN 05 2006): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. FIR: Firmeza de polpa, BRUX: Sólidos solúveis, LUM: diferença sol ou luminosidade das telas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

