

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

**MILTON CÉSAR COLDEBELLA**

**RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS EM MACIEIRAS  
COBERTAS COM DIFERENTES TELAS ANTIGRANIZO NA  
REGIÃO DE VACARIA, RS.**

**LAGES, SC  
2015**

**MILTON CÉSAR COLDEBELLA**

**RESPOSTA PRODUTIVA E QUALIDADE DE FRUTOS EM  
MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ E ‘FUJI KIKU’ COBERTAS COM  
DIFERENTES TELAS ANTIGRANIZO**

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

Orientador: PhD. Cassandro Vidal Talamini do Amarante

**LAGES, SC  
2015**

Coldebella, Milton César  
Resposta produtiva e qualidade de frutos em  
macieiras 'Maxi Gala' e 'Fuji Kiku' cobertas com  
diferentes telas antigranizo / Milton César  
Coldebella. - Lages, 2015.  
68p. :il. ; 21 cm

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante  
Bibliografia: p. 61-67  
Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. *Malus domestica* a. 2. Sombreamento b.3.  
Qualidade físico-química c. 4. Compostos  
funcionais d.I. Coldebella, Milton César. II.  
Amarante, Cassandro Vidal Talamini  
do.III.Universidade do Estado de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV.  
Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

**MILTON CÉSAR COLDEBELLA**

**RESPOSTA PRODUTIVA E QUALIDADE DE FRUTOS EM  
MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ E ‘FUJI KIKU’ COBERTAS COM  
DIFERENTES TELAS ANTIGRANIZO**

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

**Banca examinadora:**

Orientador:

\_\_\_\_\_  
Prof. PhD. Cassandro Vidal Talamini do Amarante  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro:

\_\_\_\_\_  
Dr. Clenilso Sehnem Mota  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro externo:

\_\_\_\_\_  
Dr. Fernando José Hawerroth  
Embrapa Uva e Vinho

**LAGES, SC 10/07/2015**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, por permitir gozar de mais uma existência em busca do progresso espiritual.

Agradeço imensamente a minha família, meu pai Milton e minha mãe Marilene, minhas irmãs Ana, Valéria e Flávia, minhas tias Maria e Anita, e aos meus dois grandes presentes que ganhei nesse último ano, minhas sobrinhas Amanda e Maria Eduarda. Agradeço por todo apoio, amor, dedicação e carinho despendidos por todos durante estes 24 anos. Amo muito vocês!

Agradeço a todos os meus amigos, pelo companheirismo e apoio. Agradeço especialmente a Aline, Larissa, Paulo, Josiane, Angélica, Raquel, Renata e tantos outros, não menos importantes, que de uma forma ou de outra, às vezes mesmo de longe, deram apoio e suporte durante estes dois anos.

Agradeço a todos os colegas e grandes amigos do laboratório de Fisiologia e Pós-colheita, Aline, Angélica, Francielli, Vinício, Mayara, Mariuccia, Cristina, Crizane, Thalita, Jeferson, Clenilso, Aquidauana, João Cláudio, Érica, Marília, Gabriel, Eduardo e Monica, além de tantos outros, que de uma forma ou de outra, auxiliaram no desenvolvimento do trabalho, que compartilharam gargalhadas, experiências e acima de tudo companheirismo.

Agradeço aos professores Cassandro e Cristiano, pela excelente orientação, pela sabedoria compartilhada, pela paciência e pelo exemplo de profissionalismo e dedicação junto aos seus orientados.

Agradeço a UDESC pelo ensino de qualidade durante estes setes anos nos quais mantenho vínculo com a instituição. Agradeço a todos os professores do programa, que de uma forma ou de outra, ajudaram no meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Agradeço a empresa Rasip por ceder a área e os frutos para a realização do experimento.

Agradeço a Capes, pela concessão da bolsa.

Agradeço a todos que não foram citados, mas que de alguma maneira ajudaram para a conclusão deste projeto.

MUITO OBRIGADO!

*Que sejamos, pois, a transformação que  
queremos ver no mundo!*

Mahatma Gandhi

## RESUMO

COLDEBELLA, Milton César. **Resposta produtiva e qualidade de frutos em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku’ cobertas com diferentes telas antigranizo**. 2015, 85 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área Biologia e Tecnologia Pós-Colheita) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2015.

Este estudo foi conduzido com objetivo de avaliar a influência do uso de telas antigranizo sobre a produção, qualidade físico-química e qualidade funcional em frutos de macieiras cobertas com diferentes telas antigranizo. Foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku8’ sem cobertura e cobertas com telas nas cores branca, preta e vermelha, durante as safras 2013/2014 e 2014/2015, em Vacaria, RS. O uso de tela antigranizo nas cores preta e vermelha ocasionou maior redução na radiação fotossinteticamente ativa em relação a tela branca. A tela preta reduziu a produção em macieiras ‘Maxi Gala’, mas não em macieiras ‘Fuji Kiku 8’. O uso da tela preta em macieiras ‘Maxi Gala’ e de tela vermelha em ‘Fuji Kiku 8’ aumentou o índice iodo-amido dos frutos em relação às plantas descobertas. A tela preta reduziu o acúmulo de sólidos solúveis e a firmeza de polpa em ‘Maxi Gala’, enquanto a tela vermelha diminuiu a firmeza de polpa em maçãs ‘Fuji Kiku 8’. Em ambas as cultivares, o sombreamento ocasionado pela tela preta reduziu a intensidade e a superfície recoberta com vermelho do fruto, enquanto as telas nas cores preta e a vermelha promoveram manutenção da cor de fundo verde. As telas preta e vermelha reduziram o acúmulo de antocianinas e de compostos fenólicos totais na casca de maçã ‘Maxi Gala’ na colheita, mas não em maçãs ‘Fuji Kiku 8’. A atividade antioxidante, quantificada pelo método DPPH, na casca de ambas as cultivares, também foi reduzida com a cobertura do pomar. O uso de tela antigranizo, independente da cor, reduziu o acúmulo de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante na polpa de maçãs ‘Maxi Gala’, principalmente após o armazenamento. Frutos de plantas cobertas com tela branca apresentaram maiores valores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante na casca e polpa de maçãs ‘Fuji Kiku 8’.

em relação aos frutos das telas preta e vermelha e do controle, na colheita e após o armazenamento. A tela branca, em relação as demais, é a mais indicada para a cobertura de pomares de maçã na região de Vacaria, por disponibilizar maior radiação as plantas, afetando em menor grau a produção e a qualidade dos frutos, em ambas as cultivares.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*. Sombreamento. Qualidade físico-química. Compostos funcionais.



## ABSTRACT

COLDEBELLA, Milton Cesar. **Yield and fruit quality of ‘Maxi Gala’ and ‘Fuji Kiku’ apple trees protected by different anti-hail nets.** 2015, 85 f. Dissertation (Master’s in Plant Production – Area: Postharvest Biology and Technology) -Santa Catarina State University. Graduate Programs in Plant Production, Lages, 2015.

This study was carried out to evaluate the effects of apple orchard protection by different anti-hail nets on yield, and physico-chemical and functional quality of the fruits. ‘Maxi Gala’ and ‘Fuji Kiku8’ apple trees were left uncovered, and covered with white, black and red anti-hail nets during the growing seasons of 2013/2014 and 2014/2015, in Vacaria, RS. Black and red nets reduced the photosynthetically active radiation in comparison to white net. Black net reduced yield in ‘Maxi Gala’ but not in ‘Fuji Kiku 8’ apple trees. Black net in ‘Maxi Gala’ and red net in ‘Fuji Kiku 8’ increased the starch-iodine index of the fruit at harvest in comparison to uncovered plants. Black net reduced the soluble solids content and flesh firmness of the fruit at harvest in ‘Maxi Gala’, while the red net reduced flesh firmness of the fruit at harvest in ‘Fuji Kiku 8’. In both cultivars, the shading caused by the black net reduced the red color of the fruit (intensity and surface covered with red color), while black and red nets delayed the loss of green background color of the skin. Black and red nets reduced the contents of anthocyanins and phenolic compounds of the skin in ‘Maxi Gala’ apples but not in ‘Fuji Kiku 8’ apples at harvest. The antioxidant activity assessed by DPPH method in the skin tissue of the fruit in both cultivars was also impaired by protecting the orchard with anti-hail nets. The use of anti-hail nets, regardless of color, reduced the phenolic compounds and antioxidant activity in the pulp tissue of ‘Maxi Gala’ apples, especially after storage. In ‘Fuji Kiku 8’, the orchard protection with white net provided higher values of total phenolic compounds and antioxidant activity, assessed at harvest and after storage in the skin and pulp tissues of the fruit, compared to black net, red net and control. The white net is more suitable for orchard protection in the region of Vacaria than the other

nets, by impairing to a less extent the light supply and, therefore, yield and quality of fruits in both cultivars.

**Key-words:** *Malus domestica*. Shading. Physico-chemical quality. Functional compounds.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 Frutos (A e B), queda de frutos (C) e ramos danificados pela ocorrência de chuvas de granizo em pomares de macieiras no sul do Brasil. .... 18
- Figura 2 Caracterização dos tratamentos a campo. Macieiras descobertas (A) e cobertas com telas antigranizo nas cores branca (B), preta (C) e vermelha (D). Vacaria, RS. .... 26
- Figura 3 - Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) acumulada ao longo do dia, em ambiente aberto (Controle) e sob telas antigranizo nas colorações branca, preta e vermelha. Vacaria, RS. Janeiro/2015. .... 28
- Figura 4 - Coloração nos lados mais (A) e menos expostos a luz (B), em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’, descobertas (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS. Safra 2013/2014. .... 39
- Figura 5- Coloração nos lados mais (A) e menos expostos a luz (B), em frutos de macieiras ‘Fuji Kiku 8’, descobertas (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS. Safra 2014/2015. .... 40
- Figura 6- Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) incidente (A) e acumulada (B) a pleno sol e abaixo de telas antigranizo nas colorações branca, preta e vermelha. .... 50
- Figura 7 – Dados climáticos médios mensais (estação 83919), durante as safras 2013/2014 e 2014/2015. Vacaria –RS. .... 69

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Conteúdo total de clorofila, área e área específica das folhas, em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015. .... 29
- Tabela 2 - Indicadores de produção em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015. .... 31
- Tabela 3 - Atributos de maturação dos frutos na colheita, em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015..... 34
- Tabela 4 – Atributos de cor em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015. .... 36
- Tabela 5 - Antocianinas totais (mg Cianidina 3-glicosídeo 100 g<sup>-1</sup>mf de casca), em maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’ produzidas sem e com cobertura de tela antigranizo coloridas. Safra 2013/2014, Vacaria - RS. .... 51
- Tabela 6 - Compostos fenólicos totais (mg AG 100 g<sup>-1</sup>mf) e atividade antioxidante total (µM Trolox 100 g<sup>-1</sup>mf) determinada pelos métodos ABTS e DPPH, na colheita, nos tecidos de casca e polpa de maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’. Safra 2013/2014, Vacaria – RS..... 54
- Tabela 7 - Compostos fenólicos totais (mg AG 100 g<sup>-1</sup>mf) e atividade antioxidante total (µM Trolox 100 g<sup>-1</sup>mf) determinada pelos métodos ABTS e DPPH, após armazenamento refrigerado + sete dias de prateleira, nos tecidos da casca e polpa de maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku8’. Safra 2013/2014, Vacaria – RS..... 55
- Tabela 8– Coeficientes de correlação de Pearson entre compostos fenólicos totais (CFT), antocianinas (ANT) e atividade antioxidante total quantificada pelos métodos ABTS e DPPH, nas porções casca e polpa, em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, na colheita e após

armazenamento refrigerado, seguido de sete dias de vida de prateleira.  
Safra 2013/2014, Vacaria – RS. .... 58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Absorbância
AAT	Atividade antioxidante total
AG	Ácido Gálico
ANT	Antocianinas
AT	Acidez titulável
ABTS	2,2'-Azinobis (ácido 3-ethylbenzenothiazoline-6-sulfônico)
°Brix	Grau Brix
cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
°C	Grau Celsius
CFT	Compostos fenólicos totais
C.V	Coefficiente de variação
cv.	Cultivar
DFFFA	Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos
DPPH	2-difenil-1-picril hidrazil
g	grama
°h	Ângulo Hue
HCl	Ácido clorídrico
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Persulfato de potássio
mf	Massa fresca
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
<	Menor
mL	Mililitro
µL	Micro litro
mM	Micro molar
µmol	micro mol
N	Normalidade
N	Newton
nm	Nanômetro
p	Probabilidade
%	Porcentagem
rpm	Rotação por minuto
RFA	Radiação fotossinteticamente ativa
RS	Rio Grande do Sul
s	Segundos
SAS	Statistical analysis system
SS	Sólidos solúveis

<i>t</i>	Tempo
UR	Umidade relativa
UV	Ultra-violeta
v	Volume
V	Vermelho
Vd	Vermelho distante

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>2 POTENCIAL PRODUTIVO E QUALIDADE DE FRUTOS EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ E ‘FUJI KIKU 8’ COBERTAS COM TELAS ANTIGRANIZO DE DIFERENTES CORES.....</b>	<b>21</b>
2.1 RESUMO.....	21
2.2 ABSTRACT .....	22
2.3 INTRODUÇÃO.....	23
2.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	24
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
2.6 CONCLUSÕES .....	41
<b>3 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL NOS FRUTOS EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ E ‘FUJI KIKU 8’ COBERTAS COM DIFERENTES TELAS ANTIGRANIZO.....</b>	<b>42</b>
3.1 RESUMO.....	42
3.2 ABSTRACT .....	43
3.3 INTRODUÇÃO .....	44
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.6 CONCLUSÕES .....	59
<b>4 CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>60</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>61</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o 9º produtor mundial de maçãs (*Malus domestica* Borkh) (FAO, 2012), com produção estimada de 1.377.395 toneladas do fruto (IBGE, 2015). Sua produção concentra-se principalmente na região Sul do país, destacando os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Estes dois Estados respondem por cerca de 96,1 % da produção nacional (IBGE, 2015). As principais áreas de plantio de macieira nesses Estados situam-se em regiões de altitude, que propiciam condições climáticas adequadas para a produção e qualidade dos frutos. No entanto, estas mesmas condições favorecem a ocorrência de chuvas de granizo, trazendo prejuízos significativos aos pomares e consequentemente aos produtores (YURI, 2003).

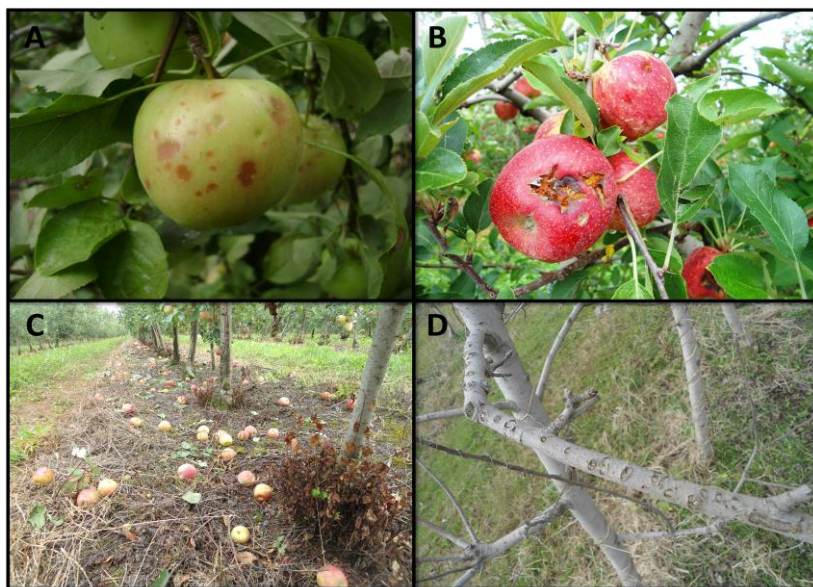
A implantação de cobertura com tela antigranizo sobre o cultivo de macieiras tem ganhado destaque ao redor do mundo por proteger os pomares contra danos ocasionados por granizo (Figura 1), queimadura solar e ataque de insetos-praga (BLANKE, 2007). No entanto, por reduzir a radiação solar incidente sobre as plantas, seu uso pode comprometer a fotossíntese, a produção e a qualidade dos frutos (IGLESIAS e ALEGRE, 2006; AMARANTE et al., 2007; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010).

O uso de cobertura com tela antigranizo tende a influenciar o microclima sobre a cultura, podendo modificar o crescimento e desenvolvimento das plantas (SOLOMAKHIN e BLANKE, 2008; HUNSCHE et al., 2010; BOSCO, 2011). A cobertura do pomar afeta fatores ambientais, principalmente a temperatura e umidade relativa do ar, além da qualidade e quantidade da radiação (IGLESIAS e ALEGRE, 2006). Solomakhin e Blanke (2009) verificaram diminuição em torno de 1,3 °C na temperatura e aumento de cerca de 5 % na umidade relativa (UR) em ambiente sob tela antigranizo. O efeito do sombreamento sobre o microclima do pomar também reduz a temperatura nos frutos, diminuindo a incidência de danos por queimadura por sol (IGLESIAS e ALEGRE, 2006; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2009).

A utilização de tela antigranizo, dependendo da sua coloração e da abertura de malha, altera em diferentes níveis a quantidade e a qualidade da radiação transmitida pelas mesmas (SHAHAK et al., 2004;

AMARANTE et al., 2007). A redução na radiação fotossinteticamente ativa (RFA) devido ao uso de telas antigranizo foi encontrado em pomares de maçãs (AMARANTE et al., 2007, 2009; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010; BASTIAS et al., 2012), assim como redução na radiação ultra-violeta(UV) e na relação vermelho:vermelho distante (V:Vd) (AMARANTE et al., 2007; BASILE et al., 2012; BASTIAS et al., 2012).

Figura 1 - Frutos (A e B), queda de frutos (C) e ramos danificados pela ocorrência de chuvas de granizo em pomares de macieiras no sul do Brasil.



Fonte: produção do próprio autor

A alteração na quantidade e qualidade da luz disponível às macieiras pode resultar em menor coloração vermelha na epiderme dos frutos, uma vez que a síntese de antocianinas é dependente de radiação (AWAD et al., 2001). A redução da radiação pelo uso das telas antigranizo compromete a taxa fotossintética potencial nas plantas (DUSSI et al., 2005; AMARANTE et al., 2007, 2009), reduzindo o direcionamento de fotoassimilados aos frutos, resultando em menor

firmeza e menor acúmulo de sólidos solúveis (SS) na polpa dos frutos (DUSSI et al., 2005; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010; AMARANTE et al., 2011).

Em pomares de macieiras cobertos com tela antigranizo, foi verificado redução na firmeza de polpa dos frutos em ‘Gala’ sob tela branca em relação a área descoberta (AMARANTE et al., 2011), e maior comprometimento na coloração vermelha dos frutos em ‘Fuji’ coberta com tela preta em relação a tela branca (AMARANTE et al., 2007, 2009). No entanto, Bosco et al. (2014), em macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ cobertas com tela preta, na região de Vacaria – RS, não observou comprometimento da coloração e nas características organolépticas dos frutos.

Além de reduzir as propriedades organolépticas em frutos de maçãs, o uso de tela antigranizo também pode afetar as propriedades funcionais dos frutos (BASILE et al., 2012; BASTIAS et al., 2012). As propriedades funcionais em frutos de maçãs estão ligadas principalmente a concentração de compostos fenólicos, como flavonóides, ácido clorogênico, procianidinas, antocianinas, dentre outros, os quais podem ajudar a prevenir contra doenças crônicas ocasionadas pela oxidação de moléculas do organismo humano.

A redução na disponibilidade de luz além de reduzir o acúmulo de antocianinas na epiderme, também compromete o acúmulo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante nos frutos (AWAD et al., 2001; DROGOUDI e PANTELIDIS, 2011; GONZÁLES-TALICE et al., 2013)

A síntese e acúmulo de certos compostos fenólicos é variável entres os tecidos do fruto (AWAD et al., 2000; LATA et al., 2009). Maior quantidade de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante são encontrados na casca em relação à polpa dos frutos, sendo que estes também são dependentes da espécie e cultivar avaliada (LATA, 2008; LATA et al., 2009; VIEIRA et al., 2012).

Nos últimos anos, têm surgido novas tecnologias para melhorar a qualidade da radiação transmitida pelas telas antigranizo, uma vez que o uso dessa além de reduzir, também altera o espectro da radiação que chega ao dossel (SHAHAK et al., 2004, 2008). As telas foto seletivas (coloridas) alteram o espectro da radiação solar transmitida, objetivando aumentar a eficiência fotossintética das culturas, trazendo benefícios à qualidade dos frutos.

Segundo um fabricante de telas antigranizo (Chromatinet<sup>®</sup>), a tela foto seletiva vermelha reduz os comprimentos de onda nas faixas do

azul, verde e amarelo, e aumenta nas faixas do vermelho (V) e vermelho distante (Vd). O que resultando em precocidade de produção, aumenta vigor a plantas e o tamanho dos frutos, além de melhorar o sabor destes. No entanto, atrelada a essa tecnologia, podem ocorrer aumentos nos preços pagos por metro quadrado (m<sup>2</sup>) de malha, aumentando consideravelmente os custos de implantação da cobertura antigranizo ao produtor.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção, a qualidade físico-química e de compostos funcional dos frutos, em macieiras 'Maxi Gala' e 'Fuji Kiku 8' cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações, na região de Vacaria – RS.

## 2 POTENCIAL PRODUTIVO E QUALIDADE DE FRUTOS EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ E ‘FUJI KIKU 8’ COBERTAS COM TELAS ANTIGRANIZO DE DIFERENTES CORES

### 2.1 RESUMO

A cobertura com telas é uma alternativa segura contra danos causados pelo granizo aos pomares de maçãs. No entanto, seu uso pode ocasionar efeitos negativos à qualidade dos frutos. Este estudo foi conduzido com objetivo de avaliar a produção e a qualidade dos frutos de macieiras cobertas com diferentes telas antigranizo. Foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku8’, não cobertas e cobertas com tela antigranizo nas cores branca, preta e vermelha, durante os ciclos produtivos 2013/2014 e 2014/2015, em Vacaria-RS. O uso de telas antigranizo promoveu a redução da radiação fotossinteticamente ativa, sendo mais acentuada nas telas preta e vermelha em relação a área descoberta. O efeito do sombreamento ocasionado pelas telas antigranizo na produção e qualidade dos frutos foi variável conforme o ciclo produtivo avaliado. O maior sombreamento ocasionado pela tela preta reduziu a produção, bem como os valores de sólidos solúveis e firmeza de polpa nos frutos da ‘Maxi Gala’. A tela vermelha reduziu a firmeza de polpa em maçãs ‘Fuji Kiku 8’. A cobertura das plantas com tela preta em ‘Maxi Gala’, e com tela vermelha em maçãs ‘Fuji Kiku 8’, aumentou o índice de iodo-amido nos frutos. A coloração vermelha de frutos foi comprometida pela cobertura das plantas, principalmente pela tela preta, em ambas as cultivares.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*. Cor de fruto. Características físico-químicas. Sombreamento.

## **PRODUCTION POTENTIAL AND FRUIT QUALITY OF APPLE TREES ‘MAXI GALA’ AND ‘FUJI KIKU 8’ PROTECTED BY DIFFERENT HAIL NETS**

### 2.2 ABSTRACT

Coverage with hail nets is a safe alternative against damage caused by hail to apple orchards. However, its use can cause negative effects on fruit quality. This study was conducted to evaluate yield and fruit quality of apple trees covered with different hail nets. ‘Maxi Gala’ and ‘Fuji Kiku8’ apple trees were uncovered and covered with white, black and red colors hail nets during the growing season of 2013/2014 and 2014/2015, in Vacaria-RS. The use of hail nets caused a reduction of photosynthetically active radiation, being more pronounced in black and red nets compared to the uncovered area. The effect of shading caused by hail protection nets on yield and fruit quality was variable according to growing season. The more substantial shading caused black net reduced yield, as well as soluble solids and flesh firmness of the fruits in ‘Maxi Gala’. The red net reduced the flesh firmness in ‘Fuji Kiku 8’ apples. Covering the plants with black net in ‘Maxi Gala’, and with red net in ‘Fuji Kiku 8’, increased starch index content of the fruit. The red color of fruits was hampered by covering the plants, especially with the black net in both cultivars.

**Key-words:** *Malus domestica*. Fruit color. Physico-chemical characteristics. Shading.

## 2.3 INTRODUÇÃO

O aumento da ocorrência de granizo, possivelmente influenciado pelas mudanças climáticas, requer o uso de medidas que minimizem os prejuízos ocasionados aos pomares (BLANKE, 2007). A região Sul do Brasil tem registrado o fenômeno com frequência, principalmente em regiões de altitude, onde se encontram as principais áreas de cultivo e produção de maçãs do país (YURI, 2003).

O uso de telas antigranizo é o método mais seguro e eficaz de proteção ao granizo (POLDERVAART, 2006). Seu uso tem se popularizado mundialmente, não somente por proteger contra o granizo, mas também por oferecer proteção contra o ataque de insetos pragas e pássaros (BLANKE, 2007; TASIN et al., 2008; AMARANTE et al., 2011), além de minimizar os danos de queimaduras por sol e ocorrência de “russeting” nos frutos (AMARANTE et al., 2007, 2009). Contudo, o emprego de tela antigranizo sobre o sistema de cultivo pode ocasionar efeitos indesejados na produtividade e qualidade dos frutos de maçãs, além de alterar a fisiologia da planta.

A luz é um dos principais fatores que afetam a síntese de antocianinas e, conseqüentemente, o desenvolvimento de coloração vermelha em maçãs (UBI, 2004). O sombreamento ocasionado pelo seu uso pode reduzir a coloração dos frutos, um dos principais atributos determinante do valor de venda dos frutos (AMARANTE et al., 2007, 2009). Também pode reduzir a firmeza de polpa, diminuindo o seu potencial de armazenamento (DUSSI et al., 2005; AMARANTE et al., 2011), assim como reduzir o acúmulo de sólidos solúveis na polpa dos frutos (SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010). Alguns autores também relatam efeito sobre o aumento no crescimento vegetativo das plantas, sobre a diminuição na produtividade e também sobre o aumento no tamanho e massa média dos frutos (SOLOMAKHIN e BLANKE, 2009; BASTIAS et al., 2012).

Os efeitos negativos do sombreamento ocasionado pelas telas antigranizo podem ser minimizados, dependendo do tipo de malha utilizado, da abertura de orifício e da coloração na qual a tela é confeccionada (STAMPS, 2009; BASILE et al., 2012). Nos últimos anos, novas tecnologias em cobertura de pomares têm sido lançadas em substituição as tradicionais telas pretas e branca. As telas coloridas, foto seletivas, apresentam capacidade de modificar a qualidade da luz

transmitida ao dossel, em adição a função básica de proteção, promovendo benefícios as respostas fisiológicas e aumentando a eficiência de processos dependentes de luz (SHAHAK et al., 2004, 2008).

O uso de clones mutantes, com maior coloração vermelha dos frutos, sobre portaenxerto anão, aliado ao manejo e condução adequada do pomar, possibilitando maior penetração de luz no dossel das plantas, são alternativas sugeridas por Amarante et al. (2009) para minimizar o comprometimento da qualidade em frutos, produzidos sob tela antigranizo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes cores de telas antigranizo em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, ambas mutações com alta coloração vermelha na epiderme, sobre a produção e a qualidade dos frutos.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em pomar comercial localizado em Vacaria, Estado do Rio Grande do Sul (28° 44’S, 50° 85’W), com altitude de 971, durante dois ciclos produtivos (2013/2014 e 2014/2015). Foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’ com quatro anos de idade, sobre portaenxerto M9, conduzidas em líder central, em sistema de alta densidade, com espaçamento de 3,5x0,8 m.

Os tratamentos para as duas cultivares consistiram em plantas sem cobertura (controle) e plantas cobertas com telas antigranizo nas cores branca, preta e vermelha (Figura 1). As telas branca e preta apresentavam abertura de malha de 4x7 mm, com nível de sombreamento de 9% e 18%, respectivamente, enquanto a tela vermelha apresentava abertura de malha de 2,1x5,3 mm e nível de sombreamento entre 18-20%. As telas foram montadas ao longo da linha de plantio, na orientação norte-sul, no formato de cobertura de duas águas, a quatro metros do solo, com 45° de inclinação. As plantas permanecem cobertas durante todo o ciclo (dormência e período vegetativo).

O delineamento experimento foi em blocos ao acaso, com cinco repetições, onde cada planta representou uma repetição, para ambas as cultivares. Nestas plantas foram avaliados densidade floral, frutificação



efetiva, teor de clorofilas, área foliar média, produção e qualidade dos frutos.

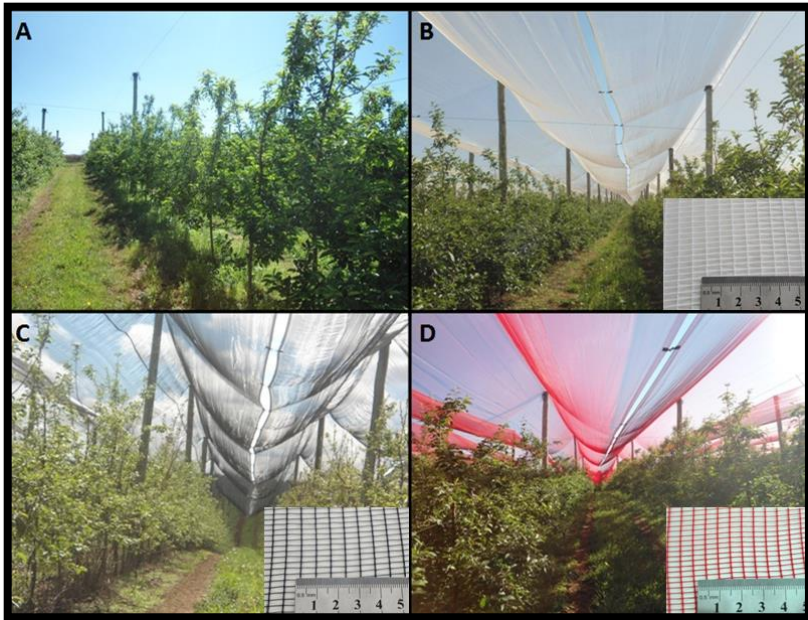
Em cada planta, foram utilizados dois ramos laterais, na altura mediana do dossel, nos quais foi aferido o diâmetro de ramo logo acima da região de inserção do mesmo ao tronco, com auxílio de um paquímetro analógico. Nesses mesmos ramos foram contados o número de cachos florais na plena floração e o número de frutos antes da colheita comercial.

A densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA= 400-700nm;  $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi quantificada com auxílio de sensor LI-190SA Line Quantum, conectado a um datalogger LI-1400 (Li-Cor Inc., Lincoln, Nebraska, EUA), entre 07 h e 20 h, em intervalos de uma hora, em um dia típico de verão (06/01/2015) para as condições de altitude no Sul do Brasil, quando pode ocorrer a presença de nuvens, principalmente no início da manhã. Neste mesmo dia, foram coletadas 20 folhas por planta, para quantificação do conteúdo total de clorofilas (índice SPAD; utilizando leitor portátil de clorofilas SPAD-502), área foliar ( $\text{cm}^2$ ; com integrador de área foliar LI-COR, modelo LI-3050A), matéria seca (g; após a secagem durante 72 h a 65 °C, até atingir massa constante) e área específica ( $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) das folhas.

Na colheita comercial, durante os dois ciclos de execução do estudo, todos os frutos das cinco plantas foram colhidos, contados e pesados para determinação de produtividade e massa fresca média dos frutos. Foram selecionados 20 frutos, de cada repetição, com tamanho uniforme, para avaliação da cor, firmeza de polpa, índice de iodo-amido, número de sementes, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS). No primeiro ciclo produtivo (2013/2014) os frutos de maçãs 'Fuji Kiku 8', foram colhidos aleatoriamente entre as plantas, para cada tratamento, em função da irregularidade de produção para a referida safra nesta cultivar.

A percentagem de cor vermelha foi determinada por meio de análise subjetiva da superfície dos frutos recoberta com cor vermelha. A determinação da cor da epiderme foi efetuada com colorímetro Minolta, modelo CR 400, sendo as leituras realizadas nas regiões mais e menos vermelhas do fruto, correspondendo às regiões mais e menos expostas à radiação, e os resultados expressos em ângulo *hue* ( $h^\circ$ ), o qual define a coloração básica, sendo que  $0^\circ$  = vermelho,  $90^\circ$  = amarelo e  $180^\circ$  = verde.

Figura 2- Caracterização dos tratamentos a campo. Macieiras descobertas (A) e cobertas com telas antigranizo nas cores branca (B), preta (C) e vermelha (D). Vacaria, RS.



Fonte: produção do próprio autor.

A firmeza de polpa (N) foi determinada com o auxílio de penetrômetro automático (GÜSS Manufacturing Ltd., África do Sul), equipado com ponteira de 11 mm de diâmetro, em duas regiões opostas, na porção equatorial dos frutos, após remoção de uma fina camada da epiderme. O teste de iodo-amido foi determinado por meio da comparação do escurecimento da metade peduncular dos frutos, tratada com solução de iodo, em uma escala de 1 a 5, onde o índice 1 indica o teor máximo de amido e o índice 5 representa o amido totalmente hidrolisado.

Os valores de AT (% de ácido málico) foram obtidos por meio de uma amostra de 5mL de suco dos frutos, diluídos em 45mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1, utilizando titulador automático TitroLine® easy (Schott Instruments, Alemanha). Os teores de SS (°Brix) foram determinados com uma alíquota de suco

obtida pelo processamento dos frutos, em refratômetro digital, modelo PR201 $\alpha$  (Atago, Tóquio, Japão).

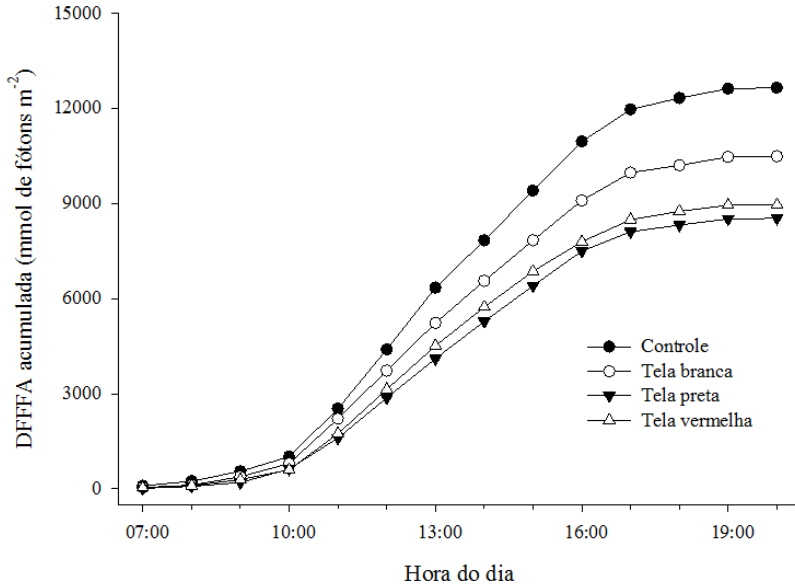
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa SAS (SAS Institute, 2002).

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de telas antigranizo sobre o pomar reduziu a DFFFA ao longo do dia, quando comparado a área descoberta (Figura 2). A tela preta ocasionou maior redução na DFFFA em relação ao controle (32,5%), seguido das telas vermelha (29,2%) e branca (17,0%). O maior aumento na DFFFA acumulada ocorreu a partir das 10:00h, devido a presença de nebulosidade, o que é característico da região durante o início da manhã nos dias de verão em janeiro.

Redução na DFFFA sob telas antigranizo também foi reportada por outros autores (MIDDLETON e McWATERS, 2002; AMARANTE et al., 2007, 2009; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2009). Amarante et al. (2007), avaliando a radiação em um dia típico de verão, sem nuvens, nas condições do Sul do Brasil, verificaram redução na DFFFA sob tela antigranizo preta em torno de 24,8%, em relação a área descoberta. No presente trabalho foi verificada redução de 32,5% na DFFFA sob tela preta em relação ao controle, devido à presença de nebulosidade. Iglesias e Alegre (2005), verificaram diferença na diminuição da DFFFA sob tela preta, sendo de 25% a 50% em dias de céu aberto e nublado, respectivamente, em relação a área descoberta.

Figura 3 - Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) acumulada ao longo do dia, em ambiente aberto (Controle) e sob telas antigranizo nas colorações branca, preta e vermelha. Vacaria, RS. Janeiro/2015.



Fonte: produção do próprio autor.

O sombreamento ocasionado pelo emprego de telas antigranizo aumentou o teor de clorofila e a área específica nas folhas de maceiras 'Maxi Gala', na safra 2013/2014. Contudo, no segundo ano de avaliação, não houve diferença entre tratamentos para o teor de clorofila foliar, já a área foliar específica foi menor sob tela branca (Tabela 1).

Tabela 1- Conteúdo total de clorofila, área e área específica das folhas, em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015.

Tela de cobertura	Clorofila (Índice SPAD)		Área foliar (cm <sup>2</sup> )		Área foliar específica (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	
	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015
‘Maxi Gala’						
Controle	47,6b	48,2 <sup>ns</sup>	30,6 <sup>ns</sup>	32,4 <sup>ns</sup>	103,0b	117,5a
Branca	50,7a	52,6	30,8	36,2	108,9ab	105,7b
Preta	51,8a	49,6	28,7	37,1	112,5ab	114,4ab
Vermelha	50,9a	49,2	32,2	37,3	123,0a	116,5ab
C.V.(%)	2,8	5,4	10,9	10,2	7,6	5,3
‘Fuji Kiku 8’						
Controle	49,3 <sup>ns</sup>	49,5c	27,1 <sup>ns</sup>	25,6 <sup>ns</sup>	104,4a	126,6a
Branca	48,8	51,6b	29,4	25,5	83,7b	114,3b
Preta	48,8	53,7a	32,7	26,0	98,5a	121,4ab
Vermelha	50,8	51,3bc	29,6	24,6	96,2ab	127,9a
C.V.(%)	4,6	2,0	10,5	8,5	7,1	4,8

ns: não significativo. \*Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Macieiras ‘Fuji Kiku 8’ não apresentaram diferenças no teor foliar de clorofilas entre coberturas, na safra 2013/2014. Porém, na safra seguinte, a cobertura do pomar, com as telas branca e preta, aumentou o teor de clorofila nas folhas, principalmente quando cobertas com tela preta. A área foliar específica foi menor em macieiras sob tela branca, nas duas safras. A área foliar média não foi afetada pelos tratamentos, em ambas as cultivares, durante os dois anos de avaliação (Tabela 1).

Folhas de macieiras expostas ao sol, sem cobertura antigranizo, tendem a serem mais espessas, com epiderme mais grossa, além de apresentarem uma camada extra de células paliçádicas, em relação a folhas sombreadas sob tela (SOLOMAKHIN E BLANKE 2009). O aumento no teor de clorofila e nos valores de área foliar específica pode ser resultado da adaptação das plantas ao sombreamento ocasionado pela tela, buscando aumentar a eficiência na captação da radiação ao longo do mesófilo foliar (DUSSI et al., 2005; AMARANTE et al., 2009).

O sombreamento provocado pelo uso de telas antigranizo não afetou o número de cachos florais, o número de frutos e nem a produtividade (g de fruto  $\text{cm}^2$  de ramo) em macieiras ‘Maxi Gala’ durante a safra 2013/2014 (Tabela 2). Já no segundo ano de avaliação, o emprego de tela antigranizo preta e vermelha reduziu o número de cachos florais e o número de frutos, reduzindo conseqüentemente à produtividade (g de fruto  $\text{cm}^2$  de ramo).

Macieiras ‘Fuji Kiku 8’ apresentaram irregularidade na produção durante os dois ciclos produtivos avaliados. Durante a safra 2013/2014, houve baixa produção de cachos florais e frutos, principalmente em macieiras protegidas com tela. Na safra seguinte, as macieiras normalizaram a produção. No entanto, macieiras descobertas e cobertas com tela antigranizo preta apresentaram maior número de frutos e, conseqüentemente, maior produção (g de fruto  $\text{cm}^2$  de ramo) em relação a macieiras cobertas com telas branca e vermelha. O número de cachos florais e o peso médio de frutos não foram afetados com o uso de telas antigranizo (Tabela 2).

Tabela 2 - Indicadores de produção em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015.

Tela de cobertura	Número de cachos florais cm <sup>-2</sup> de seção transversal de ramo		Número de frutos cm <sup>-2</sup> de seção transversal de ramo		Massa fresca média de fruto (g)		Produção (g de fruto cm <sup>-2</sup> de seção transversal de ramo)	
	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015
‘Maxi Gala’								
Controle	12,7 <sup>ns</sup>	9,9a*	3,1 <sup>ns</sup>	2,3a	126,9b	120,3 <sup>ns</sup>	378,8 <sup>ns</sup>	277,1a
Branca	8,1	5,7ab	2,6	1,5ab	142,3a	136,8	414,3	224,5ab
Preta	7,2	1,2b	2,6	0,3b	133,3ab	148,5	346,8	41,7b
Vermelha	6,3	1,3b	3,5	0,7b	134,0ab	131,1	471,2	91,5ab
C.V.(%)	54,2	70,9	24,3	71,1	4,2	20,3	22,6	63,1
‘Fuji Kiku 8’								
Controle	2,0 <sup>ns</sup>	4,1 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	1,4ab	197,3 <sup>ns</sup>	162,5 <sup>ns</sup>	63,4 <sup>ns</sup>	228,9ab
Branca	0,1	3,3	0,0	1,0b	147,2	165,1	0,0	164,2b
Preta	0,0	3,9	0,0	2,0a	180,3	152,8	0,0	298,9a
Vermelha	0,0	2,2	0,0	1,0b	209,2	156,6	0,0	162,0b
C.V.(%)	221,4	39,5	318,8	26,7	25,9	6,5	324,5	25,3

ns: não significativo.\*Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Os frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com tela antigranizo, especialmente sobre tela branca, apresentaram maior massa fresca média por fruto em relação a macieiras descobertas na safra 2013/2014. Contudo, não diferiram significativamente entre os tratamentos durante a segunda safra de avaliação (Tabela 2). A maior massa fresca de frutos pode ser resultado da maior taxa de crescimento absoluto de fruto (BASTIAS et al. 2012), determinada pelo número total de células durante a fase de divisão celular do fruto (STANLEY et al. 2000). Macieiras ‘Fuji Kiku 8’ não apresentaram diferenças significativas, em ambas as safras, quanto a massa fresca média dos frutos.

O emprego de tela antigranizo pode ser uma barreira para a polinização entomófila em pomares de maçãs (LEITE et al., 2002). No entanto, o número de sementes nos frutos não foi afetado pela cobertura do pomar no presente trabalho (Tabela 3), sugerindo que não ocorreu interferência na atividade das abelhas durante o período de florescimento das plantas.

Frutos de macieiras cobertas com telas antigranizo, de ambas as cultivares, apresentam maiores valores no índice de iodo-amido (Tabela 3). Comportamento semelhante também foi verificado por Amarante et al. (2011), onde frutos de macieiras ‘Gala’ cobertas com tela branca, no Sul do Brasil, apresentaram aumento no índice iodo-amido em relação a frutos de plantas descobertas.

O uso de tela antigranizo preta reduziu o teor de SS em maçãs ‘Maxi Gala’ nas duas safras, em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). Resultados semelhantes também foram encontrados por outros autores (DUSSI et al., 2005; IGLESIAS e ALEGRE, 2006; AMARANTE et al., 2011). A menor fotossíntese em macieiras sob tela antigranizo preta (AMARANTE et al., 2007), pode resultar em menor acúmulo de carboidratos e, conseqüentemente, menos teor de SS nos frutos. Contudo, frutos de macieiras ‘Fuji Kiku 8’ não cobertas com tela antigranizo apresentaram menores teores de SS durante a safra 2013/2014, o que pode ser resultado da baixa carga de frutos na referida safra, e também, por as plantas controle estarem localizadas em área marginal de baixada no pomar.

No segundo ano de avaliação (2014/2015), maçãs ‘Fuji Kiku 8’ não apresentaram diferença entre as coberturas no teor de SS. Amarante et al. (2011) e Bosco et al. (2014) também não encontraram diferença nos teores de SS nos frutos quanto ao uso ou não de telas sobre o pomar. O maior período de desenvolvimento dos frutos em clones de ‘Fuji’ no



campo, comparado a clones de ‘Gala’, pode ter minimizado a diferença no acúmulo de carboidratos pela planta entre os tratamentos.

A AT se manteve maior em frutos de macieiras não cobertas na safra 2013/2014, para ‘Maxi Gala’, e na safra 2014/2015 para ‘Fuji Kiku 8’. Resultados similares foram encontrados por Solomakhin e Blanke (2010), onde maçãs ‘Pinova’ e ‘Fuji’ de plantas não cobertas com tela antigranizo apresentaram maior AT. Nos demais anos, em ambas as cultivares, não houve diferença na AT dos frutos entre os tratamentos (Tabela 3). Vários autores também não encontraram diferença entre o uso ou não de cobertura, sobre a AT dos frutos (IGLESIAS e ALEGRE, 2006; AMARANTE et al., 2011; BOSCO et al., 2014).

A firmeza de polpa foi bastante prejudicada durante o ciclo produtivo 2013/2014 em macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com telas antigranizo nas cores preta e vermelha. Nesta mesma cultivar, no segundo ciclo produtivo 2014/2015, a cobertura com tela antigranizo branca apresentou menores valores na firmeza de polpa quando comparada aos demais tratamentos (Tabela 3). Para macieiras ‘Fuji Kiku 8’, no primeiro ano de avaliação, os frutos produzidos sob tela vermelha apresentaram menor firmeza de polpa. Contudo, no segundo ano, o sombreamento ocasionado pelas três telas reduziu a firmeza de polpa em relação ao controle, trazendo maiores prejuízos, principalmente em frutos produzidos sob tela preta.

Redução na firmeza de polpa também foi relatada em maçãs ‘Fuji’ sob tela preta (DUSSI et al., 2005) e sob tela preta-verde e preta-vermelha (SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010) e em maçãs ‘Gala’ sob tela branca (AMARANTE et al., 2011). A redução de luz ocasionada pelo uso de telas antigranizo pode levar a má formação da parede celular e aumentar o influxo de água no córtex, levando a menor firmeza de polpa aos frutos (DUSSI et al., 2005).

A coloração dos frutos em ‘Maxi Gala’ foi comprometida pelo emprego de tela antigranizo durante a safra 2013/2014. As telas branca e vermelha reduziram a porcentagem de superfície do fruto recoberta com coloração vermelha. Já a tela preta, além de apresentar maior redução na área do fruto recoberta com coloração vermelha em relação aos demais tratamentos, também reduziu a intensidade da coloração vermelha da epiderme, verificada pelo maior valor de  $h^\circ$  no lado mais exposto a luz (Tabela 4). Na segunda safra, os frutos produzidos sob tela antigranizo vermelha, apresentaram maior área de epiderme recoberta com vermelho em relação às demais telas e ao tratamento controle.

Tabela 3 - Atributos de maturação dos frutos na colheita, em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015.

Tela de cobertura	Número de sementes		Iodo-amido (1-5)		Sólidos solúveis (°Brix)		Acidez titulável (% de ácido málico)		Firmeza de polpa (N)	
	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015
‘Maxi Gala’										
Controle	6,0 <sup>ns</sup>	5,3 <sup>ns</sup>	1,20b	1,35 <sup>ns</sup>	10,3a	10,0ab	0,46a	0,40 <sup>ns</sup>	102,5a	90,9a
Branca	6,1	4,5	1,43ab	1,50	9,9ab	9,9ab	0,40ab	0,44	101,6a	86,7b
Preta	5,6	5,6	1,64a	1,41	9,3b	9,3b	0,41ab	0,43	94,6b	89,1ab
Vermelha	5,6	4,8	1,48ab	1,41	10,0ab	10,2a	0,38b	0,44	96,9b	91,3a
C.V.(%)	6,2	18,7	47,7	41,2	3,6	3,5	6,6	14,6	10,6	9,8
‘Fuji Kiku 8’										
Controle	6,4 <sup>ns</sup>	6,4 <sup>ns</sup>	4,33 <sup>ns</sup>	4,03b	14,8c	13,8 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,46a	77,9a	73,2a
Branca	6,7	6,6	4,55	4,08ab	16,6a	13,9	0,48	0,39b	77,2a	69,1b
Preta	6,5	6,2	4,50	4,14ab	16,4ab	12,7	0,55	0,39b	77,7a	67,1c
Vermelha	6,6	7,1	4,45	4,29 <sup>a</sup>	15,2bc	13,8	0,51	0,37b	71,6b	69,2b
C.V.(%)	7,9	13,2	10,1	10,3	3,5	4,1	11,6	6,8	15,0	9,1

ns: não significativo. \*Valores seguidos por letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A diferença de cobertura e na intensidade da coloração vermelha entre as duas safras pode ser explicada pela diferença nas condições climáticas durante os dois ciclos. Durante a safra 2014/2015, a temperatura máxima e média foram menores, além de apresentar aumento na nebulosidade e redução da radiação em relação a safra 2013/2014, no período próximo a colheita para a cultivar 'Maxi Gala' (Anexo 1), o que pode ter prejudicado o acúmulo de antocianinas principalmente para o tratamento controle.

Maçãs 'Fuji Kiku 8' produzidas sob tela vermelha mostraram diminuição na superfície vermelha do fruto em relação as demais telas, na safra 2013/2014. No entanto, na safra seguinte, maçãs produzidas sob tela vermelha apresentaram valores próximos as de plantas sem cobertura, sendo que o uso de telas branca e preta ocasionaram maior redução na coloração vermelha dos frutos (Tabela 4). O uso de tela antigranizo sobre o pomar aumentou o  $h^\circ$  na epiderme, principalmente em frutos produzidos sob tela preta durante a safra 2014/2015, indicando menor intensidade na coloração vermelha. Contudo, na safra 2013/2014, não houve diferença significativa entre os tratamentos no  $h^\circ$  da epiderme.

A redução da coloração vermelha em maçãs produzidas sob telas antigranizo confirma resultados obtidos por outros autores (DUSSI et al., 2005; AMARANTE et al., 2007, 2009; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010). No entanto, em estudo realizado com maçãs 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' no Sul do Brasil, Bosco et al. (2014) não verificaram mudanças na coloração dos frutos quando produzidos sob tela preta.

A luz é um dos principais fatores que afetam a síntese de antocianinas e, conseqüentemente, o desenvolvimento de coloração vermelha em maçãs (UBI, 2004). Amarante et al. (2007) verificaram redução na quantidade e na qualidade de luz disponibilizada ao interior do dossel, em macieiras protegidas com tela antigranizo preta. Os menores valores de intensidade de luz nos comprimentos de onda UV, azul, verde e vermelho, assim como menor valor da relação V:Vd, podem reduzir a síntese de antocianinas nos frutos (AWAD et al., 2001; AMARANTE et al., 2007).

Tabela 4 – Atributos de cor em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, sem cobertura (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS, safras 2013/2014 e 2014/2015.

Tela de cobertura	Cor vermelha (%)		Coloração da epiderme (h°)			
			Lado menos exposto a luz		Lado mais exposto a luz	
	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015
‘Maxi Gala’						
Controle	82,4a	42,1b	94,0b	99,0 <sup>ns</sup>	29,8b	40,7 <sup>ns</sup>
Branca	67,1b	48,4b	99,1ab	96,2	31,5ab	46,8
Preta	56,3c	46,2b	101,8a	94,7	34,4a	35,9
Vermelha	66,6b	58,3a	99,2ab	91,0	33,9ab	36,1
C.V.(%)	18,5	44,6	2,7	5,1	5,8	23,6
‘Fuji Kiku 8’						
Controle	72,6a	64,1a	91,7ab	84,4b	37,6 <sup>ns</sup>	37,7b
Branca	73,0a	53,1b	87,4b	93,8ab	44,0	42,3ab
Preta	69,4ab	42,7c	87,4b	99,1a	40,3	51,1a
Vermelha	65,9b	58,9ab	94,0a	94,7a	41,7	42,8ab
C.V.(%)	22,2	30,4	2,3	4,7	8,4	9,4

ns: não significativo. \*Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Durante o segundo ano de avaliação, o uso de tela vermelha sobre macieiras ‘Maxi Gala’ aumentou a porcentagem de superfície do fruto recoberta com vermelho, sobressaindo-se aos demais tratamentos, inclusive ao controle. O  $h^\circ$  na epiderme, no lado mais exposto a luz, foi menor em frutos produzidos sob tela vermelha e preta, indicando maior intensidade na coloração vermelha, porém não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

A menor coloração vermelha em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ não protegidas com tela antigranizo no presente trabalho pode ser resultado das condições edafoclimáticas em que estas plantas se encontravam. Para viabilizar a realização do experimento foi necessário adaptá-lo a situação da empresa onde foi desenvolvido. As plantas do tratamento controle estavam localizadas em uma área de baixada, ficando expostas à maior umidade do solo em relação aos demais tratamentos. Diversos fatores, como luz, temperatura, manejo do pomar e condições de solo podem ter efeito sobre a síntese de antocianinas (UBI, 2004). Saure (1990) relata que em áreas e anos com menor disponibilidade hídrica, parece ocorrer maior formação de antocianinas na epiderme de frutos. Isto pode ser confirmado com estudo sobre o efeito de irrigação em maçãs ‘Braeburn’, onde frutos de plantas não irrigadas apresentaram maior coloração vermelha na epiderme (KILILI et al., 1996).

O uso de tela antigranizo reduziu a degradação de clorofila nos frutos (Tabela 4). Frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ cobertas com tela antigranizo preta preservaram a cor de fundo verde mais intensa em relação aos demais tratamentos, na safra 2013/2014, verificado pelo maior valor de  $h^\circ$  na epiderme do lado menos exposto a luz. Já em macieiras ‘Fuji Kiku 8’, a tela vermelha reduziu a degradação de clorofila nas duas safras, enquanto a tela preta manteve maiores valores no  $h^\circ$  somente no segundo ano de avaliação.

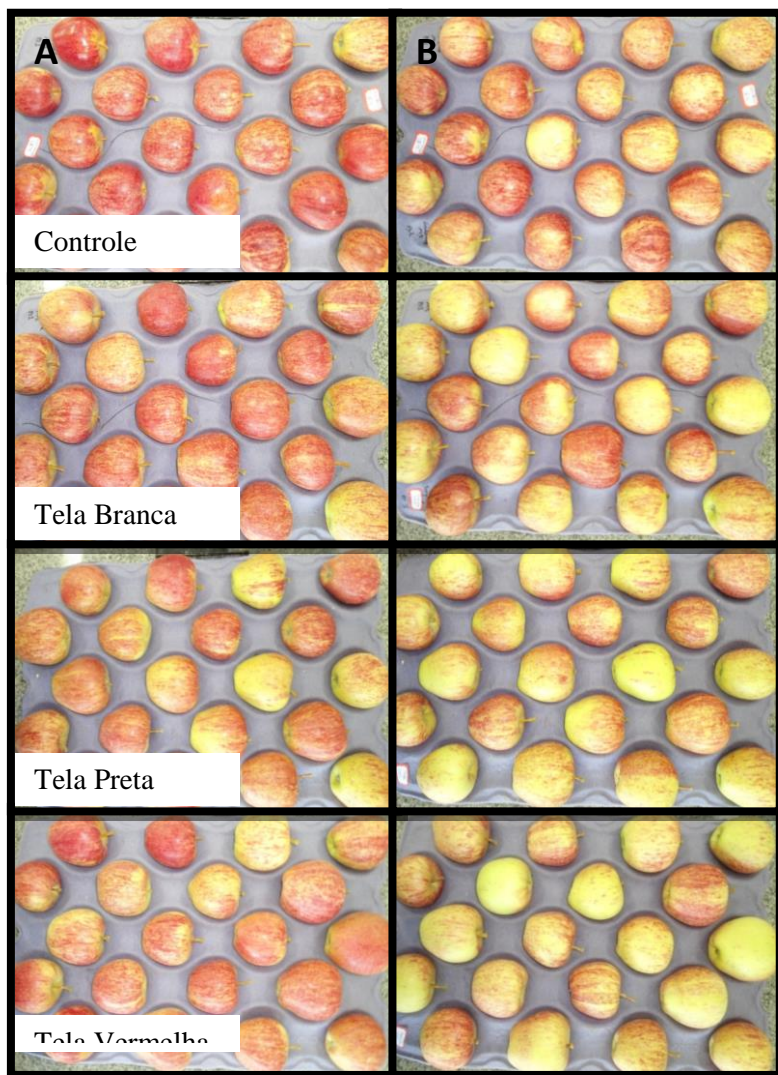
A preservação da cor de fundo verde em frutos de macieiras cobertas com telas antigranizo também foi verificada por outros autores (AMARANTE et al., 2007, 2009; SOLOMAKHIN e BLANKE 2010). Amarante et al. (2011) destacam que a preservação da coloração verde e o menor desenvolvimento de cor vermelha nos frutos de plantas cobertas com telas podem causar problemas na identificação dos frutos a serem colhidos, haja visto que as cores de fundo (menos verde) e a superfície vermelha (mais intensa) são normalmente utilizados pelos funcionários de campo para esse fim. Assim, o fruto pode estar no estágio de maturação adequado para colheita, porém não ser colhido por

não apresentar coloração correspondente ao ponto de colheita. Esses frutos serão colhidos sobremaduros, com menor firmeza de polpa, reduzindo sua conservação pós-colheita.

A maior disponibilidade de radiação beneficia a produção, o desenvolvimento de coloração vermelha, e os maiores valores teor de SS e firmeza de polpa nos frutos (LEITE et al., 2002; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2009; AMARANTE et al., 2011). O adequado manejo das plantas sob telas antigranizo pode minimizar os efeitos negativos ocasionado pelo sombreamento. Jung e Choi (2010) verificaram que o sistema de condução empregado na implantação do pomar, além de aumentar a disponibilidade de luz ao dossel, também aumentou a produção e a qualidade de frutos. Silveira et al. (2012, 2014), utilizando regulador de crescimento inibidor da síntese de giberelinas, também verificaram maior coloração vermelha e maior firmeza de polpa dos frutos, resultado do menor crescimento vegetativo e maior disponibilidade de luz às plantas.

No presente trabalho, pode-se perceber que no ciclo produtivo 2013/2014 para ‘Fuji Kiku 8’, e 2014/2015 para ‘Maxi Gala’, onde ocorreu alternância de produção. Os resultados não permitem concluir se isto ocorreu devido ao sombreamento ocasionado pelas telas. Desta forma, deve-se destacar a importância do manejo adequado ao pomar, durante a poda e raleio de frutos, para garantir regularidade na produção e qualidade de frutos. Vale também salientar, que o estudo foi conduzido em pomar comercial, sujeito a falhas de manejo, mas que, reproduzem as condições reais de produção no sul do Brasil.

Figura 4 - Coloração nos lados mais (A) e menos expostos a luz (B), em frutos de macieiras 'Maxi Gala', descobertas (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS. Safra 2013/2014.



Fonte: produção do próprio autor.

Figura 5– Coloração nos lados mais (A) e menos expostos a luz (B), em frutos de macieiras ‘Fuji Kiku 8’, descobertas (controle) e cobertas com telas antigranizo de diferentes colorações. Vacaria, RS. Safra 2014/2015.



Fonte: produção do próprio autor.



## 2.6 CONCLUSÕES

- 1- O emprego das telas antigranizo nas cores preta e vermelha ocasionou maior redução na radiação fotossinteticamente ativa disponível as macieiras em relação a tela branca, apresentando efeito variável sobre a qualidade dos frutos, em função do ciclo produtivo;
- 2- O sombreamento ocasionado pelas telas antigranizo, principalmente tela preta, reduz a intensidade e a área recoberta com vermelho na epiderme dos frutos de ambas as cultivares. Telas preta e vermelha retardam a perda de cor de fundo verde em maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, respectivamente.

### **3 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL NOS FRUTOS EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’ E ‘FUJI KIKU 8’ COBERTAS COM DIFERENTES TELAS ANTIGRANIZO**

#### **3.1 RESUMO**

A coloração, bem como a síntese de compostos fenólicos em maçãs são reguladas pela radiação. O uso de telas antigranizo sobre os pomares pode alterar a quantidade e a qualidade da radiação, afetando dessa forma a qualidade dos frutos. Este estudo foi conduzido com objetivo de avaliar a influência do uso de telas antigranizo sobre o acúmulo de antocianinas, compostos fenólicos totais, e atividade antioxidante total, pelos métodos ABTS e DPPH, nos tecidos da casca e polpa de frutos. O trabalho foi conduzido com macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku8’, sem e com cobertura de tela nas cores branca, preta e vermelha, durante o ciclo produtivo 2013/2014, em Vacaria - RS. O emprego das telas antigranizo vermelha e preta promoveu maior redução na densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) em relação à área descoberta. O sombreamento ocasionado pelas telas preta e vermelha reduziu o acúmulo de antocianinas, compostos fenólicos totais, na casca de maçãs ‘Maxi Gala’, mas não em maçãs ‘Fuji Kiku 8’, na colheita comercial. A atividade antioxidante total, quantificada pelo método DPPH, também foi reduzida com o uso das três telas, na casca de ambas as cultivares. As telas reduziram a atividade antioxidante total na polpa de maçã ‘Maxi Gala’, especialmente após o armazenamento refrigerado. Frutos de maçãs ‘Fuji Kiku 8’ produzidos sob tela branca apresentaram maiores valores de compostos fenólicos totais e de atividade antioxidante total na polpa na colheita, e na polpa e casca após o armazenamento refrigerado. Correlação entre compostos fenólicos totais, atividade antioxidante total e antocianinas foi encontrada, durante a colheita, em casca de maçãs ‘Maxi Gala’ mas não em ‘Fuji Kiku 8’. Na polpa, somente o método DPPH em maçãs ‘Maxi Gala’ e os métodos ABTS e DPPH em maçãs ‘Fuji Kiku 8’ apresentaram correlação com os compostos fenólicos totais durante a colheita. Após o armazenamento, houve correlação entre atividade antioxidante total e compostos

fenólicos totais somente na casca de maçãs ‘Fuji Kiku 8’ e na polpa de ambas as cultivares. A tela antigranizo branca é a mais indicada, em ambas as cultivares, por disponibilizar maior DFFFA em relação as demais telas avaliadas, promovendo maior acúmulo de antocianinas e compostos fenólicos totais, e maior atividade antioxidante total.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*. Sombreamento. Cor de fruto. Compostos funcionais.

### **PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN FRUITS OF ‘MAXI GALA’ AND ‘FUJI KIKU 8’ APPLE TREES PROTECTED BY DIFERENTS HAIL NETS.**

#### 3.2 ABSTRACT

Coloration and synthesis of phenolic compounds in apple fruit are regulated to radiation. The use of hail protection nets over the orchard might change the quantity and quality of the radiation, thus affecting the quality of the fruit. This study was conducted to evaluate the influence of hail protection nets on the accumulation of anthocyanins, phenolic compounds and total antioxidant activity (assessed by ABTS and DPPH methods) in peel and pulp tissues of the fruit. This work was conducted with ‘Maxi Gala’ and ‘Fuji Kiku8’ apple trees, uncovered or covered in white, black and red colors hail nets, during the growing season 2013/2014, in Vacaria - RS. The use of red and black hail nets reduced the photosynthetic photon flux density (PPFD) in relation to the uncovered area. Shading caused by black and red nets reduced the accumulation of anthocyanins and phenolic compounds in the peel tissue of ‘Maxi Gala’ but not apples in ‘Fuji Kiku 8’, at commercial harvest. The total antioxidant activity in the peel tissue of both cultivars assessed by DPPH method was also reduced by the use of three nets. The hail nets reduced the total antioxidant activity in the pulp of ‘Maxi Gala’ apple, especially after cold storage. ‘Fuji Kiku 8’ protected by white net

showed higher values of total phenolic compounds and total antioxidant activity in the pulp of the fruit at harvest, and in the pulp and peel of the fruit after cold storage. There was a significant correlation between total phenolic compounds, total antioxidant activity and anthocyanins at harvest in the peel tissue of 'Maxi Gala' apples but not in 'Fuji Kiku 8' apples. For pulp tissue at harvest, there was a significant correlation of total antioxidant activity assessed by DPPH method in 'Maxi Gala', and ABTS and DPPH methods in 'Fuji Kiku 8', with the total phenolic compounds. After storage, there was a significant correlation between total antioxidant activity and phenolic compounds only in the peel of 'Fuji Kiku 8' apples and in the pulp to both cultivars. The white hail net is the most suitable than the other nets in both cultivars, for providing higher PPFD and by increasing the accumulation of anthocyanins and phenolic compounds, and the total antioxidant activity.

**Key-words:** *Malus domestica*. Shading. Fruit color. Functional compounds.

### 3.3 INTRODUÇÃO

Frutos de maçã são importante fonte de compostos funcionais. Esses compostos têm a habilidade de reduzir os danos oxidativos causados por radicais livres as células do organismo humano (PANZELLA et al., 2013; KALINOWSKA et al., 2014). Vários estudos revelam os benefícios do consumo de maçãs para a saúde, na redução de doenças cardiovasculares (KALINOWSKA et al., 2014), do risco de diabetes (BOYER E LIU, 2004) e na redução da proliferação de células cancerígenas (EBERHARDT et al., 2000; WOLFE et al., 2003).

Maçã apresentam alta concentração de compostos fenólicos (TSAO et al., 2005; VIEIRA et al., 2012) e, portanto, apresentam alta capacidade antioxidante, quando comparada a outros frutos (BOYER E LIU, 2004). Os compostos fenólicos, assim com as propriedades antioxidantes em maçãs, são dependentes da cultivar, da porção do fruto, do manejo do pomar, de fatores ambientais e das condições de armazenamento (AWAD et al., 2001; CARBONE et al.,

2011;KALINOWSKA et al., 2014). Dentre os fatores ambientais, a radiação solar é o fator mais importante. A maior intensidade e qualidade de luz estimula coloração de frutos pela maior síntese de antocianinas, além de maior concentração de compostos fenólicos e, consequentemente, maior atividade antioxidante (JAKOPIC et al., 2009; DROGOUDI E PANTELIDIS, 2011).

Devido a frequente ocorrência de chuvas de granizo no Sul do Brasil, o uso de cobertura em pomares de maçãs tem aumentado. No entanto, por causa da redução na luz solar incidente provocada pelas telas, isto pode ocasionar impactos negativos na coloração e qualidade dos frutos (AMARANTE et al., 2007, 2009; JAKOPIC et al., 2009).

A diminuição na intensidade de radiação pelo emprego de telas tem mostrado efeito sobre a síntese de certos compostos, como maior concentração de licopeno e menor conteúdo de  $\beta$ -caroteno em tomates (ILIĆET al., 2012), maior manutenção no conteúdo de ácido ascórbico e na atividade antioxidante em pimentas (SELAHLE et al., 2015) e diminuição nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante em kiwi (BASILE et al., 2012).

Recentes estudos têm demonstrado que o uso de telas antigranizo, dependendo da sua coloração, pode modificar as condições de radiação que atinge o dossel do pomar, reduzindo a coloração e acúmulo de antocianinas, açúcares, vitamina C (SOLOMAKHIN E BLANKE, 2010) e compostos fenólicos em maçãs (BASTIAS et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de diferentes cores de telas antigranizo em pomar de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku’, sobre o acúmulo de antocianinas, compostos fenólicos totais, e sobre a atividade antioxidante total nos frutos.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em pomar comercial localizado em Vacaria, Estado do Rio Grande do Sul (28° 44’S, 50° 85’W), a 971 m de altitude, durante o ciclo produtivo 2013/2014. Foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’ com quatro anos de idade, sobre portaenxerto M9, conduzidas em líder central, em sistema de alta densidade, com espaçamento de 3,5x0,8 m.

Para cada cultivar, os tratamentos consistiram em plantas não cobertas (controle) e cobertas com telas antigranizo nas colorações branca, preta e vermelha. As telas branca e preta apresentavam abertura de malha de 7x4 mm, enquanto a tela vermelha apresentava abertura de malha de 5,3x2,1 mm. As telas foram montadas ao longo da linha de plantio, na orientação norte-sul, no formato de cobertura de duas águas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, cada repetição correspondendo a uma planta, para ambas as cultivares. No momento da maturação comercial, foram colhidos 20 frutos por planta, com tamanho uniforme, da porção mediana de cada planta para a avaliação de conteúdos de antocianinas e compostos fenólicos totais, e de atividade antioxidante total.

#### *Interceptação de luz pelas telas*

A densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA;  $\lambda=400-700$  nm) abaixo das telas, foi determinada com um sensor quântico plano marca Li-Cor, modelo LI-190, conectado a um datalogger modelo LI-1400, no período de 05 h às 20 h de um dia típico de verão, sem nuvens. Uma porção de cerca de 1 (um) m<sup>2</sup> de malha de cada tela foi instalado a um metro de altura, em modelo de duas águas, com 45° de inclinação, na orientação norte-sul, procurando reproduzir de forma semelhante a instalação das telas sob o pomar. As leituras foram realizadas de meia em meia hora, durante 12/12/2015, em Lages, SC.

#### *Preparação das amostras e obtenção dos extratos*

Foram avaliadas amostras de polpa e casca de 10 frutos, logo após a colheita. Os demais frutos foram mantidos em armazenamento refrigerado, durante quatro meses para a cv. Maxi Gala e cinco meses para a cv. Fuji Kiku 8 (0,5±1°C, 95%UR), sendo avaliados sete dias após a retirada do armazenamento. A amostra polpa foi retirada por meio de uma fatia longitudinal, de cerca de um centímetro, da qual foi retirado da porção mediana, dois pequenos pedaços de cada lado da fatia sem a casca. A casca de toda a superfície do fruto foi removida de forma manual com lâminas cortantes, buscando evitar qualquer resquício da polpa do fruto. As amostras de polpa foram trituradas com *mixer* vertical, modelo Premium M-04, enquanto as amostras de casca foram maceradas em nitrogênio líquido.

Para a extração, foram utilizados 5 g de casca e 20 g de polpa macerada. Estes, foram homogeneizados em ultraturrax modelo D-91126

(Schwabach, Alemanha), com 20 mL de metanol/água (50:50, v/v), e deixados em repouso por 60 minutos. Após, as amostras foram centrifugadas na temperatura de 4°C a 12.880 x g durante 20 minutos. O sobrenadante foi salvo e ao resíduo foi adicionado 20 mL de acetona/água (70:30, v/v), deixando em repouso por 60 minutos, seguidos a uma nova centrifugação. O sobrenadante das duas centrifugações foi transferido para balão volumétrico, completando o volume para 50 mL com água destilada, sendo este retido para análise de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total.

#### *Determinação de compostos fenólicos totais (CFT)*

A determinação de CFT foi realizada utilizando o método Folin-Ciocalteu, conforme Roesler et al. (2007). Uma alíquota de 500 µL dos extratos foi adicionada a 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu/água destilada (25:75,v/v), sendo agitada e mantida por três minutos para reagir. Após, adicionaram-se 2,0 mL de carbonato de sódio (10g/100mL), que novamente foi agitada e mantida em repouso durante uma hora. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro modelo BEL2000-UV, no comprimento de onda de 765 nm. Os CFT foram expressos em mg de ácido gálico/100 g de massa fresca (mg AG100 g<sup>-1</sup>mf).

#### *Determinação de antocianinas totais (ANT)*

A determinação de ANT foi realizada conforme metodologia adaptada por Fuleki e Francis, (1968).O conteúdo de antocianina das amostras de polpa não foi avaliado, uma vez que as cultivares utilizadas não apresentam antocianinas na polpa. Para determinação de ANT, foi utilizado 5,0 g de amostra de casca, adicionado a 15 mL de etanol/água destilada (95:5, v/v) acidificado na proporção 85:15 (v/v), etanol/ácido, com ácido clorídrico (HCl, 1,5 N). As amostras foram homogeneizadas em ultraturrax modelo D-91126 (Schwabach, Alemanha), mantidas durante 24 h a 4°C, e encaminhadas para centrifugação, também na temperatura de 4°C, durante 20 minutos a 12.880 x g. Do sobrenadante, foi utilizado 2,0 mL, transferido para balão volumétrico e completado para 50 mL com o solvente extrator. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 535 nm. A ANT foi expressa em mg Cianidina 3-glicosídeo/100g de massa fresca de casca.

#### *Atividade antioxidante total (AAT)*

Para a quantificação da AAT foi utilizado o Trolox (ácido 6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-carboxílico) para a construção da curva padrão, e os resultados foram expressos em  $\mu\text{Mol Trolox}/100 \text{ g}$  de massa fresca ( $\mu\text{M Trolox}/100 \text{ g}^{-1}\text{mf}$ ). A AAT foi determinada pelos métodos ABTS e DPPH, e expressa na mesma unidade para possibilitar comparação.

*Determinação da AAT por ABTS [2,2'-Azinobis(ácido 3-ethylbenzenothiazoline-6-sulfônico)]*

A determinação da AAT por ABTS foi realizada conforme metodologia descrita por Rufino et al. (2007). O radical ABTS foi produzido por meio da reação de 5,0 mL da solução ABTS 7 mM com 88  $\mu\text{L}$  de  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  140 mM, 16 h antes do uso. A solução ABTS foi diluída em etanol até a absorvância de 0,70 nm  $\pm$ 0,05 nm, com leitura realizada no mesmo momento ( $t_0$ ), no comprimento de onda de 734 nm. Para a determinação da AAT, foram adicionados em tubos de ensaio de 15 mL, 30  $\mu\text{L}$  de amostra e 3,0 mL do radical ABTS, e a absorvância mensurada após 6 minutos ( $t_6$ ), no comprimento de onda de 734 nm. As leituras de absorvância foram feitas em espectrofotômetro modelo BEL2000 UV.

As absorvâncias foram obtidas e convertidas em porcentagem inibitória, conforme a curva padrão Trolox, através da fórmula:

$$\text{Inibição}(\%) = [(A_{t_0} - A_{t_6}) / A_{t_0}] * 100$$

*Determinação da AAT por DPPH [2,2-difenil-1-picril hidrazil]*

A determinação da AAT por DPPH foi realizada conforme metodologia descrita por Rufino et al. (2007). O radical DPPH 0,06 mM foi preparado no dia da avaliação, diluído em metanol. A leitura da absorvância desta solução foi obtida logo após sua preparação ( $t_0$ ) no comprimento de onda de 515 nm. Após, em tubos de ensaio de 15 mL, foram adicionados uma alíquota de 100  $\mu\text{L}$  da amostra e 3,9 mL do radical DPPH. Os tubos foram agitados e deixados em repouso durante 30 minutos ( $t_{30}$ ), para a leitura da absorvância no comprimento de onda de 515 nm. As leituras de absorvância foram feitas em espectrofotômetro modelo BEL2000-UV.

As absorvâncias foram obtidas e convertidas em porcentagem inibitória, conforme a curva padrão Trolox, através da fórmula:

$$\text{Inibição}(\%) = [(A_{t_0} - A_{t_{30}}) / A_{t_{30}}] * 100$$



### *Análise estatística*

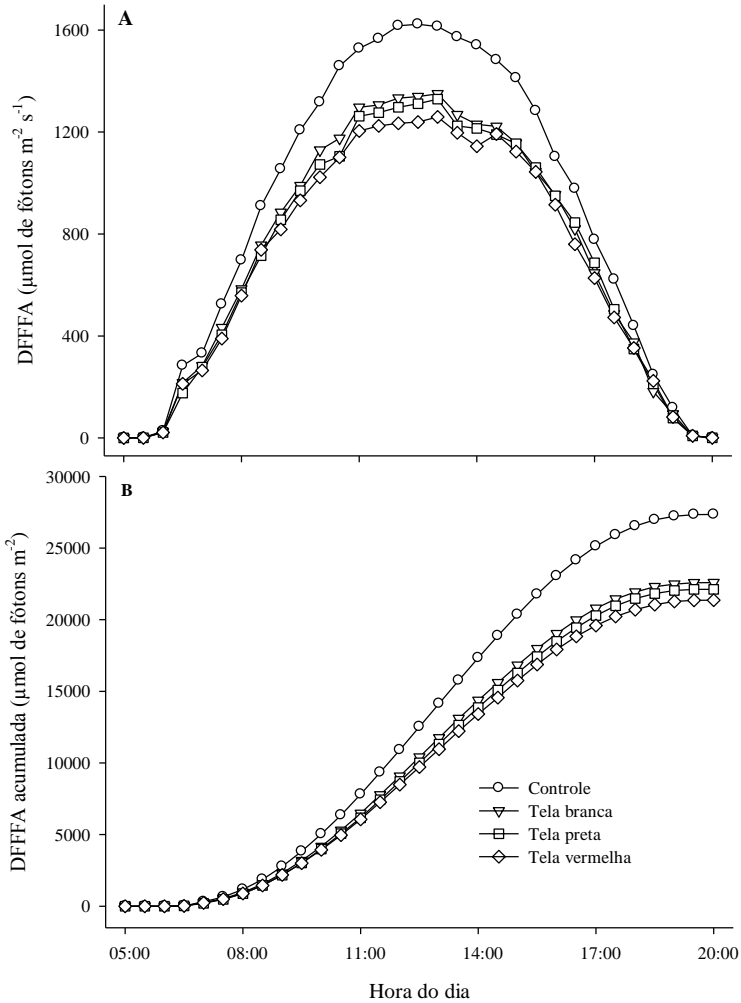
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa estatístico SAS. Análises de correlação entre compostos fenólicos totais (CFT), antocianinas (ANT) e atividade antioxidante total (quantificada pelos métodos ABTS e DPPH), nas porções casca e polpa dos frutos, em ambas as cultivares, durante a colheita e após sete dias de vida de prateleira, foram feitas com o programa SAS.

## 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve redução na DFFFA, ao longo do dia, abaixo das telas utilizadas, em comparação a medição feita a pleno sol. A tela vermelha foi a que apresentou maior redução da DFFFA (21,89%), seguida das telas preta (19,11%) e branca (17,41%). A maior redução na DFFFA para a tela vermelha pode ser resultado da menor abertura de orifício da malha utilizada, em relação às demais telas.

A maior redução da DFFFA, em pomares de macieiras sob tela antigranizo preta, em relação a tela branca, também foi reportada por Middleton e McWaters (2002) e Amarante et al. (2007 e 2009). Basile et al. (2012), em pomares de kiwi, também encontraram maior sombreamento sob tela vermelha em relação a tela branca.

Figura 6– Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) incidente (A) e acumulada (B) a pleno sol e abaixo de telas antigrizo nas colorações branca, preta e vermelha.



Fonte: produção do próprio autor.

O maior sombreamento ocasionado pelas telas vermelha e preta prejudicaram o acúmulo de antocianinas na casca em frutos de maçãs ‘Maxi Gala’, enquanto frutos produzidos sob tela branca não mostraram diferenças em relação a frutos de plantas descobertas (Tabela 5). Resultados similares foram encontrados por Bastias et al. (2012) e Solomakhin e Blanke (2010), os quais verificaram redução da síntese de antocianinas na casca em frutos produzidos sob telas antigranizo vermelha, vermelha-branca e vermelha-preta, respectivamente.

A coloração em maçãs é um processo dependente de luz. Mudanças na quantidade e na qualidade da luz podem influenciar a síntese de antocianinas em frutos de maçãs (GUO et al., 2008; BASTIAS et al., 2012). Amarante et al. (2007) verificaram redução considerável na DFFFA sob tela antigranizo preta em pomares de maçã no Sul do Brasil. Segundo estes mesmos autores, no interior do dossel, os níveis de radiação UV, azul, verde, vermelho (V) e vermelho distante (Vd), e também da relação V:Vd, foram menores sob tela preta, quando comparados a área descoberta. Essas alterações na radiação podem diminuir a síntese de antocianinas e flavonóides, levando a frutos com menor coloração vermelha na epiderme (AWAD et al., 2001).

Tabela 5 - Antocianinas totais (mg Cianidina 3-glicosídeo 100 g<sup>-1</sup>mf de casca), em maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’ produzidas sem e com cobertura de tela antigranizo coloridas. Safra 2013/2014, Vacaria - RS.

Coloração da tela de cobertura	‘Maxi Gala’	‘Fuji Kiku 8’
Sem Tela	46,6a*	25,5 <sup>ns</sup>
Branca	34,6ab	21,6
Preta	28,7b	22,5
Vermelha	21,6b	18,6
C.V.(%)	19,5	25,4

ns: não significativo \* Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Em ‘Fuji Kiku 8’, não houve diferença significativa no conteúdo de antocianina na casca dos frutos procedente da área descoberta e os das áreas cobertas com as diferentes cores telas. Jakopic et al. (2009), também não verificaram diferença entre o conteúdo de antocianinas em maçãs ‘Fuji’ protegidas ou não com tela antigranizo.

Segundo Drougoudi e Pantelidis (2011), a resposta a luz pode variar consideravelmente entre as cultivares de maçã, onde algumas cultivares requerem maior intensidade de luz que outras para produzir a mesma quantidade de antocianinas.

O uso de tela antigranizo nas cores preta e vermelha, sobre macieiras ‘Maxi Gala’, reduziu a concentração de CFTs na casca dos frutos, durante a colheita, em relação a plantas descobertas e cobertas com tela branca. Macieiras ‘Fuji Kiku 8’ não apresentaram diferenças significativas na concentração de CFTs na casca dos frutos entre as diferentes coberturas, e destas em relação ao controle (Tabela 6). Após o armazenamento, os valores de CFTs na casca dos frutos permaneceram estáveis em maçãs ‘Maxi Gala’, não apresentando mais diferença entre os tratamentos. No entanto, maçãs ‘Fuji Kiku 8’ mostraram incremento nos valores de CFTs da casca após o armazenamento, onde frutos de plantas descobertas e cobertas com tela antigranizo branca apresentaram os maiores valores em relação às telas vermelha e preta (Tabela 7).

A síntese de alguns compostos fenólicos, como antocianinas e flavonóides, são fortemente influenciados pela luz, enquanto outros, como ácido clorogênico, independem das condições de luz (AWAD et al., 2001). Menores valores nos compostos fenólicos foram encontrados em frutos de macieiras localizados no interior do dossel, os quais receberam menores intensidades de radiação em relação a frutos das laterais ou do topo das plantas (AWAD et al., 2001; JAKOPIC et al., 2009). Bastias et al. (2012) observaram comprometimento na síntese de alguns compostos fenólicos, como cianidina 3-galactosídeo e quercetina 3-glucosídeo em frutos de macieiras ‘Fuji’ cobertas com tela antigranizo as cores vermelha, azul e perola. Contudo, os mesmos autores não observaram diferenças no conteúdo de ácido clorogênico entre as diferentes telas.

O acúmulo de certos compostos fenólicos pode ser um mecanismo de defesa em resposta a estresses ambientais (OH et al., 2009). Aumento na atividade antioxidante e no acúmulo de compostos fenólicos foram relatados em alfaces exposta a altas intensidades de luz (OH et al., 2009). O aumento nos CFTs na casca em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ sem cobertura e protegidas com tela antigranizo branca, pode ser resultado do maior estresse ocasionado pelos maiores níveis de radiação incidente nos frutos para esses tratamentos. Yuri et al. (2010) observaram que frutos com maior severidade no dano por queimadura por sol, apresentavam maiores valores de CFTs na casca em relação a frutos sadios, que não apresentavam o dano.

O emprego da tela antigranizo não apresentou diferenças significativas na polpa de maçãs ‘Maxi Gala’ durante a colheita. Contudo, na polpa de maçãs ‘Fuji Kiku 8’, o uso de tela antigranizo branca apresentou maior concentração de CFTs em relação a frutos provenientes de plantas cobertas com telas preta e vermelha e plantas descobertas (Tabela 6). Após o armazenamento, os CFTs da polpa de maçãs ‘Maxi Gala’ aumentaram em relação à colheita. Maiores valores foram encontrados em frutos de macieiras não cobertas em relação aos frutos produzidos sob as três telas. Todavia, em maçãs ‘Fuji Kiku 8’, os CFTs da polpa de frutos produzidos sob telado preto apresentaram valores significativamente menores em relação aos demais tratamentos (Tabela 7).]

Os mecanismos de biossíntese de compostos fenólicos vêm sendo amplamente estudados para a casca dos frutos. No entanto, poucas informações quanto a esses mecanismos são conhecidas para a polpa (BAKHISHI e ARAKAWA, 2006). Efeito da posição dos frutos no dossel foi verificado por Drogoudi e Pantelis (2011), onde frutos do topo da planta, expostos a melhores condições de luz, apresentaram maiores conteúdos de CFTs, tanto na casca quando na polpa de maçãs ‘Fuji Kiku 8’ e ‘Imperial D.R.D’.

Bakhshi e Arakawa (2006) verificaram aumento no conteúdo de compostos fenólicos, principalmente de flavonoides, na polpa de maçãs irradiadas com luz UV-B, mostrando que a maior exposição à luz também pode aumentar as propriedades bioativas na polpa. Basile et al. (2012), observaram efeitos negativos do uso de telas antigranizo sobre o acúmulo de CFT na polpa de frutos de kiwi durante a colheita, destacando o efeito da diminuição da radiação UV ocasionada pelo uso de telas no sistema de cultivo.

A diminuição na fotossíntese em resposta aos menores valores de DFFFA disponibilizados às plantas protegidas por tela antigranizo (AMARANTE et al., 2007), também pode estar relacionada ao menor acúmulo de CFTs no fruto. A menor fotossíntese do dossel reduz a assimilação de carboidratos direcionados aos frutos, reduzindo a disponibilidade de substrato para a síntese de antocianinas e compostos fenólicos (JAKOPIC et al., 2010; ZHAO et al., 2011).

Tabela 6 - Compostos fenólicos totais (mg AG 100 g<sup>-1</sup>mf) e atividade antioxidante total (µM Trolox 100 g<sup>-1</sup>mf) determinada pelos métodos ABTS e DPPH, na colheita, nos tecidos de casca e polpa de maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’. Safra 2013/2014, Vacaria – RS.

Coloração da tela de cobertura	Fenóis totais		Atividade antioxidante total			
			ABTS		DPPH	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
‘Maxi Gala’						
Sem Tela	735,6a	20,9 <sup>ns</sup>	6643,9 <sup>ns</sup>	160,3a	12095,0a	316,4 <sup>ns</sup>
Branca	571,1ab	16,1	6477,1	130,5ab	9349,1b	230,1
Preta	538,4b	20,8	5231,5	126,2ab	8932,8b	296,0
Vermelha	527,5b	20,0	5394,6	119,4b	8810,1b	267,1
Média	593,1	19,4	5936,8	134,1	9796,8	277,4
C.V.(%)	14,0	11,7	10,8	13,8	10,8	14,9
‘Fuji Kiku 8’						
Sem Tela	421,1 <sup>ns</sup>	19,6b	4660,9 <sup>ns</sup>	144,0b	9816,5a	294,3b
Branca	513,0	36,6a	5119,0	248,1a	3105,4b	465,3a
Preta	509,9	20,5b	4017,3	131,9b	2227,6bc	246,3b
Vermelha	379,0	22,3b	4082,5	137,4b	2061,3c	268,2b
Média	455,7	24,8	4469,9	165,3	4302,7	318,5
C.V.(%)	19,4	20,0	13,9	16,4	10,3	20,0

ns: não significativo. \*Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Tabela 7 - Compostos fenólicos totais (mg AG 100 g<sup>-1</sup>mf) e atividade antioxidante total (µM Trolox 100 g<sup>-1</sup>mf) determinada pelos métodos ABTS e DPPH, após armazenamento refrigerado + sete dias de prateleira, nos tecidos da casca e polpa de maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku8’. Safra 2013/2014, Vacaria – RS.

Coloração da tela de cobertura	Fenóis totais		Atividade antioxidante total			
			ABTS		DPPH	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
‘Maxi Gala’						
Sem Tela	572,0 <sup>ns</sup>	38,1a	5077,0 <sup>ns</sup>	287,2a	4886,4 <sup>ns</sup>	147,2a
Branca	552,7	23,0b	5138,4	234,0ab	5075,1	102,3b
Preta	578,2	23,9b	4135,5	217,4b	6078,9	89,0bc
Vermelha	601,3	17,0b	4849,5	221,1b	4944,2	73,3c
Média	579,0	25,5	4800,1	239,9	5246,2	102,9
C.V.(%)	5,9	13,0	12,5	11,2	20,3	11,0
‘Fuji Kiku 8’						
Sem Tela	823,5ab	25,2a	4197,3b	208,1b	5184,4b	83,6ab
Branca	971,5a	23,6a	5989,0a	260,8a	7163,0a	116,9a
Preta	681,4bc	16,4b	3438,6b	118,0c	5079,9b	23,5c
Vermelha	592,1c	21,0ab	3487,1b	138,8c	4149,3b	36,6bc
Média	767,1	21,5	4278,0	181,4	5394,1	65,1
C.V.(%)	10,7	12,1	17,7	11,9	9,9	39,3

ns: não significativo. \*Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

O emprego de cobertura também prejudicou a atividade antioxidante total (AAT) da casca dos frutos, avaliada pelo método ABTS. Contudo, o método DPPH não mostrou diferença entre as telas em ambas as cultivares, durante a colheita (Tabela 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Drogoudi e Pantelis (2011) em frutos de maçãs. Os autores relatam que as melhores condições de luz em frutos do topo do dossel, tendem a induzir melhor coloração de fruto além de aumentar a concentração de CFT e a AAT na casca dos frutos.

Após o armazenamento, a AAT não diferiu significativamente entre a casca de frutos produzidos em plantas descobertas ou sob tela antigranizo em 'Maxi Gala'. No entanto, em Fuji Kiku 8', ambos os métodos de avaliação da AAT, mostraram maiores valores para frutos produzidos sob tela antigranizo branca.

A alteração das condições de luz pode ocasionar estresse em tecidos vegetais, levando a ativação de um sistema de defesa que provoca aumento da atividade de enzimas e de compostos antioxidantes (URBONAVIČIŪTĖ et al., 2009; YURI et al., 2010). Ma e Cheng (2003) verificaram que o lado com maior exposição à luz solar tem maior atividade de enzimas antioxidantes quando comparado ao lado menos exposto a luz, na casca de maçãs.

A atividade da enzima fenilalaninaamoniliase (PAL), responsável pelo acúmulo de compostos fenólicos e antocianinas na epiderme de maçãs, é bastante sensível a mudanças na intensidade de luz e temperatura (LISTER et al., 1996; TREUTTER, 2001). O uso de tela antigranizo pode reduzir a temperatura interna dos frutos de 3-6 °C, dependendo da coloração da tela (IGLESIAS e ALEGRE, 2005; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2009), o que aliado a redução na intensidade de luz disponibilizada, pode ter comprometido a síntese de antocianinas e fenóis nos frutos.

Na polpa, a AAT na colheita foi maior, para os dois métodos utilizados, em frutos de macieiras 'Fuji Kiku 8' protegidas com tela antigranizo branca, mantendo o mesmo comportamento após o armazenamento (Tabela 7). Em maçãs 'Maxi Gala' a AAT da polpa, determinada pelo método DPPH na colheita, foi menor em frutos produzidos sob tela antigranizo branca. Já a AAT na polpa quantificada pelo método ABTS, foi menor em frutos produzidos sob tela antigranizo vermelha (Tabela 7).

Após o armazenamento, a polpa dos frutos de macieiras 'Maxi Gala' não cobertas apresentava maior AAT em relação a frutos de macieiras cobertas com telas antigranizo, independente da cor,



evidenciando o efeito da maior radiação oferecida nessa condição (Tabela 7).

Embora maçãs apresentem diferentes classes de compostos bioativos, as propriedades antioxidantes são geralmente atribuídas aos compostos fenólicos (TSAO et al., 2005; LATA et al., 2009). Seu padrão de distribuição, quantitativo e qualitativo, varia consideravelmente entre polpa e casca dos frutos (AWAD et al., 2000; LATA et al., 2009), sendo que a contribuição dos diferentes grupos de compostos fenólicos apresenta significativa variação sobre a AAT (TSAO et al., 2005).

Frutos de maçã contêm variada quantidade de compostos bioativos que podem contribuir para as propriedades antioxidantes do fruto (LEE et al., 2003). Por este motivo, foi analisada a correlação entre antocianinas, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total pelos métodos DPPH e ABTS (Tabela 8).

Na colheita, apenas em maçãs 'Maxi Gala' houve correlação positiva entre antocianinas, CFT e atividade antioxidante total (AAT) na casca dos frutos. Após o armazenamento, não houve correlação significativa entre CFT e AAT na casca de maçãs 'Maxi Gala', porém, foi verificada correlação entre os CFT e a AAT da casca em 'Fuji Kiku 8'. Correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante na casca de maçãs cultivadas no Sul do Brasil também foi reportada por Vieira et al. (2011). Tsao et al. (2005) relatam que entre os compostos fenólicos, antocianinas tem alto poder antioxidante, confirmado pela correlação positiva entre antocianinas, CFT e AAT na casca de maçãs 'Maxi Gala' no presente trabalho.

Tabela 8– Coeficientes de correlação de Pearson entre compostos fenólicos totais (CFT), antocianinas (ANT) e atividade antioxidante total quantificada pelos métodos ABTS e DPPH, nas porções casca e polpa, em frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’, na colheita e após armazenamento refrigerado, seguido de sete dias devida de prateleira. Safra 2013/2014, Vacaria – RS.

Correlação	Colheita		Pós-armazenamento	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa
	‘Maxi Gala’			
CFT x ABTS	0,56*	0,45 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,73***
CFT x DPPH	0,97***	0,66**	0,46 <sup>ns</sup>	0,93***
CFT x ANT	0,76***	-	-	-
ANT x ABTS	0,72***	-	-	-
ANT x DPPH	0,75***	-	-	-
	‘Fuji Kiku 8’			
CFT x ABTS	0,38 <sup>ns</sup>	0,87***	0,79***	0,64**
CFT x DPPH	0,08 <sup>ns</sup>	0,92***	0,88***	0,57*
CFT x ANT	0,32 <sup>ns</sup>	-	-	-
ANT x ABTS	0,51*	-	-	-
ANT x DPPH	0,47 <sup>ns</sup>	-	-	-

ns: não significativo ( $p > 0,1$ ).

\* significativo a 0,1.

\*\*significativo a 0,01.

\*\*\*significativo a 0,001.

Na polpa de maçãs ‘Maxi Gala’, houve correlação positiva entre compostos fenólicos e a AAT pelo método DPPH, o mesmo não ocorrendo para o método ABTS (Tabela 8). Já após o armazenamento, houve correlação significativamente alta entre CFT e AAT quantificada através dos dois métodos (DPPH e ABTS). Ao contrário, a polpa de maçãs ‘Fuji Kiku 8’ mostrou correlação positiva entre CFT e AAT na colheita, mas não após o armazenamento. Lata et al. (2009) descrevem que os compostos fenólicos podem variar significativamente entre

cultivares de maçã, fazendo com que nem sempre exista relação entre CFT e AAT. Tsao et al. (2005), avaliando a atividade antioxidante de diferentes compostos fenólicos em maçãs, sugerem que a existência ou não de correlação entre CFT e ATT, pode ser resultado da maior ou menor concentração e contribuição que alguns compostos, individualmente, apresentam sobre a AAT nas diferentes porções do fruto.

As melhores condições de irradiância proporcionada às macieiras sem coberturas com tela antigranizo, confere maior acúmulo de CFT e, conseqüentemente, maior potencial antioxidante, na casca e polpa de frutos de maçã 'Maxi Gala'. No entanto, os maiores valores de CFT e maior AAT encontrados na polpa de frutos de macieiras 'Fuji Kiku 8' cobertas com tela antigranizo branca em relação às plantas não cobertas, pode ser resultado da diferença na carga de frutos entre os tratamentos durante a safra avaliada, assim como a localização das plantas sem cobertura em área marginal de baixada, em relação aos demais tratamentos, comprometendo as avaliações no controle.

### 3.6 CONCLUSÕES

- 1- O sombreamento ocasionado pelo uso de telas antigranizo preta e vermelha reduz a síntese de antocianinas, o acúmulo de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante total na colheita, na casca de maçãs 'Maxi Gala';
- 2- O uso de telas antigranizo reduz o acúmulo nos compostos fenólicos totais e, conseqüentemente, a atividade antioxidante total, principalmente após o armazenamento, na polpa de maçãs 'Maxi Gala';
- 3- O uso de tela branca proporciona melhores resultados para os compostos fenólicos totais e de atividade antioxidante, na casca e polpa em frutos de macieiras 'Fuji Kiku 8';

#### 4 CONCLUSÕES GERAIS

- 1- O emprego de telas antigranizo preta e vermelha ocasionam maior redução na radiação fotossinteticamente ativa em relação a tela branca;
- 2- O sombreamento ocasionado pelas telas preta e vermelha, pode reduzir a qualidade (atributos físico-químicos), o acúmulo de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante total em maçãs ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Kiku 8’;
- 3- O uso de tela antigranizo preta compromete a coloração vermelha na epiderme de ambas as cultivares;

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É indiscutível a importância do emprego de telas em pomares de maçãs no Sul do Brasil, na proteção aos danos causados pela frequente ocorrência de granizo. Sabe-se que seu uso, por vezes, compromete atributos de qualidade importantes para o armazenamento e comercialização dos frutos. No entanto, mais estudos devem ser conduzidos para verificar o real efeito das diferentes telas sobre a fisiologia da planta e qualidade dos frutos, uma vez que inúmeros autores relatam respostas diferentes, as quais podem ser dependentes da região, clima e principalmente do manejo dado ao pomar.

O uso de ferramentas, como telas foto-seletivas, cobertura do solo sob as plantas com material refletivo, aplicação de reguladores de crescimento, manejo das plantas com poda verde, de forma a aumentar a disponibilidade e a qualidade de luz que chega ao dossel e aos frutos, podem ser alternativas que minimizem os prejuízos do sombreamento ocasionado pelas telas. Além disso, uma análise de custo de implantação x durabilidade, em função do tipo de tela usado em relação ao valor pago ao produtor pela qualidade dos frutos durante a venda, seria o ideal para nortear indicações da melhor alternativa durante a escolha da cobertura do pomar.

O presente trabalho traz informações relevantes ao cenário pomicultor da região sul do Brasil, em relação ao emprego das telas antigranizo. No entanto, são dados preliminares que mostram diferença entre ciclos produtivos, os quais podem ser provenientes das condições climáticas entre os anos, e também do manejo dado ao pomar onde foi realizado o experimento. Contudo, são dados que condizem com as condições reais da produção de maçãs no Brasil, a qual está exposta a diversas variáveis e que carece de mais estudos para ter afirmações fortes sobre o assunto.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AMARANTE, C.V.T. do et al. Disponibilidade de luz em macieiras 'Fuji' cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.664-670, 2009.

AMARANTE, C.V.T. do; STEFFENS, C.A.; ARGENTA, L.C. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.129, n.1, p.79-85, 2011.

AWAD, M.A.; JAGER, A. de; VAN WESTING, L.M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.83, n.3, p.249-263, 2000.

AWAD, M.A.; WAGENMAKERS, P.S.; JAGER, A. de. Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.88, n.4, p.289-298, 2001.

BAKHSHI, D.; ARAKAWA, O. Induction of phenolic compounds biosynthesis with light irradiation in the flesh of red and yellow apples. **Journal of Applied Horticulture**, Lucknow, v.8, n.2, p.101-104, 2006.

BASTÍAS, R.M. et al. Effects of photoselective nets on phenolic composition in apple fruits. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.939, p.77-84, 2012.

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

BLANKE, M. Farbgehagelnetze: ihre netzstruktur sowie licht- und uv-durchlässigkeit bestimmen die ausfärbung der apfel Früchte. **Erwerbs-Obstbau**, Rheinbach, v.49, p.127-139, 2007.

BOSCO, L.C. **Alterações microclimáticas causadas por cobertura antigranizo e efeito sobre o desenvolvimento e produção de macieiras**. 2011. 203 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

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

DROGOUDI, P.D.; PANTELIDIS, G. Effects of position on canopy and harvest time on fruit physico-chemical and antioxidant properties in different apple cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.129, n.4, p.752-760, 2011.

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**, Madrid, v.3, n.2, p.253-260, 2005.

FAO. **Produção agrícola mundial**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx?pageID=567#anchor>>. Acesso em: 18 de maio. 2015.

FULEKI, T. Quantitative methods for anthocyanins. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, New York, v.33, p.72-77, 1968.

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

GUO, J.; HAN, W.; WANG, M. Ultraviolet and environmental stresses involved in the induction and regulation of anthocyanin biosynthesis: A review. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.7, n.25, p.4966-4972, 2008.

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

IBGE. **Levantamento sistemático da produção Agrícola**: Pesquisa de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, fev. 2013. P 59. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistemático\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201501.pdf)>. Acesso em: 18 de maio. 2015.

IGLESIAS, I.; ALEGRE, S. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of ‘Mondial Gala’ apples. **Journal of Applied Horticulture**, Lucknow, v.8, n.2, p.91-100, 2006.

ILÍC, Z.S. et al. Effects of the modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomato fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.139, p.90-95, 2012.

JAKOPIC, J.; STAMPAR, F.; VEBERIC, R. The influence of exposure to light on the phenolic content of ‘Fuji’ apple. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.123, n.2, p.234-239, 2009.

JUNG, S.; CHOI, H. Light penetration, growth, and fruit productivity in ‘Fuji’ apple trees trained to four growing systems. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.125,n.4, p.672-678, 2010.

KILILI, A.W.; BEHBOUDIAN, M.H.; MILLS, T.M. Composition and quality of ‘Braeburn’ apples under reduced irrigation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.67, n.1, p.1-11, 1996.

LATA, B. Apple peel antioxidant status in relation to genotype, storage type and time. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.117, n.1,p.45-52, 2008.



ŁATA, B.; TRAMPCZYNSKA, A.; PACZESNA, J. Cultivar variation in apple peel and whole fruit phenolic composition. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.121, n.2, p.176-181, 2009.

LEE, K. W. et al. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.51, p.6516-6520. 2003.

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, n.3, p.714-716. 2002.

LISTER, C.E., LANCASTER, J.E., WALKER, J.R.L. Phenylalanine ammonialyase (PAL) activity and its relationship to anthocyanin and flavonoid levels in New Zealand-grown apple cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.121, p.281-285, 1996.

MA, F.; CHENG, L. The sun-exposed peel of apple fruit has higher xanthophyll cycle dependent thermal dissipation and antioxidants of the ascorbate/glutathione pathway than the shaded peel. **Plant Science**, Ithaca, v.165, p.819-827, 2003.

MIDDLETON, S.; McWATERS, A. Hail netting of apple orchards: Australian experience. **Compact Fruit Tree**, Middleburg, v.35, p.51-55, 2002.

OH, M.; CAREY, E.E.; RAJASHEKAR, C.B. Environmental stresses induce health-promoting phytochemicals in lettuce. **Plant Physiology and Biochemistry**, Nairobi, v.47, n.7, p.578-583, 2009.

POLDERVAART, G. Hail nets: Reliable method of hail protection. **Frutiteelt**, The Hague, v.96, p.12-13, 2006.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

RUFINO, M.S.M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa, Comunicado Técnico, n.127, 4 p., 2007.

RUFINO, M.S.M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza: Embrapa, Comunicado Técnico, n.127, 4 p., 2007.

SILVEIRA, J.P.G. et al. A inibição na síntese de giberelina reduz o crescimento vegetativo em macieiras e proporciona controle de "bitter pit" nos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.328-335, 2012.

SILVEIRA, J.P.G. et al. Potencial produtivo e qualidade de frutos de macieiras tratadas com giberelina e inibidor da biossíntese de giberelinas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.4, p.771-777, 2014.

SHAHAK, Y. et al. Color Nets: A new approach for light manipulation in fruit trees. **Acta Horticulturae**, Netherlands, n.636, p.609-616, 2004.

SHAHAK, Y. et al. Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photoselective netting. **Acta Horticulturae**, Netherlands, n.772, p.65-72. 2008.

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

SAURE, M.C. External control of anthocyanin formation in apple: A review. **Scientia Horticulturae**, Netherlands, v.42, n.3, p.181-218., 1990.

SELAHLE, K.M. et al. Postharvest responses of red and yellow sweet peppers grown under photo-selective nets. **Food Chemistry**, Washington, v. 173, p.951-956, 2015.

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.

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

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M.M. Can coloured hail nets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (colouration) and nutritional value (anthocyanin, vitamin C) of apple fruit? **Food Science and Technology**, Tsukuba, v.43, n.8, p.1277-1284, 2010.

STAMPS, R.H. Use of colored shade netting in horticulture. **Hortscience**, Alexandria, v.44, n.2, p.239-241, 2009.

STANLEY, C.J. et al. Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographical regions within New Zealand. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. Ashford. v.75, p.413-422, 2000.

TASIN, M. et al. Effect of hail nets on *Cydia pomonella* behavior in apple orchards. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.129, p.32-36, 2008.

TREUTTER, D. Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. **Plant Growth Regulation**, Vancouver, v.34, p.71-89, 2001.

TSAO, R. et al. Which polyphenolic compounds contribute to the total antioxidant activities of apple? **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.53, n.12, p.4989-4995, 2005.

UBI, B. E. External stimulation of anthocyanin biosynthesis in apple fruit. **Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v.2, n.2, p.65-70, 2004.

URBONAVIČIŪTĖ, A. et al. The effect of light quality on the antioxidative properties of green barely leaves. **Sodininkystė Ir Daržininkystė**, Babtai, v.28, n.2, p.153-161, 2009.

WIDMER, A. Light intensity and fruit quality under hail protection nets. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n.557, p.421-426, 2001.

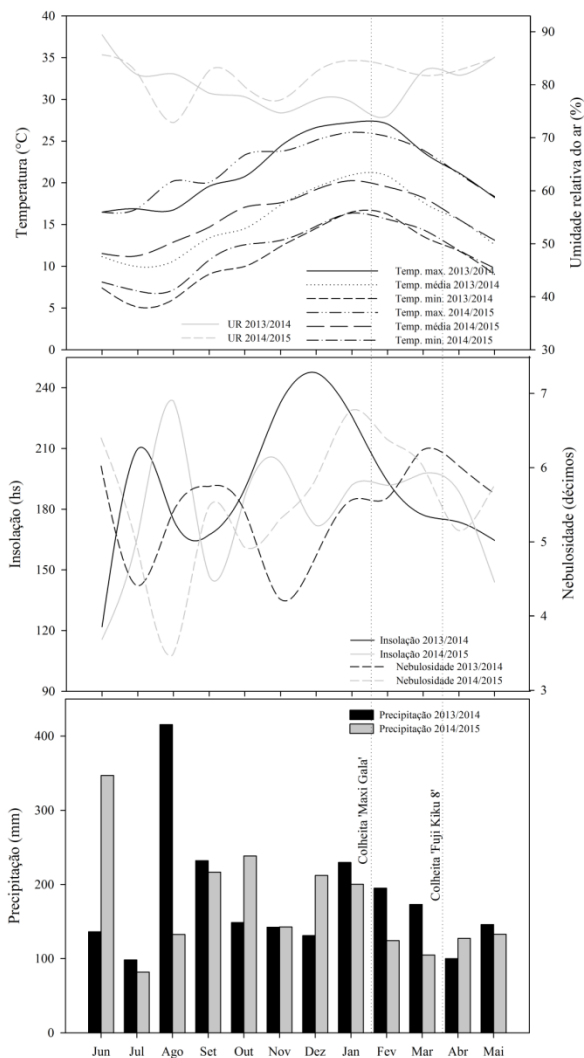
YURI, H.M. **Gestão de risco de granizo pelo seguro e outras alternativas:** estudo de caso em pomares de maçã de Santa Catarina. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia Aplicada, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

YURI, J.A.et al. Total phenol and quercetin content and antioxidant activity in apples in response to thermal, light stress and to organic management. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, Göttingen, v.87, p.131-138, 2014.

ZHAO, H. et al. Relationship of pigments and sugars in fruit peels of 'RedFuji' apples at various de bagging times. **Acta Horticulturae**, Leuvin, n.903, p.923-928, 2011.

## ANEXOS

Figura 7 – Dados climáticos médios mensais (estação 83919), durante as safras 2013/2014 e 2014/2015. Vacaria –RS.



Fonte: INMET