

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

ALTERAÇÕES MICROCLIMÁTICAS CAUSADAS POR COBERTURA
ANTIGRANIZO E EFEITOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE
MACIEIRAS

Leosane Cristina Bosco
Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia/UFSM

Tese apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Doutor em Fitotecnia
Ênfase Agrometeorologia

Porto Alegre (RS), Brasil
Dezembro de 2011

CIP - Catalogação na Publicação

Bosco, Leosane Cristina

Alterações microclimáticas causadas por cobertura antigranizo e efeitos sobre o desenvolvimento e produção de macieiras / Leosane Cristina Bosco. -- 2011.

203 f.

Orientador: Homero Bergamaschi.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

1. microclima. 2. radiação solar. 3. granizo. 4. Malus domestica. 5. rendimento. I. Bergamaschi, Homero, orient. II. Título.

LEOSANE CRISTINA BOSCO
Engenheira Agrônoma - UFSM
Mestre em Agronomia - UFSM

TESE

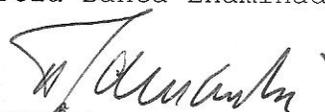
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

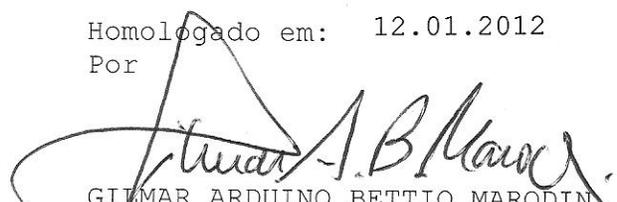
DOCTOR EM FITOTECNIA

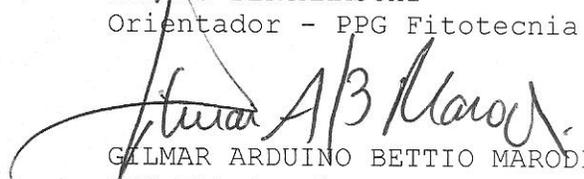
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

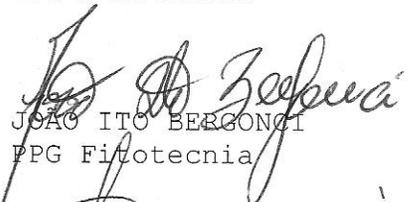
Aprovado em: 16.12.2011
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 12.01.2012
Por

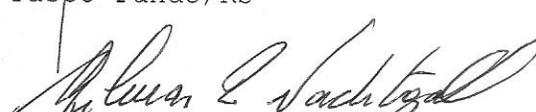

HOMERO BERGAMASCHI
Orientador - PPG Fitotecnia


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
PPG Fitotecnia


JOSÉ ITO BERGONZI
PPG Fitotecnia


GENÉI ANTONIO DALMAGO
EMBRAPA Trigo
Passo Fundo/RS


GILMAR RIBEIRO NACTICALL
EMBRAPA Uva e Vinho
Bento Gonçalves/RS


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade
de Agronomia

“Tem de todas as coisas. Vivendo, se aprende; mas o que se aprende, mais, é só a fazer outras maiores perguntas.”

Guimarães Rosa

*À Loana e Viviane
dedico...*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, ser imaginário, que me faz acreditar que a vida é para ser vivida de forma simples, transformando nossas *energias* em forças capazes de mover o mundo.

A meus pais, Selma e Nelso, por terem acreditado em mim e permitido a continuidade de meus estudos, em tempos em que as condições de transporte escolar no interior de Ronda Alta eram inexistentes ou muito precárias, motivo que fez tantos colegas desistirem...

Agradeço à minha tia-professora Jandira que me alfabetizou e despertou em mim a vontade de ler e escrever...

Aos meus irmãos Sandro, Evandro, Darling e Edinelsia, bem como minhas irmãs-cunhadas Marciana, Débora e Maridiane e ao Everton pelo carinho e respeito que sempre tiveram por mim e pela minha opção de estudar por tantos anos... Agradeço também aos meus sobrinhos Victória, Pedro Henrique e Ana Luiza pela alegria que sempre me proporcionaram com seus singelos sorrisos...

A minhas amigas-irmãs Caciane e Darciana que desde crianças compartilham comigo o desejo de “ser alguém na vida”...

Ao meu querido Alexandre por ter entendido que *a vida fora da UFSM* seria melhor para meu desenvolvimento pessoal e intelectual. Ao seu companheirismo, paciência e carinho nesses quase quatro anos que ficamos entre Porto Alegre e Santa Maria, para completarmos nossos doutorados... Assim como agradeço aos seus pais Vera e Pedro Marino pela agradável convivência e carinho nesses anos.

À Universidade Federal de Santa Maria pela minha formação acadêmica de graduação e mestrado, bem como a todos os amigos que fiz em Santa Maria, em especial a Gizelli...

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia pela minha formação de doutorado e pelo maravilhoso acolhimento que tive nessa instituição.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Apoio a Pesquisa (CAPES) pela disponibilidade das bolsas de estudo.

Ao meu caro e estimado orientador e professor Homero Bergamaschi, por toda sua dedicação à docência e à pesquisa e pelo seu exemplo profissional e humano em todos os momentos convividos.

À Embrapa Uva e Vinho de Bento Gonçalves e Vacaria, em especial aos pesquisadores Dr. Henrique Pessoa dos Santos e Dr. Gilmar Ribeiro Nachtigall.

Agradeço aos professores da Agrometeorologia Moacir Berlato, Denise Fontana, Ricardo Wanke de Melo e João Ito Bergonci pela harmoniosa e valorosa convivência e pelos exemplos de profissionalismo e de vida que me proporcionaram.

Aos professores Gilmar Marodin e Paulo Vitor de Souza, por terem me mostrado que a fruticultura “não é um monstro”, quebrando meus paradigmas oriundos da graduação....

Ao professor Renar Bender, à amiga Candida e seus bolsistas pela disponibilidade do laboratório de pós-colheita e pela paciência em nos ensinar a realizar as atividades.

À professora Simone Flores, suas bolsistas e aos alunos e funcionários do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS, pelo auxílio nas análises sensoriais.

Aos professores Rinaldo Pires dos Santos e Jorge Mariath e à laboratorista Juliana, pela prestatividade, ensinamentos, amizade e pela disponibilidade do Laboratório de Anatomia Vegetal, do Instituto de Biociências da UFRGS.

Ao Armando Divan Junior, coordenador do Laboratório de Bioindicação Vegetal da UFRGS, pelo auxílio nas análises de clorofila.

À Agropecuária Schio Ltda., seus dirigentes e funcionários Luiz Deon, Jacques, Leandro, André e Luciane, dentre tantos outros, que auxiliaram nos trabalhos no pomar Ferrovia.

Aos bolsistas e amigos Pedro Brauner, Bruno Casamali, Francisco Marodin, Morgana Delazeri, Vanessa dos Santos, Fabrício Dalsin, Diane Alba, Marta e Danielle pelo esforço, dedicação e entusiasmo no dia-a-dia de nossa convivência com a pesquisa.

Aos colegas Marcondes Lazzari e Astor Nied pela agradável convivência.

Aos amigos *agrometeorológicos* para toda vida, em especial a Loana, Viviane, Ana Paula Assunção, Eliana Klering e Amanda.

Também, não posso deixar de agradecer as nossas estimadas secretárias Da. Cátia e Marisa pela ajuda em todos os momentos de dificuldade... E ao setor de transportes da Faculdade de Agronomia, em especial a José Rietjens, Sérgio e Paulo.

A Mirla e Kelly pela amizade e convívio diário, nesses anos de doutorado.

Agradeço a tantas outras pessoas que passaram por minha vida e deixaram suas marcas, movendo meu caminho em direção ao que sempre quis...

ALTERAÇÕES MICROCLIMÁTICAS CAUSADAS POR COBERTURA ANTIGRANIZO E EFEITOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE MACIEIRAS¹

Autor: Leosane Cristina Bosco
Orientador: Homero Bergamaschi

RESUMO

O emprego de cobertura por tela antigranizo em pomares de macieiras vem aumentando no Sul do Brasil. Porém, sabe-se pouco a respeito de seus possíveis efeitos sobre o microclima e, conseqüentemente, sobre o desenvolvimento das plantas, o rendimento e qualidade dos frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar alterações no microclima de pomar de macieiras sob tela antigranizo e seus efeitos sobre o desenvolvimento e a produção de macieiras na região de Vacaria, RS. O estudo foi conduzido em pomar comercial, cultivado sob tela antigranizo preta e em céu aberto, no município de Vacaria, RS, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Foram feitas medições de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), temperatura e umidade do ar, velocidade do vento e precipitação pluvial. Calculou-se a evapotranspiração de referência (ET_o), o acúmulo de graus-dia e a distribuição de RFA no dossel. Foram feitas avaliações fenológicas, fenométricas, anatômicas e fisiológicas, bem como análises de qualidade e rendimento de frutos. A tela antigranizo reduziu em 32% a RFA incidente e reduziu em 39% a velocidade do vento. A qualidade de radiação não se alterou com a cobertura, mas variou entre estratos do dossel. A cobertura não alterou as temperaturas média, mínima e máxima, a pressão parcial de vapor, umidade absoluta e relativa do ar, a precipitação pluvial e ET_o. O dossel sob tela interceptou 38% menos RFA que em céu aberto, porém, a eficiência de interceptação não diferiu entre ambientes. A máxima eficiência de interceptação de RFA ocorreu quando IAF foi de 1,5 sob tela e de 2,5 em céu aberto. A cobertura por tela promoveu aumento na estatura de plantas e prolongou o subperíodo entre a frutificação efetiva e a colheita, retardando a maturação dos frutos. No entanto, o número de folhas e o índice de área foliar não foram alterados pela cobertura. Quanto à anatomia e fisiologia das plantas, verificou-se a necessidade de estudos mais detalhados em parâmetros que expressam relações hídricas entre plantas e ambiente. Embora reduzindo a radiação solar incidente, a cobertura não alterou a razão entre sólidos solúveis totais e acidez titulável, a coloração, as características organolépticas de frutos e não reduziu o rendimento de maçãs 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema'. Portanto, o uso de tela antigranizo sobre pomares de macieira é uma alternativa importante para proteção de macieiras a precipitações de granizo, pois causa pequenas alterações no microclima e no crescimento das plantas, assegurando a produção dos frutos.

¹ Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (203p.) Dezembro, 2011.

MICROCLIMATE ALTERATIONS CAUSED BY HAIL NET COVERAGE AND EFFECTS ON THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF APPLE TREES¹

Author: Leosane Cristina Bosco

Adviser: Homero Bergamaschi

ABSTRACT

The use of hail net coverage in apple orchards has increased in southern Brazil. However, little is known about their possible effects on the microclimate and, consequently, on plant growth, crop yield, and fruit quality. The objective of this study was to evaluate microclimate alterations in apple orchards under hail net and its effects on the development and production of apple trees, in Vacaria, Brazil. The study was conducted in commercial orchards, grown under hail black net and in open sky, in the municipality of Vacaria, RS, during the 2008/2009, 2009/2010 and 2010/2011 vegetative cycles. Continuous measurements of photosynthetically active radiation (PAR), air temperature and humidity, wind speed and rainfall were performed. The reference evapotranspiration (ET_o), accumulated degree-days and PAR distribution into the canopy were determined. Parameters of phenology, phenometry, leaf anatomy and physiology as well as analysis of quality and fruit yield were evaluated. The hail net reduced by 32% the incident PAR and also reduced by 39% the wind speed. The quality of solar radiation did not change with coverage, but varied between canopy strata. The coverage did not alter the average, minimum and maximum air temperature, the air vapor pressure and absolute humidity, as well as the rainfall and ET_o. The covered canopy intercepted 38% less PAR than in open sky, while the efficiency of PAR interception did not differ between environments. The maximum efficiency of PAR interception occurred when LAI was 1.5 and 2.5 under hail net and in the open air, respectively. The hail coverage promoted an increase in plant height and prolonged the sub-period between fruit set and harvest, delaying the ripening of fruits. However, it did not affect the number of leaves and leaf area index. On the other hand, regarding the anatomy and physiology of plants, there is a need of further detailed studies on parameters that express water relationships between plants and environment. Although reducing the incident solar radiation, the coverage did not change the ratio between total soluble solids and titratable acidity, the fruit color and organoleptic characteristics and did not reduce yield of 'Royal Gala' and 'Fuji Suprema' apples. Therefore, the use of hail net coverage on apple orchards is an important alternative to protect plants against hail precipitations, since it causes small changes in microclimate and plant growth, ensuring production of fruits.

¹ Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (203p.) December, 2011.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 A cultura da macieira	5
2.1.1 Origem e distribuição no mundo e no Brasil.....	5
2.1.2 Manejo e produção da macieira no sul do Brasil	10
2.2 O clima das regiões produtoras de maçãs no Brasil	12
2.2.1. Condições climáticas para a macieira no Sul do Brasil.....	12
2.2.2 Ocorrência de granizo.....	14
2.2.3 Alternativas para controle de danos por granizo	16
2.3 Pomares em cultivo protegido	20
2.3.1 Microclima em pomares de macieiras sob cobertura	22
2.3.2. Efeitos de alterações microclimáticas na produção e qualidade de maçãs.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 Localização e caracterização dos experimentos.....	34
3.2 Condições meteorológicas	38
3.2.1 Monitoramento em nível de mesoescala	38
3.2.2 Monitoramento em nível de microescala	40
3.2.2.1 Radiação fotossinteticamente ativa (RFA).....	41
3.2.2.2 Saldo de radiação.....	43
3.2.2.3 Qualidade de radiação	43
3.2.2.4 Temperatura e umidade do ar	44
3.2.2.5 Velocidade do vento e precipitação pluvial.....	45
3.2.2.6 Evapotranspiração de referência.....	46
3.3 Determinações fenológicas	47
3.4 Determinações fenométricas	48
3.5 Variáveis anatômicas e fisiológicas	50
3.5.1 Potencial da água na folha.....	50

	Página
3.5.2 Anatomia foliar.....	50
3.5.3 Estômatos	51
3.5.4 Teor de clorofila	52
3.5.5 Taxa fotossintética.....	53
3.6 Análises pós-colheita	54
3.6.1 Cor da epiderme	55
3.6.2 Diâmetro transversal e longitudinal dos frutos.....	57
3.6.3 Incidência de <i>russeting</i>	57
3.6.4 Número de sementes.....	58
3.6.5 Firmeza da polpa	58
3.6.6 Acidez total titulável e sólidos solúveis totais.....	58
3.6.7 Análise sensorial.....	59
3.6.8 Rendimento e Componentes do rendimento.....	60
3.6.9 Danos provocados por granizo	60
3.7 Análises estatísticas	61
3.7.1 Elementos meteorológicos.....	61
3.7.2 Atributos de plantas ou frutos.....	62
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.1 Condições meteorológicas do período experimental	64
4.2 Microclima de pomar de macieira em céu aberto e sob tela antigranizo.....	72
4.2.1 Radiação fotossinteticamente ativa incidente.....	72
4.2.2. Balanço de radiação fotossinteticamente ativa.....	78
4.2.3 Saldo de radiação.....	80
4.2.4 Qualidade de radiação	82
4.2.5 Temperatura do ar.....	85
4.2.6 Umidade do ar	92
4.2.7 Velocidade do vento	95
4.2.8 Precipitação pluvial	96
4.2.9 Evapotranspiração de referência (ET _o).....	97
4.3 Crescimento e desenvolvimento de plantas	99
4.3.1 Fenologia	99
4.3.2 Variáveis fenométricas	103
4.3.3 Interação da radiação solar com o dossel vegetativo.....	108
4.3.3.1 Interceptação da radiação solar.....	108

	Página
4.4 Variáveis fisiológicas.....	114
4.4.1 Caracterização dos dias de avaliação	114
4.4.2 Potencial de base e potencial mínimo da água na folha	116
4.4.3 Anatomia foliar, clorofila e taxa fotossintética de folhas de macieira	118
4.5 Caracterização dos frutos em “pós-colheita”	128
4.6 Análise sensorial	142
4.7 Rendimento e componentes do rendimento	146
4.8 Ocorrência de granizo	149
5 CONCLUSÕES	154
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
7 APÊNDICES	169

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente média do período em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	75
2. Distribuição da radiação solar de diferentes comprimentos de onda nos estratos superior, médio e inferior e na entrelinha de pomar de macieira ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em dia ensolarado (31/03/2010). Vacaria, RS.....	84
3. Temperatura do ar máxima (Máx), média (Méd) e mínima (Mín) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	88
4. Pressão parcial de vapor (e), umidade absoluta (UA) e umidade relativa do ar (UR) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	92
5. Estatura, número de ramos e diâmetro do caule de plantas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA). Vacaria, RS, 2008 a 2010.....	104
6. Número de folhas, área foliar, índice de área foliar (IAF) e índice de forma (IF) médios de folhas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), nos ciclos 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10). Vacaria, RS.....	104
7. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA; MJ m ⁻² s ⁻¹); temperatura do ar (Tar, °C); umidade relativa do ar (UR, %); velocidade do vento (m s ⁻¹) médias do período entre 8 e 13 h (horário local) e precipitação pluvial (mm) em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA). Vacaria, RS.....	116

	Página
8. Espessura (μm) da epiderme adaxial (EAdax.), abaxial (EAbax.), do parênquima paliçádico (PP) e lacunoso (PL), espessura total (ET), razão entre PP e PL (PP/PL) e índice estomático (IE) de folhas de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	120
9. Teor de clorofila em folhas de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	124
10. Teor de clorofila em folhas de macieira ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	125
11. Taxa máxima de fotossíntese líquida ($A_{N\text{máx}}$; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), ponto de compensação de luz (Γ ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respiração no escuro (R_e ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência quântica aparente (Φ_a) em plantas de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	127
12. Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e razão entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) em frutos de macieira ‘Royal Gala’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	129
13. Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e razão entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) em frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	130
14. Firmeza de polpa, número de sementes por fruto e porcentagem de frutos com <i>russeting</i> em frutos de macieira ‘Royal Gala’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.	133
15. Firmeza de polpa, número de sementes por fruto e porcentagem de frutos com <i>russeting</i> em frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	134
16. Indicadores da coloração de frutos ângulo Hue ($^{\circ}\text{h}$) ou de cor, índice de cor (IC) e chroma em frutos de macieira ‘Royal Gala’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	138
17. Indicadores da coloração de frutos ângulo Hue ($^{\circ}\text{h}$) ou de cor, índice de cor (IC) e chroma em frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	139

	Página
18. Diâmetros longitudinal e transversal (cm) e índice de forma (IF) de frutos de macieira ‘Royal Gala’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	140
19. Diâmetros longitudinal e transversal (cm) e índice de forma (IF) de frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	141
20. Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa, ângulo Hue, chroma, diâmetro longitudinal, massa unitária de maçãs produzidas em céu aberto (CA) e sob tela antigranizo (TA) e número dias de armazenagem em câmara fria até a análise sensorial. Vacaria, RS, 2009/2010.....	143
21. Análise de variância para atributos sensoriais de maçãs ‘Royal Gala’ produzidas sob tela antigranizo e em céu aberto, no ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	144
22. Análise de variância para atributos sensoriais de maçãs ‘Fuji Suprema’ produzidas sob tela antigranizo e em céu aberto, no ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	145
23. Número de frutos por planta, massa média de fruto e rendimento de frutos de macieira ‘Royal Gala’ em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	146
24. Número de frutos por planta, massa média de fruto e rendimento de frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	147
25. Datas de ocorrência de granizo no pomar Ferrovia da Empresa Agropecuária Schio, com respectiva porcentagem de perdas de produção. Vacaria, RS.....	149
26. Número folhas danificadas por granizo nos estratos superior e inferior do dossel e área foliar média (AF) em macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS, 2010.....	152
27. Severidade de danos em frutos provocada por granizo em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS, 2010.....	153

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Principais municípios produtores de maçã no Sul do Brasil: Vacaria (1), São Joaquim (2), Fraiburgo (3) e Palmas (4). Adaptado de Wrege & Herter (2008).....	8
2. Produção de maçãs e área cultivada com macieiras no Rio Grande do Sul e em Vacaria, no período de 1995 a 2011. Fonte: Agapomi (2011).....	9
3. Pomar de macieira em céu aberto (acima) e sob tela antigranizo (abaixo). Vacaria, RS, 2008 a 2011.....	36
4. Pomar de macieira sob tela antigranizo e em céu aberto. Agropecuária Schio Ltda, Vacaria, RS, 2008 a 2011. Adaptado de Google Earth®, 2010.....	37
5. Estação meteorológica automática instalada a 215 m do pomar de macieira (área experimental). Vacaria, RS, 2008 a 2011.....	39
6. Distribuição dos sensores para monitoramento micrometeorológico em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ em céu aberto e sob tela antigranizo. No canto direito superior: detalhe de pluviômetro e saldo-radiômetro. Vacaria, RS. 2008 a 2011.....	41
7. Distribuição de psicrômetros em estratos superior, médio e inferior de dosséis de macieiras ‘Royal Gala’, em céu aberto e sob tela antigranizo. Vacaria, RS. 2008 a 2011.....	44
8. Micrografia de campo claro de células epidérmicas (CE) e de estômatos (E) em folhas de macieira ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo, com aumento de 40 vezes. Vacaria, RS, 2009/2010.....	52
9. Sistema de cor CIELAB, proposto pela Commission Internationale de L’Eclairage (CIE, 1986).....	56
10. Medidas de diâmetro transversal e longitudinal de maçãs, em pomar em céu aberto e sob tela antigranizo. Vacaria, RS.....	57
11. Área experimental com localização de sensores micrometeorológicos e plantas marcadas para avaliações, em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS, 2008 a 2011.....	63

	Página
12. Médias mensais de radiação solar global (a), temperatura do ar (b) máxima (T _{máx}), média (T _{méd}) e mínima (T _{mín}), umidade relativa do ar (c), velocidade do vento (d), totais mensais de precipitação pluvial (e) e evapotranspiração de referência - ETo (f), em comparação com médias climatológicas. Vacaria, RS, 2008 a 2011.....	65
13. Médias estacionais de radiação solar global (R _g) nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	66
14. Médias estacionais das temperaturas do ar máxima (a), média (b) e mínima (c) nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS....	67
15. Médias estacionais de umidade relativa do ar dos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	68
16. Médias estacionais de velocidade do vento nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	69
17. Médias estacionais de precipitação pluvial nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	70
18. Evapotranspiração de referência (ETo) calculada pelo método de Penman-Monteith durante as estações do ano, nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	71
19. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente sobre pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) em função da radiação solar global (R _g) em céu aberto, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	73
20. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente nos estratos superior (a), médio (b), inferior (c) e ao nível do solo (d) do dossel de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) em função de RFA incidente em céu aberto (CA), de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	74
21. Radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) incidente sobre diferentes estratos de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em dias ensolarado (19/12/2009) (a, c, e) e nublado (21/12/2009) (b, d, f). Vacaria, RS.....	77
22. Relações entre radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada (a), absorvida (b), transmitida (c) e refletida (d) em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	78
23. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada e absorvida em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (a) e em céu aberto (b), de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	79

	Página
24. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa (RFA) refletida e incidente sobre pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (a) e em céu aberto (b), de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	79
25. Relação entre o saldo de radiação (Rn) e a radiação solar global (Rg) em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), no período de 19/12/2009 a 12/03/2010. Vacaria, RS. Linha preta representa a linha de tendência dos dados sob tela antigranizo, linha cinza a linha de tendência dos dados em céu aberto e pontilhada a linha 1:1.....	80
26. Relação entre o saldo de radiação (Rn) estimado em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) no período de setembro 2008 a abril 2009, outubro 2009 a abril 2010 e de setembro 2010 a abril 2011. Vacaria, RS. Linha pontilhada representa a relação 1:1.....	81
27. Saldo de radiação em dias ensolarado (a; 19/12/2009) e nublado (b; 21/12/2009) sobre pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS.....	82
28. Razão entre a radiação solar incidente nos estratos superior, médio e inferior e nas entrelinhas de pomar de macieira ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), para diferentes comprimentos de onda, em dia ensolarado (31/03/2010). Vacaria, RS.....	83
29. Médias decendiais de temperatura do ar máxima (Máx), média (Méd) e mínima (Mín) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b) e 2010/2011 (c). Vacaria, RS.....	87
30. Relações da temperatura do ar máxima (a), média (b) e mínima (c) entre pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos estratos superior, médio e inferior, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	89
31. Temperatura média do ar em dias ensolarado (19/12/2009) (a, c, e) e nublado (21/12/2009) (b, d, f) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS.....	90
32. Umidade relativa (UR) e umidade absoluta do ar (UA) em dia ensolarado (19/12/2009) (a, c, e) e nublado (21/12/2009) (b, d, f), para diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’, sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA). Vacaria, RS.....	94
33. Relação entre velocidade média do vento em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	96
34. Relação entre precipitação pluvial em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, de janeiro a abril de 2009, de novembro a dezembro de 2009 e de maio de 2010 a abril de 2011. Vacaria, RS.....	97

	Página
35. Relação entre a evapotranspiração de referência (ET _o) estimada em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS. A linha sólida representa a linha de tendência e a pontilhada representa a relação 1:1.....	98
36. Evapotranspiração de referência (ET _o) mensal sob tela antigranizo e em céu aberto em pomar de macieira, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	99
37. Subperíodos de quebra de dormência à ponta verde (QD-PV), ponta verde à plena floração (PV-PF), plena floração à frutificação efetiva (PF-FE) e frutificação efetiva à colheita (FE-CO) em função dos graus-dia acumulados, em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.....	100
38. Diâmetro transversal de frutos em função de graus-dia acumulados, em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria, RS.....	101
39. Sólidos solúveis totais (SST) de frutos em função de graus-dia acumulados, em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria, RS.....	102
40. Projeção de folhas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em imagens obtidas por fotografia digital. Vacaria, RS, 2009.....	105
41. Índice de Área foliar (IAF) observado em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, ao longo dos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria, RS.....	106
42. Índice de área foliar (IAF) observado sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○) e estimado em função de graus-dia acumulados em pomar de macieiras ‘Royal Gala’ (a, b) e ‘Fuji Suprema’ (c, d), nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Linhas sólidas, tracejadas e pontilhadas representam valores estimados sob tela antigranizo, em céu aberto e para ambos, respectivamente. Vacaria, RS.....	108
43. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada pelo dossel em função de graus-dia acumulados após a quebra de dormência em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○), nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b) e 2010/2011 (c). Relação entre RFA interceptada pelo dossel sob tela antigranizo e em céu aberto durante os três ciclos (d). Vacaria, RS.....	109
44. Eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em função de graus-dia acumulados após a quebra de dormência, em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○), nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b) e 2010/2011 (c). Relação entre a eficiência de interceptação do dossel sob tela antigranizo e em céu aberto durante os três ciclos (d). Vacaria, RS.....	110

	Página
45. Eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em função do índice de área foliar (IAF) em pomar de macieira ‘Royal Gala’, sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○), nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b), 2010/2011 (c) separadamente, dos três ciclos, conjuntamente, sob tela (d) e em céu aberto (e) e com os dados dos três ciclos e dos dois ambientes juntos (f). Vacaria, RS.....	112
46. Coeficiente de extinção da radiação solar fotossinteticamente ativa (Eint) em função do índice de área foliar (IAF) ajustado em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○) nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b), 2010/2011 (c) separadamente, dos três ciclos, conjuntamente, sob tela (d) e em céu aberto (e) e com os dados dos três ciclos e dos dois ambientes juntos (f). Vacaria, RS. Vacaria, RS.....	114
47. Potencial de base e potencial mínimo da água em folhas de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto e seu respectivo desvio padrão, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	117
48. Micrografia de folhas de macieira ‘Royal Gala’ em céu aberto (CA) e sob tela antigranizo (TA) em 23/10/2009 (E1) e 11/02/2010 (E2), com aumento de 40 vezes. Vacaria, RS, 2009/2010.....	122
49. Micrografia de folhas de macieira ‘Fuji Suprema’ em céu aberto (CA) e sob tela antigranizo (TA) em 23/10/2009 (E1), 11/02/2010 (E2) e 20/04/2010 (E3), com aumento de 40 vezes. Vacaria, RS, 2009/2010.....	122
50. Taxa fotossintética líquida (A) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em plantas de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.....	126
51. Diagrama de cores dos frutos, com coordenadas a e b obtidas em colorímetro em maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior e inferior do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS. ns = não significativo ($p < 0,05$) para ambiente e estrato do dossel.....	136
52. Diagrama de cores de maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ produzidas sob tela antigranizo (círculo preto) e em céu aberto (círculo branco) no ciclo 2009/2010, que foram submetidos à análise sensorial. Vacaria, RS.....	143
53. Imagem realçada do satélite GOES 1 do dia 24/11/2010, às 6 horas horário local. Fonte: CPTEC/INPE, 2011b.....	150
54. Detalhes do granizo acumulado sobre a tela (a e b) e danos provocados pelo granizo em ramos (c), folhas (d) e frutos (e) em pomar de macieiras ‘Royal Gala’ em céu aberto. Vacaria, RS, 2010.....	151

RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.....	169
2. Ficha de avaliação do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS, utilizada para análise sensorial de frutos de maçã produzidos sob tela antigranizo e em céu aberto. Porto Alegre, 2011.....	203

1 INTRODUÇÃO

A cultura da macieira se desenvolve em regiões temperadas ou em altitudes elevadas. As características climáticas típicas dessas regiões beneficiam a produção e qualidade dos frutos, que demandam um longo período com baixas temperaturas do ar para que haja crescimento e desenvolvimento adequados das plantas. Ocorre, contudo, que essas regiões são atingidas por frequentes precipitações de granizo, que causam prejuízos significativos aos pomares e aos produtores. Com isto, produtores e pesquisadores vem buscando alternativas para minimizar prejuízos, que incluem o emprego de foguetes antigranizo, geradores de solo, seguro agrícola e cobertura dos pomares com telas antigranizo.

No Rio Grande do Sul as maiores incidências de granizo ocorrem nas regiões de maior altitude e continentalidade, com quatro ou mais precipitações por ano. O granizo é considerado um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de maçãs da Região Sul do Brasil. Os danos provocados pelo granizo são variáveis, dependendo da época de ocorrência, duração e velocidade de queda do granizo e do estágio fenológico das plantas. Em macieiras, os frutos ficam deformados se forem atingidos logo após a floração, depreciando sua qualidade. Em frutos maiores, os danos causados pelo granizo resultam em lesões que favorecem o aparecimento de patógenos, impossibilitando, muitas vezes, sua comercialização. Quando ocorre em precipitações intensas, o granizo pode afetar a produção de safras futuras, devido a danos causados em ramos e folhas.

A cobertura das plantas com telas tem sido considerada como o método mais seguro e eficaz de proteção contra o granizo, e seu emprego vem aumentando. Desde os anos de 1960, diversos sistemas de telas foram desenvolvidos, e sua utilização vem comprovando a eficácia desta alternativa de controle do granizo. No entanto, as informações sobre efeitos das telas antigranizo no microclima do pomar, na anatomia e fisiologia das plantas e na qualidade dos frutos não são consistentes e variam de acordo com as condições do local, do material empregado e do manejo dos pomares. Desta forma, os produtores de maçãs do Brasil têm tido cautela ao investir na utilização de telas em grandes áreas, devido à incerteza dos seus efeitos e aos altos custos de instalação.

Como em outros ambientes protegidos, o uso de tela antigranizo tende a influenciar o microclima da cultura, podendo modificar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Coberturas com telado podem promover alterações micrometeorológicas, que podem interferir nas relações planta-ambiente. A interceptação de radiação solar pela cobertura, por exemplo, tende a alterar os balanços de radiação e de energia sobre as plantas e, conseqüentemente, interferir na fotossíntese, na produção e na qualidade dos frutos. Por outro lado, alterações físicas promovidas por ambientes protegidos, sobretudo as condições micrometeorológicas, podem incrementar o cultivo de determinadas espécies, com melhorias de qualidade, rendimento e sanidade, visando atender à sazonalidade da demanda comercial. Em alguns casos, porém, tais alterações podem ser desfavoráveis, se causarem aquecimento excessivo ou redução acentuada na radiação solar incidente, o que pode afetar a rendimento das plantas e a qualidade dos produtos.

Diante da importância que os elementos micrometeorológicos têm sobre o crescimento e o desenvolvimento da macieira, há necessidade de se desenvolver pesquisas no sentido de obter parâmetros de resposta da cultura e informações técnicas que possibilitem melhorar os sistemas de cobertura e o manejo das plantas sob telados antigranizo. Para tanto, tornam-se imprescindíveis estudos detalhados e sistêmicos sobre as

alterações microclimáticas em pomares conduzidos em ambientes de cobertura antigranizo. Associando a essas alterações é necessário quantificar as respostas da cultura, em termos de crescimento e desenvolvimento das plantas e frutos, bem como de rendimento e componentes de rendimento.

Neste estudo, foram consideradas as seguintes hipóteses:

- A cobertura de pomar de macieira com tela antigranizo preta promove alterações no microclima da cultura, em particular na quantidade e na qualidade da radiação solar e, conseqüentemente, na temperatura e umidade do ar;

- Alterações promovidas por tela antigranizo na incidência de radiação solar modificam sua distribuição ao longo do dossel e a eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelas plantas, em relação ao ambiente em céu aberto;

- A demanda evaporativa atmosférica é menor sob tela antigranizo, em comparação ao ambiente em céu aberto;

- Alterações no microclima sob tela antigranizo influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, promovendo alterações fenológicas, fenométricas e anatômicas nas plantas, em relação ao ambiente em céu aberto;

- A cobertura por tela antigranizo reduz o potencial da água, o teor de clorofila e taxa fotossintética em folhas de macieiras, em relação ao ambiente em céu aberto;

- Características físico-químicas dos frutos, componentes do rendimento e rendimento de macieiras são alterados pela cobertura por tela antigranizo em relação ao ambiente em céu aberto;

- O emprego de tela antigranizo promove proteção efetiva de pomar de macieira sob condições de ocorrência do fenômeno.

Este estudo teve por objetivo geral avaliar alterações no microclima de pomar de macieiras sob tela antigranizo e seus efeitos sobre o desenvolvimento e a produção de macieiras na região de Vacaria, RS.

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- Quantificar alterações de radiação fotossinteticamente ativa incidente, temperatura e umidade do ar, velocidade do vento, precipitação pluvial e evapotranspiração de referência em pomar de macieiras ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo, em relação à ambiente em céu aberto;

- Quantificar o balanço de radiação solar e o respectivo saldo energético em pomar de macieira ‘Royal Gala’, sob tela antigranizo e em céu aberto.

- Caracterizar a composição espectral da radiação solar incidente sobre pomar de macieira ‘Fuji Suprema’, sob tela antigranizo e em céu aberto;

- Avaliar a resposta fenológica e a fenométrica de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’, sob tela antigranizo e em céu aberto;

- Avaliar o potencial da água na folha, a anatomia foliar, o teor de clorofila e a taxa fotossintética de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’, sob tela antigranizo e em céu aberto;

- Avaliar coloração, diâmetro, incidência de *russeting*, número de sementes, firmeza de polpa, acidez titulável total, sólidos solúveis totais, características organolépticas, componentes do rendimento e rendimento de frutos de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’, sob tela antigranizo e em céu aberto;

- Avaliar a incidência de danos causados pela precipitação de granizo sobre frutos, folhas e ramos em pomar de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da macieira

2.1.1 Origem e distribuição no mundo e no Brasil

A macieira pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Maloidae*, gênero *Malus*. O centro de origem está na região do Cáucaso, cadeia de montanhas da Ásia, e no leste da China. Presume-se que o desenvolvimento das espécies atuais tenha iniciado há 20.000 anos (Petri & Leite, 2008).

A espécie de macieira mais cultivada no mundo é considerada um complexo híbrido interespecífico, designado *Malus domestica* Borkh (Korban & Skirvin, 1984) ou *M. domestica* Borkh. (Phipps *et al.*, 1990). A origem e os ancestrais desta espécie permanecem desconhecidos. Em 1803, foi descrita, pela primeira vez, a espécie *Malus domestica* e acreditava-se que a mesma se originou de um híbrido das espécies *M. sylvestris*, *Malus dasyphyllus* Borkh. e *Malus praecox* Borkh. Atualmente, existe a hipótese de que a *Malus sieversii* Roem (Ledeb.), cultivada nas montanhas da Ásia Central, em altitudes de 1200 a 1800 m, é a espécie que deu origem a *M. domestica* Borkh (Juniper *et al.*, 1998). Durante o final do Século XIX e no Século XX, cultivares encontradas ou melhoradas na Europa, Rússia, América do Norte, Nova Zelândia, Japão e Austrália foram distribuídas em todo o mundo, formando a base de produção mundial de maçãs em nível comercial (Way *et al.*, 1990).

Atualmente, noventa países produzem maçãs no mundo, mas somente vinte se destacam e são responsáveis por cerca de 79% da produção mundial (FAO, 2011). A China lidera o *ranking* mundial, produzindo 44,4% do volume total, embora apresente rendimento médio de 14,9 toneladas por hectare, abaixo de países como Chile (36,6 t ha⁻¹), Brasil (29,1 t ha⁻¹) e Argentina (28,3 t ha⁻¹). A grande produção chinesa se deve à maior área cultivada com macieiras no mundo (41,6%). Seguindo a China, os principais produtores de maçãs, por ordem decrescente de produção, são Estados Unidos, Turquia, Polônia, Irã, Itália, França, Índia, Rússia, Brasil, Chile, Alemanha, Argentina, Japão, Ucrânia, Coreia, África do Sul, Usbequistão, Espanha e Hungria (FAO, 2011).

No Brasil, o desenvolvimento da pomicultura pode ser dividido em três períodos: (a) formação da estrutura de produção, até o final dos anos 1980; (b) intensificação e consolidação, na década de 1990; (c) reestruturação da produção, com implementação dos programas de produção integrada de maçãs, que se iniciou no final da década de 1990, buscando obter produtos mais limpos e sistemas de produção menos agressivos ao ambiente. A partir do ciclo 2002/2003, iniciou-se a certificação dos pomares. Nesta fase, buscou-se melhor qualidade de produção, segurança alimentar e conservação ambiental, visando atender aos anseios de consumidores mais conscientes e exigentes (Mello, 2004; Pereira *et al.*, 2006).

O Brasil tem apresentado aumento no rendimento médio de frutos de macieira, contribuindo para um melhor desempenho da atividade macieira. Diversas técnicas e estratégias foram adaptadas às condições de produção brasileira. Essas possibilitaram ao País se tornar um grande produtor e exportador de maçãs (Boneti *et al.*, 2006a). Dentre as principais estratégias adotadas destacam-se o desenvolvimento de novas cultivares, a tecnologia de manejo dos pomares, a produção integrada de maçãs, a profissionalização dos produtores e a tecnologia de armazenagem. Neste processo de desenvolvimento da pomicultura no Brasil, deve-se ressaltar que a participação do Instituto Agrônomo de

Campinas (IAC), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em parceria com diversas outras instituições brasileiras e do exterior, além da cooperação dos produtores e da iniciativa privada foi fundamental (Pereira *et al.*, 2006). Segundo Tagliari (2005), com o processo de certificação da produção, apoio da pesquisa científica pública, utilização de técnicas modernas e assistência técnica constante, os fruticultores no Sul do Brasil conseguiram aumentar a qualidade e o rendimento de seus pomares.

As regiões preferenciais de produção de maçãs no Brasil estão localizadas no Planalto Catarinense, incluindo áreas em São Joaquim, Lages, Vale do rio do Peixe e Campos de Herciliópolis em Santa Catarina, na Encosta Superior do Nordeste e Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, e na região de Palmas, no Paraná. Em Santa Catarina predomina uma estrutura produtiva baseada em pequenos fruticultores, com exceção para a região de Fraiburgo, caracterizada por grandes produtores. A produção do Rio Grande do Sul se caracteriza pela predominância de grandes empresas produtoras e comercializadoras (Petri, 2006). Estas áreas de produção se localizam nas regiões que dispõem da maior duração de frio no Brasil (Figura 1).

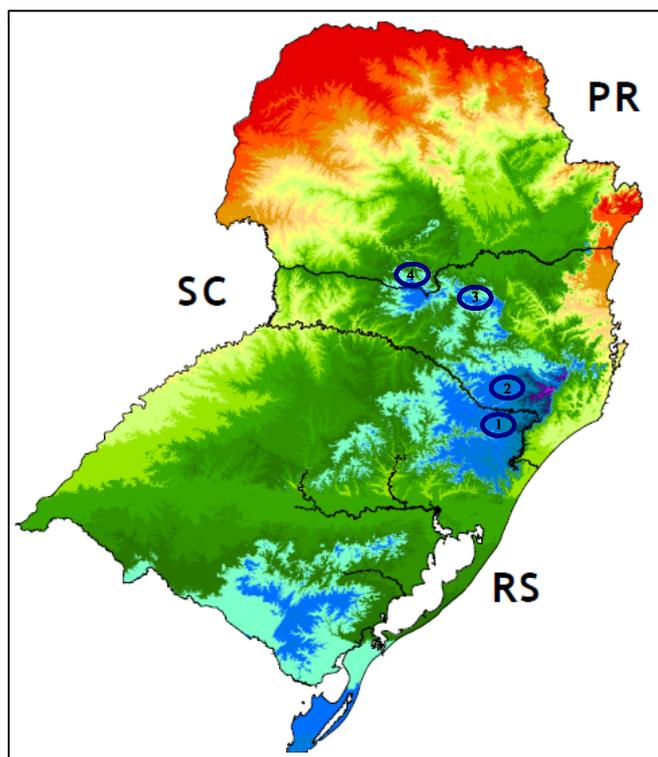


FIGURA 1. Principais municípios produtores de maçã no Sul do Brasil: Vacaria (1), São Joaquim (2), Fraiburgo (3) e Palmas (4). Adaptado de Wrege & Herter (2008).

Os últimos dados do IBGE (2011) mostram que, em 2009, os três estados da Região Sul produziram 99,6% da produção total do País, ou seja, 1,2 milhões de toneladas, em uma área de 38,8 mil hectares. A quantidade de produtores associados em suas entidades representativas é de 1.100 produtores em Santa Catarina (AMAP, 2011), 608 no Rio Grande do Sul (AGAPOMI, 2011) e 23 no Paraná (FRUTIPAR, 2011). No ciclo 2010/2011 o Rio Grande do Sul foi considerado, pela primeira vez, o maior produtor de maçãs do Brasil. Neste Estado existem 28 municípios produtores, sendo Vacaria responsável por 53,8% da produção estadual de maçãs (Figura 2) e de 19,3% da produção do Brasil (AGAPOMI, 2011). Verifica-se que a área plantada aumentou e que tem ocorrido variação na produção em alguns ciclos, resultante da alternância de produção e de efeitos adversos do clima como geada tardia, granizo e estiagem (Figura 2).

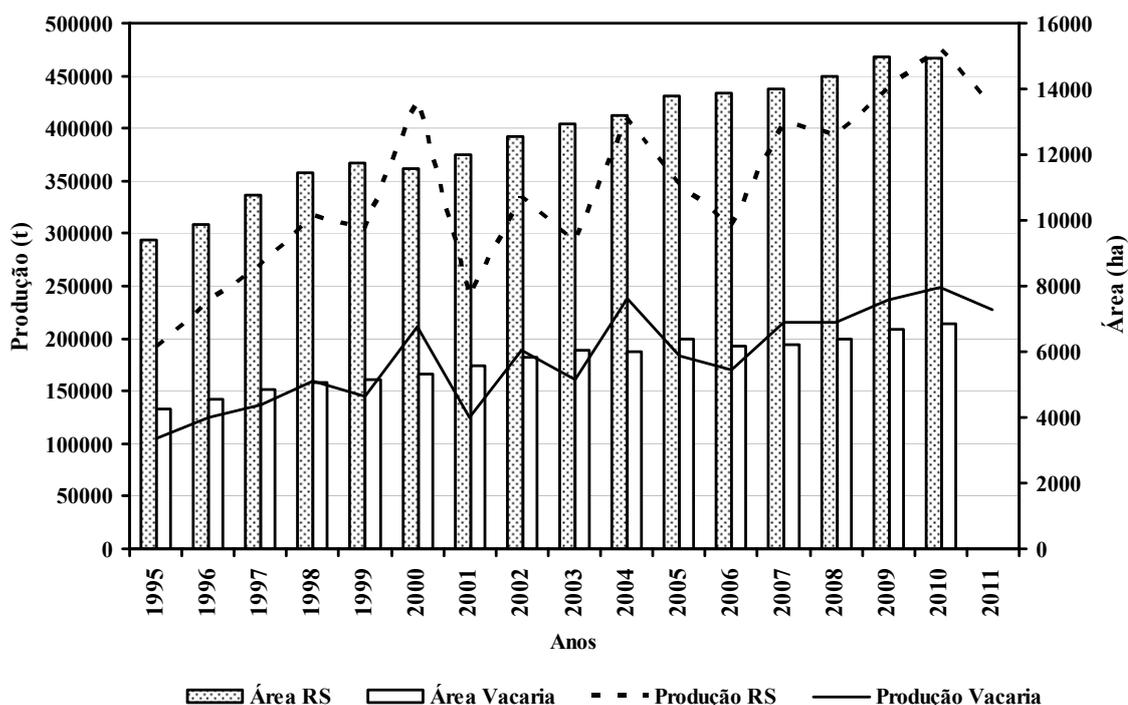


FIGURA 2. Produção de maçãs e área cultivada com macieiras no Rio Grande do Sul e em Vacaria, no período de 1995 a 2011. Fonte: Agapomi (2011).

A produção de maçãs em Santa Catarina sempre foi superior aos demais Estados, mas sua participação percentual mostrou-se decrescente, com queda significativa nos três primeiros anos da década de 1990, estabilizando-se posteriormente, no período de 1993/1994 a 2003/2004, quando esta se situou entre 51% e 55% da produção total (Pereira *et al.*, 2006). Em 2010/2011, embora tenha apresentado incremento de 0,9% na área colhida (20,1 mil hectares) e 5,5% no rendimento médio de frutos, houve queda de porcentagem em relação à produção total do ciclo 2009/2010. Esta redução pode ser explicada, em parte, pelo crescimento maior da produção no Rio Grande do Sul, que cresceu 152% no período, enquanto que o crescimento da produção em Santa Catarina foi de 89%. Por outro lado, condições climáticas adversas atingiram a região de São Joaquim no ciclo 2010/2011 (Gomes, 2011). Em outubro, entre a floração e o início da formação dos frutos, temperaturas de até -5°C e geadas comprometeram os pomares. Em Urupema, onde 2 mil dos 2,5 mil moradores estão envolvidos com a produção de maçã, as perdas nos pomares passaram de 70%. O segundo fator foi o granizo, que veio depois da geada e

destruiu parte do que havia sobrevivido ao frio tardio. Por fim, ocorreu alternância de produção da cultivar 'Fuji' (Gomes, 2011).

Em relação ao aumento de produção e rendimento, ainda há muito a avançar. Em pomares experimentais, com tecnologia disponível, pode-se obter mais de 80 t ha^{-1} , o que demonstra o potencial que a cultura pode atingir. Esses níveis de rendimento poderiam colocar a produção brasileira próxima aos principais países produtores. No entanto, fatores adversos, entre os quais estão as condições meteorológicas, podem interferir nas produções futuras. Por isto, é necessário desenvolver e utilizar métodos que possam aprimorar o gerenciamento dos problemas de produção em pomares dessas regiões.

2.1.2 Manejo e produção da macieira no sul do Brasil

A macieira é cultivada em diferentes tipos de solo e em diferentes condições de clima. No entanto, os solos mais adequados são profundos e bem drenados. De modo geral, os solos do sul do Brasil não são limitantes para o cultivo da macieira, desde que sejam feitas as correções químicas e físicas necessárias (Petri, 2006). No manejo do solo em pomares preconiza-se a cobertura das entrelinhas, para diminuir os efeitos de compactação pelo tráfego de máquinas, controlar as plantas invasoras e evitar a erosão provocada pela chuva abundante e topografia ondulada nas regiões produtoras (Losso, 2006).

A produção de mudas é feita por enxertia, sendo os porta-enxertos multiplicados por mergulhia ou através de micropropagação (Leite *et al.*, 2006). Os porta-enxertos mais utilizados no Brasil são M-9 (anão), M-7 (semivigoroso) e Marubakaido (vigoroso). O tipo de porta-enxerto determina a densidade de plantio e o sistema de condução utilizado (Denardi, 2006). A densidade de plantio varia entre 1.000 e 3.500 plantas ha^{-1} , com espaçamentos de $3,0$ a $5,0$ m entre linhas e $0,8$ a $2,5$ m entre plantas (Petri & Leite, 2008). A densidade de plantio define o sistema de condução e poda das plantas. Atualmente, a implantação de pomares é feita em alta densidade, sendo que as plantas são conduzidas sob

porta-enxerto anão, no sistema de líder central, com sistema de sustentação. Nesse caso, não se definem os estratos das plantas e os ramos devem ser podados de acordo com o espaçamento entre plantas (Pereira & Petri, 2006).

A macieira é uma planta perene e caducifólia, que entra em repouso vegetativo durante o inverno. Ela requer um número mínimo de horas com temperatura do ar abaixo de 7,2°C para superação da dormência das gemas e, assim, iniciar novo ciclo vegetativo e reprodutivo durante a primavera e verão (Petri & Leite, 2008). A necessidade de frio das macieiras varia entre 200 e 1.000 horas, de acordo com a cultivar. Em macieiras submetidas ao frio ocorrem mudanças hormonais endógenas, envolvidas nos processos de entrada e saída da dormência das plantas. Nas principais regiões produtoras de maçãs do Brasil a quantidade de horas de frio no inverno é considerada limitante, pois não atende plenamente às necessidades das plantas. Quando o frio for insuficiente para promover uma intensa brotação, faz-se necessário o uso de produtos químicos específicos para a indução da brotação. As consequências da falta de frio e ausência de quebra de dormência artificial são cumulativas e determinam dominância apical, excesso de crescimento vegetativo, formação de poucos esporões, variação na ocorrência de estádios fenológicos na mesma planta, florescimento desuniforme, frutos pequenos e, em consequência, baixo rendimento (Petri *et al.*, 2006a). Para evitar a alternância de produção e reduzir a competição entre frutos diminui-se a carga de frutos por planta, através de raleio químico ou manual (Camilo & Pereira, 2006).

A macieira necessita polinização cruzada, através do plantio de duas ou mais cultivares, nas linhas de cultivo, e de insetos polinizadores (abelhas) (Petri *et al.*, 2002).

As cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’ e seus clones representam 94,6% da produção de maçãs no Brasil. Essas cultivares possuem características qualitativas (cor e sabor) mais desejáveis pelos consumidores brasileiros (Fioravanço *et al.*, 2010a). No entanto, há

tendência de aumento da disponibilidade de novas cultivares, mais adaptadas aos climas do Sul do Brasil e com maior resistência às principais doenças.

Desde 1990 foram identificadas várias espécies de insetos, ácaros e fungos associados à macieira. A importância econômica desses organismos varia entre anos e entre as três principais regiões produtoras (Fraiburgo, São Joaquim e Vacaria). As principais pragas são mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*), lagarta enroladeira (*Bonagota cranaodes*) e grafolita (*Grapholita molesta*) (Nora & Hickel, 2006). Entre as doenças fúngicas a principal e mais preocupante é a sarna da macieira (*Venturia inaequalis*) (Boneti *et al.*, 2006b). O controle desses organismos é realizado com base em monitoramento e quantificação, para definir aplicações de inseticidas e fungicidas.

A colheita da macieira, em regiões preferenciais ocorre entre janeiro e abril, e varia em função da cultivar e das condições climáticas de cada região (Petri & Leite, 2008). Depois da colheita, os tecidos dos frutos permanecem vivos e, por isso, são perecíveis. Sendo assim, procedimentos técnicos relacionados à colheita e armazenagem são imprescindíveis para manter a qualidade dos frutos após a colheita. O desenvolvimento das técnicas de armazenamento, com uso de atmosfera controlada, tem permitido a conservação de maçãs por longos períodos (Argenta, 2006; Petri & Leite, 2008).

2.2 O clima das regiões produtoras de maçãs no Brasil

2.2.1. Condições climáticas para a macieira no Sul do Brasil

Entre os fatores que mais limitam o cultivo da macieira no sul do Brasil estão as condições meteorológicas. A região Sul do Brasil possui uma diversidade climática considerável. Algumas áreas apresentam clima subtropical com verões quentes, enquanto outras têm clima subtropical com verões amenos. Além disso, o sul do Brasil tem elevada variabilidade nos elementos meteorológicos durante o ano. Isto ocorre devido à influência da estrutura topográfica, das variações de latitude e longitude, da passagem de sistemas de

massas de ar e da formação de frentes meteorológicas (Machado *et al.*, 2010; Diniz *et al.*, 2003).

Analisando uma série de dados de 1931 a 1990, da região dos Campos de Cima da Serra (Bom Jesus, Lagoa Vermelha e Vacaria), Pereira *et al.* (2009) observaram que as temperaturas do ar máxima, mínima e média têm acentuada amplitude térmica anual e que a precipitação pluvial e o número de dias de chuva se distribuem ao longo do ano. As condições climáticas do município de Vacaria foram descritas por Cardoso (2011), com base numa série de 27 anos de dados meteorológicos (1983 a 2009). A temperatura média do ar da região foi de 16,2 °C. O número médio de horas de frio (HF) abaixo de 7,0 °C, acumulado na estação fria, foi de aproximadamente 800 HF. A média da umidade relativa do ar foi de 80,5% e a velocidade média do vento na região foi de 2,5 m s⁻¹. A precipitação pluvial média mensal variou de 115 mm a 203 mm, sendo que o total médio anual foi de aproximadamente 1.900 mm.

Além da variabilidade interanual dos elementos meteorológicos, Pereira *et al.* (2009) e Cardoso (2011) demonstraram tendências de variação temporal em alguns elementos meteorológicos, indicando mudanças climáticas na região. Verificou-se que, nos Campos de Cima da Serra, houve tendência de aumento da temperatura mínima do ar e do número de dias de chuva e diminuição da temperatura máxima do ar (Pereira *et al.*, 2009). Para o município de Vacaria, especificamente, Cardoso (2011) verificou tendência temporal de aumento da temperatura mínima do ar e da precipitação pluvial média da primavera e redução do número de horas de frio.

Para a fruticultura temperada, as variações meteorológicas mais importantes estão relacionadas ao acúmulo de frio e às variações bruscas de temperatura (Cardoso, 2011). Durante o período de dormência a quantidade e a qualidade de frio devem ser homogêneas e suficientes para evitar crescimento errático das plantas. Durante o período reprodutivo das macieiras, temperaturas do ar baixas podem provocar queda de flores e frutos.

Variações nos elementos meteorológicos podem influenciar o desenvolvimento e o potencial produtivo das plantas de macieira, na região de Vacaria. Sendo assim, é importante conhecer o microclima dos pomares, segundo o sistema de manejo, para desenvolver ou adaptar métodos que permitam otimizar a utilização dos recursos naturais disponíveis.

O município de Vacaria, maior produtor de maçãs do Rio Grande do Sul, localiza-se na zona mais fria do Estado. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região de Vacaria é do tipo Cfb. No zoneamento agroclimático para macieira no Estado do Rio Grande do Sul a microrregião de Vacaria foi considerada preferencial para cultivo, pois atende aos seguintes critérios: número de horas de frio (abaixo de 7,2 °C) entre 400 e 600, de maio a agosto, temperaturas máximas médias do ar no inverno entre 15 °C e 18 °C, e temperaturas médias do ar do período vegetativo entre 18 °C e 22 °C (Westphalen & Maluf 1979; Maluf *et al.*, 2011; MAPA, 2011a). No zoneamento elaborado por Maluf *et al.* (2011), o total anual de precipitação pluvial também foi considerado, sendo que regiões com precipitação pluvial anual maior que 1.800 mm foram consideradas preferenciais, apesar de indicarem maior risco de incidência de doenças fúngicas e menor eficiência dos tratamentos fitossanitários. Essas áreas apresentam número de horas de frio acima de 600 e alta eficiência do frio hibernal.

2.2.2 Ocorrência de granizo

A Confederação Nacional de Municípios fez um levantamento de desastres naturais no Brasil, entre 2003 e 2010. O estado que teve mais desastres naturais, registrados nesse período, foi o Rio Grande do Sul (CNM, 2010). Cerca de 20% desses se referem a vendavais e granizo. Isto demonstra que o Rio Grande do Sul necessita monitoramento de desastres naturais, com participação ativa da defesa civil e de centros de previsão do tempo. Baseado em revisão bibliográfica, Yuri (2003) destacou que os trabalhos nacionais

sobre danos causados por precipitações de granizo em pomares de macieiras, ou mesmo em áreas agrícolas, são poucos frente à importância do problema. O autor destaca, ainda, que em países como França, Itália, EUA e Alemanha, que estão entre os principais produtores mundiais de maçãs, o assunto é abordado com maior frequência na literatura.

As áreas com maior frequência de granizo estão nas regiões de latitudes médias, como no caso da América do Sul, especialmente na Argentina e Sul do Brasil (Cunha *et al.*, 2001). O granizo ocorre nessas regiões devido às áreas de instabilidade que se formam no Paraguai e no Norte da Argentina (Marcelino *et al.*, 2004). Essas áreas de instabilidade se deslocam em direção ao Oceano Atlântico e promovem a formação de granizo na região produtora de maçãs. Outro fator determinante para ocorrência de granizo é a formação e desenvolvimento dos complexos convectivos de meso-escala, originados pelo transporte de calor e umidade de latitudes baixas para os subtropicais, principalmente nos meses de primavera e verão (Viana *et al.*, 2009).

As maiores frequências de granizo no Rio Grande do Sul ocorrem nas regiões de maior altitude e/ou continentalidade, com quatro ou mais precipitações por ano (Berlato *et al.*, 2000). Em Vacaria, a frequência de granizo é superior a 20% dos anos, no período de agosto a dezembro, sendo de 40% dos anos em setembro e 15% dos anos em janeiro e fevereiro (Mota & Alves, 1990).

O granizo consiste na precipitação de gelo, em forma esférica ou irregular, geralmente com diâmetro de 5 mm (Glickman, 2000). Normalmente, a precipitação de granizo ocorre durante um tempo menor que da precipitação pluvial, atingindo áreas entre 8 e 16 km (Cunha *et al.*, 2001). Nuvens de grande desenvolvimento vertical, chamadas *cumulonimbus* propiciam condições para formação de granizo. O desenvolvimento de nuvens *cumulonimbus* e, conseqüentemente, de tempestades locais está associado à presença de ar quente, úmido e instável. Essas nuvens podem se formar isoladamente, especialmente em regiões montanhosas, durante o verão. Nesses locais o desenvolvimento

da nuvem está condicionado a um gradiente térmico vertical instável, decorrente de aquecimento diurno intenso, atingindo maiores proporções à tarde (Vianello & Alvez, 1991).

O granizo é um fenômeno que causa prejuízos tanto em áreas urbanas quanto rurais (Berezuk, 2009; Viana *et al.*, 2009). Os danos provocados pelo granizo são variáveis, dependendo do tamanho, densidade por área, duração e velocidade de queda do granizo, idade das plantas e época de ocorrência (Mota, 1981; Berlato *et al.*, 2000). Em macieira, se os frutos forem atingidos logo após a floração, ficam deformados, deprecindo sua qualidade. Em frutos maiores os danos por granizo resultam em lesões, que favorecem o aparecimento de patógenos e impossibilitam, muitas vezes, sua comercialização. Quando ocorre em grande intensidade, o granizo pode comprometer produções futuras, devido aos danos causados em ramos e folhas das macieiras, favorecendo o desenvolvimento de fungos, que causam cancos (Leite *et al.*, 2002; Yuri, 2003).

2.2.3 Alternativas para controle de danos por granizo

Nas principais regiões produtoras de maçãs do mundo, as alternativas utilizadas para combater o granizo ou evitar seus danos em culturas são: geradores de solo, foguetes antigranizo, pulverização das nuvens com emprego de aviões, ondas de choque ionizadas, diversificação espacial, seguro agrícola e cobertura com telas antigranizo.

Os geradores de solo, foguetes antigranizo e a pulverização das nuvens com a utilização de aviões visam alterar a formação de nuvens, que abrangem determinada área, a fim de reduzir a ocorrência ou a intensidade do granizo (Yuri, 2003). Tem-se utilizado o iodeto de prata, que age como um núcleo de condensação, para evitar ou reduzir a formação de granizo, permitindo que este se transforme em chuva (Frey, 2004). Os geradores de solo são equipamentos compostos por um recipiente com ar comprimido, outro com solução de iodeto de prata e acetona, e uma peça onde ocorre a combustão dessa

mistura e a conseqüente vaporização do sal nas nuvens causadoras de granizo. Os geradores de solo devem ser distribuídos na área a ser protegida e, quando houver previsão de granizo, esses são acionados conjuntamente. No Brasil, esse sistema é utilizado em Fraiburgo/SC, auxiliado por um radar meteorológico (Brandt, 2006).

O sistema de foguetes antigranizo baseia-se no lançamento dos mesmos contendo cápsulas de iodeto de prata, na direção de nuvens causadoras de granizo. No Brasil, foguetes nacionais foram utilizados na década de 80, sendo que, entre 1989 e 1995, os foguetes nacionais foram substituídos por foguetes russos, com maior eficácia. O alto custo dos foguetes antigranizo, a impossibilidade do uso desse sistema em área onde existe tráfego aéreo, a imprecisão nos lançamentos dos foguetes e o perigo da queda de pedaços desses sobre áreas habitadas fizeram com que o sistema fosse desativado (Yuri, 2003).

O sistema de pulverização de nuvens com solução de iodeto de prata, por meio de aviões, não foi utilizado na agricultura brasileira (Yuri, 2003).

O sistema de ondas de choque ionizadas consiste em uma sequência de fortes explosões provocadas por gás liquefeito (acetileno ou propano). Essas explosões produzem ondas sonoras de choque que provocam vibrações e ressonâncias dentro da nuvem, as quais interferem no processo de congelamento das gotas de água em suspensão. Na área protegida, essas vibrações fazem com que a ocorrência de granizo seja minimizada ou anulada (Yuri, 2003). Neste sistema são utilizados equipamentos compostos por uma torre tubular de 6 m de altura, denominada de ionizador/mesclador, que possui entradas de aeração na sua base, injetores de gás e eletrodos de ignição. Seu funcionamento ocorre por controle remoto ou baterias, podendo ser utilizado com auxílio de radar meteorológico. Em Vacaria, essa alternativa de combate ao granizo foi utilizada durante três anos, no entanto teve que ser desativada devido ao ruído considerado elevado para a fauna da região.

A diversificação espacial dos cultivos é uma alternativa simples e fácil de administrar ou diluir riscos de perdas de produção. Ela consiste na divisão da produção em

duas ou mais áreas distintas, separadas por uma determinada distância. Por esse princípio, áreas relativamente distantes têm menor probabilidade de serem atingidas simultaneamente por granizo (Burgo, 2005). Esta é uma alternativa utilizada por produtores pequenos e médios de São Joaquim, SC. Nessa região, a diversificação é utilizada tanto para diminuir o risco de granizo quanto pela elevada relação custo-benefício. A diversificação espacial tem custo de implantação equivalente às telas antigranizo, sendo que o retorno de produção é maior, pois a produção se distribui numa área mais ampla, com custos similares. No entanto, deve-se levar em consideração o custo da administração de pomares em áreas distantes, umas das outras (Burgo, 2005).

O seguro é definido como um mecanismo pelo qual se transfere uma despesa futura e incerta, de valor elevado, para uma despesa antecipada e certa, de valor relativamente menor (Ozaki, 2007). No setor agropecuário, além do risco de mercado, existe o risco inerente à atividade agrícola, pois este setor depende das condições meteorológicas que estão fora do controle humano. Fenômenos adversos, como o granizo, além de apresentarem prejuízo econômico apresentam efeitos residuais ou multiplicadores, com consequências severas para outros setores da economia e para a produção, em longo prazo. A maioria dos produtores de maçãs, no Brasil, utiliza o seguro privado comercial ou seguro mútuo informal. O seguro comercial consiste de um prêmio a ser pago na contratação do seguro e, em caso de sinistro, há ressarcimento do prejuízo, descontado o valor da franquia. O seguro mútuo informal é utilizado por um grupo de pessoas com interesse comum, no qual os prejuízos são rateados. No Brasil, o governo atua de duas formas para minimizar o efeito de crises na agricultura: renegocia dívidas dos produtores afetados e incentiva o seguro agrícola, por meio do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) (Maia *et al.*, 2010). Na região Sul do Brasil, ocorre a maior utilização do seguro agrícola, sendo que 7% dos prêmios totais dos seguros agrícolas incluídos no PSR no Brasil, em 2010, referem-se a seguros de pomares de macieiras. No Rio Grande do Sul 10.496 ha de

macieira foram segurados em 2010, ou seja, 70,4% da área cultivada (MAPA, 2011b). O seguro agrícola é considerado uma alternativa às renegociações emergenciais de dívidas. Porém, ele é uma medida arbitrária, paliativa e pontual que pode ocasionar desequilíbrios e incertezas, pois não livra o produtor dos impactos provocados pelo granizo em seu pomar (Maia *et al.*, 2010).

A tela antigranizo é considerada a única alternativa eficaz para que não ocorram danos em plantas e frutos e, portanto, perdas econômicas causadas pelo granizo. Ela se constitui numa barreira física para o granizo, impedindo que o mesmo atinja diretamente o pomar (Garnaud, 1998; Iglesias & Alegre, 2006; Corradi, 2008). Além da proteção contra o granizo a tela é utilizada para reduzir a velocidade do vento, reduzir o ataque de pássaros e insetos, além de retardar a maturação e colheita dos frutos (Shahak *et al.*, 2004, Rana *et al.*, 2004). Este sistema vem sendo testado e utilizado desde a década de 1950. No entanto, a intensificação de seu uso na fruticultura ocorreu a partir de 2000, em países como França (Creté, 2000), Brasil (Leite *et al.*, 2002), Austrália (Middleton & McWaters, 2002), Itália (Rana *et al.*, 2004; Vittone *et al.*, 2008), Argentina (Dussi *et al.*, 2005), Espanha (Iglesias & Alegre, 2006), Alemanha (Solomakhin & Blanke, 2007), África do Sul (Smit, 2007), Eslovênia (Jakopic *et al.*, 2007), Israel (Tanny *et al.*, 2009) e México (Guerrero-Prieto *et al.*, 2010), entre outros.

O sistema de proteção contra granizo com telas consiste na cobertura de plantas, fixa ou móvel, com telas plásticas sustentadas por estrutura de postes e arames. Existe uma diversidade de telas e formas de instalação (Garnaud, 1998; Vittone *et al.*, 2008). A escolha da cor e da densidade da tela é um fator crítico, pois estudos mostraram que estas influenciam o crescimento das plantas e a qualidade dos frutos (Shahak *et al.*, 2004; Solomakhin & Blanke, 2008; Solomakhin & Blanke, 2010a; Solomakhin & Blanke, 2010b). A tela pode variar quanto à cor, mas branca e preta são as mais utilizadas. A vida

útil da tela varia com o tipo de material e com a cor, sendo que tela branca tem menor vida útil (8 anos) que tela preta de mesmo material (15 anos) (Iglesias & Alegre, 2006).

A densidade da tela influencia a quantidade de radiação solar incidente sobre as plantas. Portanto, ela desempenha papel importante em aspectos relacionados à cor, tamanho, teor de sólidos solúveis totais e taxa de conversão de amido dos frutos (Stampar *et al*, 2002; Shahak *et al*, 2004). A estrutura do sistema de apoio da tela também varia. Basicamente, existem dois sistemas: de telhado plano ou na forma de duas águas (Gardner & Fletcher, 1990). O tipo de telhado plano é usado, principalmente, para reduzir a radiação solar incidente e evitar queimadura dos frutos, em locais onde o granizo é incomum. A estrutura mais utilizada para granizo é aquela em forma de duas águas (Garnaud, 1998; Smit, 2007; Vittone *et al.*, 2008).

No Brasil, as áreas protegidas com tela vêm aumentando, apesar do seu alto custo de implantação. Atualmente, o custo de implantação desse sistema é de aproximadamente 30 mil reais por hectare, considerado elevado no montante dos custos de produção (Sobczak, 2011). No entanto, apenas uma ocorrência de granizo intenso no pomar já justificaria sua utilização (Garnaud, 1998; Sobczak, 2011). Além disso, os produtores estão cada vez mais preocupados com a possibilidade de aumento na ocorrência de eventos extremos, decorrente das mudanças climáticas (Pellegrino *et al.*, 2007).

2.3 Pomares em cultivo protegido

No Brasil existem estudos e conhecimentos consolidados sobre cultivo em ambientes protegidos nas áreas de olericultura e floricultura. Essa experiência tem servido de base para estudos mais recentes, envolvendo a utilização de ambiente protegido para o cultivo de frutíferas arbóreas. Os ambientes protegidos variam de acordo com o tipo e sistema de proteção. O principal tipo é a cobertura das plantas com plástico e telas plásticas.

Em olericultura, o cultivo em ambiente protegido visa dar regularidade à produção e superar adversidades climáticas, tais como ventos fortes, granizo, excesso de chuva e baixa temperatura do ar noturna (Andriolo, 2002). Em vinhedo sob cobertura plástica, a velocidade do vento foi reduzida em 88% (CARDOSO *et al.*, 2008), alterando a condição térmica do vinhedo, diminuindo a demanda evaporativa e reduzindo danos mecânicos. Em ambientes protegidos com plástico, observou-se que a eficiência do uso da radiação solar em plantas de tomateiro (Radin *et al.*, 2003) e videira (Cardoso *et al.*, 2010) foi maior que em céu aberto. Em cobertura plástica com abertura lateral para videira, em Jundiaí, SP, verificou-se que as temperaturas máximas e mínimas do ar foram mais elevadas que no cultivo em céu aberto (Ferreira *et al.*, 2004). Também se observou aumento da temperatura máxima do ar e atraso na queda das temperaturas do ar noturnas, em comparação ao ambiente externo (Cardoso, 2007; Chavarria *et al.*, 2009).

Havendo aumento das temperaturas do ar diurnas o crescimento e desenvolvimento das plantas se tornam mais rápidos, com aumento do rendimento e melhoria da qualidade. A demanda evaporativa da atmosfera nesses ambientes é menor que em céu aberto (Buriol *et al.*, 2000), proporcionando maior expansão de folhas e melhor aproveitamento de água e nutrientes. Além disso, é possível diminuir o uso de produtos químicos, pela redução do molhamento foliar no interior das coberturas e, conseqüentemente, a diminuição da incidência de doenças fúngicas (Andriolo, 2002).

O Japão e a Espanha são os países que mais produzem sob cultivos protegidos (Coll, 1996). Em fruticultura o cultivo protegido é utilizado no Japão desde 1975, sendo que a produção frutícola nesses ambientes vem se desenvolvendo muito, com o objetivo de superar a produção de plantas ornamentais e hortaliças em cultivo protegido (Kamota, 1997). Segundo Saúco (2002), as vantagens da produção de frutas em ambientes protegidos se relacionam ao fato de serem cultivos mais produtivos e ecologicamente corretos, despertando maior interesse nos consumidores.

Dentre as frutas produzidas em estufas, no Japão, estão caquis, maçãs, cerejas, pêssegos, figos, citros e uvas de mesa, sendo essa última a de maior produção (Kamota, 1997). Na Espanha, são cultivadas plantas tropicais e subtropicais em estufas, como abacaxi, banana, carambola, cherimóia, goiaba, lichia, mamão, manga, maracujá e nêspera (Saúco, 2002).

As estruturas de proteção e o manejo utilizado em cultivos de frutíferas têm características diferentes daquelas utilizadas para produção de ornamentais e hortaliças. Para frutíferas as estruturas precisam ser maiores, com formatos irregulares, dependendo do relevo, e com controle micrometeorológico mais rigoroso. Este controle depende da espécie, se temperada ou tropical, e do estágio de desenvolvimento das plantas (Kamota, 1997).

No Brasil, existem estudos desenvolvidos com frutíferas sob cobertura plástica em videira (Ferreira *et al.*, 2004; Lulu *et al.*, 2005; Chavarria *et al.*, 2007; Cardoso *et al.*, 2008; Chavarria *et al.*, 2009; Mota *et al.*, 2009), pessegueiro (Nava *et al.*, 2009), figo (Nienow *et al.*, 2006), mamoeiro (Martelleto *et al.*, 2008) e bananeira (Maia *et al.*, 2008). Há, também, trabalhos avaliando cobertura de tela em videira (Gonçalves, 2007; Conceição & Marin, 2009; Conceição, 2009) e macieira (Leite *et al.*, 2002; Amarante *et al.*, 2007; Amarante *et al.*, 2009).

2.3.1 Microclima em pomares de macieiras sob cobertura

O desenvolvimento das plantas é flexível e complexo, pois resulta das interações entre a comunidade vegetal e o ambiente, o qual abrange o microclima formado por um conjunto de elementos físicos: energia radiante, temperatura, pressão de vapor e da velocidade do vento (Fitter & Hay, 1987). As condições de temperatura do ar, precipitação pluvial, déficit de pressão de vapor, umidade relativa do ar e vento interferem no consumo de água da macieira (Nachtigall *et al.*, 2009). Esses elementos determinam a demanda

evaporativa da atmosfera, a qual desencadeia o fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera e define a quantidade de água que a planta precisa absorver (Bergamaschi, 1992).

A primeira descrição detalhada e publicada sobre microclima de pomares de macieira foi realizada em Bristol (Inglaterra), na década de 1970, com a cultivar ‘Cox’s Orange Pippin’ cultivada em espaçamento 4,5 m x 2 m (Landsberg *et al.*, 1973). Naquele trabalho os autores descreveram interações das plantas, em diferentes etapas de desenvolvimento, com elementos micrometeorológicos medidos no pomar. Eles, também, estabeleceram relações entre dados meteorológicos obtidos no pomar com medidas feitas em uma estação meteorológica padrão. Os autores concluíram que o albedo do pomar varia entre diferentes estádios fenológicos das plantas, sendo maior na floração e menor em períodos nublados. O perfil da temperatura do ar e da pressão de vapor no pomar de macieira teve variação menos acentuada que em comunidades de plantas mais adensadas. A regressão linear entre o saldo de radiação medido no pomar com a radiação solar global medida em estação meteorológica foi altamente significativa. A mesma significância ocorreu entre a velocidade do vento medida em ambos locais (Landsberg *et al.*, 1973).

Informações sobre o microclima de pomares de macieiras e sua influência no crescimento e no desenvolvimento das plantas são encontradas em trabalhos mais específicos, que abordam diferentes elementos meteorológicos e suas relações com o crescimento e desenvolvimento de plantas ou frutos. Em textos como os de Ferree & Warrington (2003) e Epagri (2006) é feita uma abordagem didática sobre este assunto, elencando resultados de vários trabalhos que descrevem as influências do microclima sobre as plantas. A presente revisão não tem o objetivo de esgotar o assunto. Assim, as relações planta-ambiente serão descritas de forma resumida, inicialmente, dando uma posterior ênfase aos resultados de trabalhos conduzidos em ambientes com e sem tela antigranizo.

A radiação solar interceptada pelas plantas é utilizada na fotossíntese, que atua diretamente na produção de biomassa (Palmer, 1989). Ela desempenha duplo papel, pois fornece a energia que é armazenada na forma de carboidratos e influencia a ontogenia das estruturas da planta. Assim, em partes do dossel onde há maior incidência de radiação solar prevalecem estruturas com maior potencial fotossintético (Grappadelli, 2003). Em macieira a radiação influencia a diferenciação de gemas, a razão entre gemas vegetativas e reprodutivas e o potencial fotossintético das folhas, que são responsáveis pelo crescimento dos frutos (Sansavini & Grappadelli, 1992). Além disso, a duração e a quantidade de radiação solar incidente afetam a partição de carbono entre diferentes formas químicas (transporte ou armazenamento) e entre drenos vegetativos e reprodutivos (Wünche *et al.*, 1996). Ela pode afetar a qualidade dos frutos, como a coloração da epiderme, a concentração de sólidos solúveis, a acidez e a incidência de distúrbios no armazenamento. O conhecimento das relações básicas entre as plantas e a radiação solar é essencial no sentido de maximizar a eficiência produtiva, através do manejo e gerenciamento correto do pomar (Grappadelli, 2003). A forma de condução (tamanho de planta, densidade de área foliar) e o arranjo do pomar (espaçamento entre linha e entre plantas) determinam a quantidade, a qualidade e a distribuição da radiação solar nos diferentes estratos do dossel (Willaume *et al.*, 2004).

A temperatura do ar tem efeitos em todos os aspectos da produção de maçãs. Através dessa variável são definidas as áreas de cultivo da macieira, por ser uma espécie que necessita um período de frio no inverno para quebra de dormência. A temperatura do ar determina a ocorrência das fases fenológicas e influencia a formação do botão floral (Zhu *et al.*, 1997). Além disso, a temperatura do ar altera a taxa de crescimento do tubo polínico, a divisão celular e a respiração das plantas. Ela também pode alterar a propagação e o desenvolvimento de pragas e doenças (Duan *et al.*, 1998; Penrose & Nicol, 1996). A resposta de uma planta à temperatura do ar resulta do efeito desta sobre cada parte do

vegetal e das interações entre os tecidos. Temperaturas do ar extremas podem reduzir as taxas metabólicas e fotossintéticas, podendo até causar a morte das plantas. Palmer *et al.* (2003) destacaram que o aumento das temperaturas do ar, no cenário das mudanças climáticas globais, deverá causar mudanças nas respostas da macieira ao ambiente. Assim, é necessário conhecer, detalhadamente, as relações das plantas com a temperatura do ar e, também, desenvolver cultivares com menor necessidade de frio para diminuir a probabilidade de problemas no futuro.

A ocorrência de precipitação pluvial e sua variação ao longo de um ciclo de cultivo são essenciais para a obtenção de rendimentos satisfatórios, visto ser um dos elementos determinantes para o sucesso nos cultivos (Silva *et al.*, 2007). A deficiência de água durante o desenvolvimento dos frutos pode influenciar o tamanho final desses, pela redução da absorção de nutrientes e da fotossíntese, e prejudicar a diferenciação das gemas floríferas, no ciclo seguinte. Dias seguidos com chuva podem diminuir a atividade fotossintética, pela redução de radiação solar ocasionada pela nebulosidade. O excesso de chuva interfere na atividade das abelhas e pode aumentar a incidência de doenças (Nachtigall *et al.*, 2009).

A umidade relativa do ar influencia a demanda evaporativa e, conseqüentemente, a transpiração das plantas. Baixa umidade relativa determina excesso de transpiração das plantas e pode ocasionar desordens fisiológicas. Em condições de alta umidade, o microclima pode ser favorável ao desenvolvimento de doenças, como a sarna da macieira (Penrose & Nicol, 1996).

O vento, quando em velocidades baixas ou moderadas, renova o suprimento de CO₂ e mantém a transpiração das plantas. No entanto, quando intenso faz com que ocorra fechamento estomático e redução da fotossíntese. Além disso, pode reduzir a eficiência dos produtos fitossanitários, reduzir a atividade das abelhas, provocar queda de folhas, flores e frutos, além de quebra de galhos e troncos (Nachtigall *et al.*, 2009).

2.3.2. Efeitos de alterações microclimáticas na produção e qualidade de maçãs

Em plantas cultivadas em ambiente protegido as interações ocorrem de forma diferente, em relação àquelas em céu aberto, devido às alterações nos diferentes elementos micrometeorológicos. Essas alterações podem determinar mudanças nas características fenológicas, fenométricas e fisiológicas das plantas, assim como em frutos de macieiras, desempenhando um papel importante no crescimento e desenvolvimento das plantas e dos frutos (Vittone *et al.*, 2008; Smit, 2007). A eficiência das telas antigranizo para proteção de pomares e seus efeitos na interceptação da radiação solar, na qualidade dos frutos, na redução de golpes de sol (queimaduras nos frutos), avaliações de sistemas e custo de instalação, alterações no microclima de pomares e suas influências no crescimento e desenvolvimento das plantas têm sido abordados em vários trabalhos de pesquisa. Porém, ainda existem poucas informações e conhecimentos relacionados ao efeito e à eficiência dessas técnicas em relação à macieira no Brasil (Leite *et al.*, 2002; Yuri, 2003; Amarante *et al.*, 2007; Amarante *et al.*, 2009).

Em experimento conduzido em pomares de macieira ‘Gala’ e ‘Fuji’ em Fraiburgo, SC, durante cinco anos, Leite *et al.* (2002) avaliaram a proteção por tela preta a danos de granizo nos frutos e a influência de diferentes níveis de sombreamento sobre a produção. Estes verificaram que a tela é eficiente para proteger maçãs contra danos provocados pelo granizo. A temperatura do ar sob tela, medida em termômetros de máxima e mínima, entre 10 e 14 h (horário local), foi mais baixa que em céu aberto em 1,0 °C a 1,5 °C. Houve tendência de maior crescimento dos ramos, menor porcentagem de gemas floríferas com frutos, menor atividade das abelhas, menor intensidade de cor dos frutos e incidência de *russeting* sob tela. Além disso, a tela não influenciou o tamanho de frutos, teor de sólidos solúveis totais, acidez, amido, firmeza de polpa e produção por planta. Os efeitos do sombreamento sobre a produção variaram de ano para ano, conforme as condições meteorológicas (Leite *et al.*, 2002).

Em Mendonza, na Argentina, a tela antigranizo não influenciou o peso e o rendimento de frutos em pessegueiros e ameixeiras japonesas, porém retardou a maturação dos pêssegos (Ojer *et al.*, 2002) e antecipou a maturação das ameixas (Arjona *et al.*, 2002). Em macieiras, também na Argentina (Rio Negro e ‘Neuquen’), avaliou-se o efeito de telas de sombreamento em um clone de ‘Fuji’, durante o verão. Os autores observaram que as telas reduziram a radiação fotossinteticamente ativa, a cor, o teor de sólidos solúveis, a firmeza de polpa, a área foliar específica e golpes de sol nos frutos (Dussi *et al.*, 2005).

Na Eslovênia, Stampar *et al.* (2002) analisaram a influência de telas antigranizo preta e branca sobre a qualidade e produção dos frutos da cultivar ‘Jonagold’, durante os ciclos 1998, 1999 e 2000. Verificaram que a qualidade dos frutos é mais influenciada pelas condições meteorológicas de cada ano e pela carga de frutos do que pelas diferentes coberturas. A tela preta não reduziu a fotossíntese líquida em dias ensolarados e nem o rendimento dos frutos, mas reduziu a cor dos frutos e danos por golpe de sol. A cor dos frutos variou mais em função da amplitude térmica entre o dia e a noite, durante o período de maturação, que pela disponibilidade de radiação solar durante o dia. Resultados obtidos sob tela branca e preta não diferiram, indicando que ambas podem ser utilizadas na Eslovênia, dependendo da decisão e das condições econômicas do produtor (Stampar *et al.*, 2002).

Durante sete anos, foram conduzidos experimentos em pomares comerciais de macieiras em várias regiões da Austrália (Middleton & McWaters, 2002). Foi avaliado o efeito da tela antigranizo sobre o microclima dos pomares, o crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas, e a qualidade dos frutos. Analisaram-se, também, estratégias de manejo (poda, raleio, polinização, irrigação) para macieiras ‘Royal Gala’, ‘Red Delicious’, ‘Red Fuji’, ‘Granny Smith’ e ‘Pink Lady’ sob tela antigranizo. Os resultados demonstraram que a tela antigranizo deve ser considerada como um investimento, a fim de explorar vantagens proporcionadas ao ambiente, minimizando efeitos negativos para a

produção. Assim, pomares protegidos por tela antigranizo devem manter altos rendimentos para recuperar o custo de implantação da estrutura. Embora a tela tenha reduzido a radiação solar incidente em até 25%, os pesquisadores concluíram que as plantas, por si só, podem interceptar até 95% da radiação solar incidente, se não forem realizadas podas e desbastes frequentes.

A utilização de porta-enxertos anão ou semi-anão é a mais recomendada em ambientes sob tela, pois estes proporcionam menor tamanho e, conseqüentemente, distribuição homogênea da radiação solar no dossel vegetativo. A redução de golpes de sol e *russeting* são vantagens diretas em ambiente sob tela, que proporcionam melhor cor e uniformidade da epiderme dos frutos. Além disso, a tela auxilia na prevenção de danos provocados por eventos de granizo, vento forte, bem como danos provocados por pássaros (Middleton & McWaters, 2002).

Em Israel, telas de sombreamento coloridas (vermelha, azul, cinza, pérola, branca e branca-vermelha) foram testadas, a fim de avaliar influências na qualidade de frutos (Shahak *et al.*, 2004). As telas não reduziram o “pegamento” de frutos e influenciaram positivamente o tamanho dos mesmos. Estes efeitos foram atribuídos ao maior potencial da água na planta, medido ao meio-dia, indicativo de menor déficit de água em plantas sob tela. Além disso, verificou-se que a temperatura máxima do ar, no dossel sob tela, foi menor que em céu aberto, em 3 °C a 6 °C. Os autores também verificaram que os frutos produzidos sob tela de cor cinza tiveram maior intensidade de cor.

Em vinhedos sob cobertura de telado (cor cristal e porosidade de 80,5%) e filme plástico (cor cristal), no sul da Itália, Rana *et al.* (2004) verificaram que a radiação global foi reduzida em 8% e 14%, o saldo de radiação foi reduzido em 17% e 32% e a radiação fotossinteticamente ativa foi reduzida em 20% e 25% pela tela e pelo filme plástico, respectivamente. A temperatura média diurna do ar, na altura dos cachos, foi menor sob cobertura, sendo que sob tela ela foi até 2 °C superior àquela sob filme plástico. A umidade

relativa do ar foi menor em vinhedo descoberto. Porém, sob tela, a umidade foi semelhante durante o dia e maior durante a noite que no vinhedo sob filme plástico (Rana *et al.*, 2004).

Trabalhando com a cultivar ‘Mondial Gala’ sob tela preta e tela cor cristal, entre 2000 e 2003, na Espanha, Iglesias & Alegre (2006) verificaram que ambas foram eficientes na proteção contra o granizo. Houve diminuição da temperatura máxima e aumento da temperatura mínima e da umidade relativa do ar nos ambientes cobertos. Houve redução de 25% (tela preta) e 12% (tela cristal) na radiação fotossinteticamente ativa interceptada, em comparação ao ambiente sem tela. Ambas coberturas reduziram a temperatura dos frutos e golpes de sol, favorecendo a qualidade dos mesmos. A tela preta determinou maior tamanho das plantas, atraso na colheita, e reduções do teor de sólidos solúveis, intensidade de cor e conversão de amido. A firmeza da polpa, a acidez titulável e rachaduras em frutos não foram influenciadas pelo uso das telas. Nas condições desse estudo, a utilização das telas antigranizo não foi economicamente viável, devido a seu alto custo de implantação (Iglesias & Alegre, 2006).

Smit (2007) avaliou efeitos de telados em pomares de macieira na África do Sul, nos ciclos de 2003/2004 e 2004/2005. Sob tela preta ocorreu diminuição da radiação solar, entre 22 e 31%. Quanto à fisiologia das plantas, houve aumentos significativos na assimilação de CO₂ e na condutância estomática. A temperatura das folhas e dos frutos e o déficit de pressão de vapor do ar foram inferiores, enquanto que o potencial da água nas folhas foi superior sob tela. As alterações do microclima sob tela influenciaram diferentemente as características físico-químicas dos frutos, para as cultivares ‘Royal Gala’, ‘Fuji’, ‘Pink Cripps’ e ‘Braeburn’. A cobertura promoveu redução de golpes de sol, firmeza dos frutos, sólidos solúveis totais e acidez titulável para a maioria das cultivares. No entanto, a coloração de frutos foi variável entre cultivares e anos. Houve maior volume de poda de verão sob tela para ‘Fuji’ e ‘Cripps Pink’, maior crescimento do tronco para

‘Braeburn’ e maior quantidade de gemas floríferas em todas as cultivares sob tela, contrariando resultados encontrados por Leite *et al.* (2002).

Smit (2007) avaliou, também, a influência de telas coloridas (preta, azul, cinza) sobre frutos da cultivar ‘Granny Smith’. Houve redução de golpes de sol nos frutos somente pelas telas preta e azul. Todas as telas avaliadas aumentaram a massa dos frutos, porém, reduziram a firmeza de polpa e o teor de sólidos solúveis totais. Sob tela preta a intensidade da cor dos frutos foi significativamente menor que em céu aberto. A viabilidade das sementes, cor de fundo da epiderme, acidez titulável, degradação de amido, *russeting* e a ocorrência de danos por *Fusicladium pyrorum* nos frutos não foram afetados pelas coberturas testadas (Smit, 2007).

Em cafeeiro, coberturas com telas podem ser utilizadas para reduzir prejuízos por geada e abortamento floral provocado pelas altas temperaturas do ar. Em Londrina, PR, Morais *et al.* (2007) observaram que a interceptação de cerca de 60% da radiação solar incidente, no período de outono-inverno, alterou as condições térmicas e hídricas em cultivo de cafeeiro, atenuando extremos térmicos, aumentando a umidade relativa do ar e favorecendo o potencial produtivo da cultura.

Em Vacaria, RS, Amarante *et al.* (2007) e Amarante *et al.* (2009) avaliaram o efeito de telas antigranizo (branca e preta) sobre a densidade de fluxo e a qualidade da radiação solar disponibilizada às plantas, e seus impactos na fotossíntese, rendimento e qualidade dos frutos. Concluíram que a tela antigranizo preta ocasiona redução na quantidade e na qualidade da radiação solar disponível, resultando em deficiência na cor vermelha dos frutos, aumento no teor de clorofila total e na área foliar específica e redução da taxa fotossintética potencial. As telas antigranizo branca e preta reduziram a ocorrência de golpes de sol, mas não tiveram efeito sobre a severidade de *russeting* e sobre o número de sementes por fruto (Amarante *et al.*, 2007; Amarante *et al.*, 2009).

Na Alemanha, a radiação solar é considerada fator limitante para o crescimento e coloração de maçãs ‘Elstar’, cultivar preferida pela população devido ao sabor diferenciado. Sendo assim, a utilização de tela antigranizo limitaria, ainda mais, o seu cultivo. Para amenizar os efeitos negativos da tela antigranizo sobre os frutos foram testadas coberturas reflectivas e pulverização de monofosfato na superfície do solo, as quais melhoraram as condições de desenvolvimento e coloração dos frutos (Solomakhin & Blanke, 2007). No oeste da Eslovênia, foi realizado experimento semelhante utilizando-se coberturas reflectivas no solo e tela antigranizo, em pomares com uma cultivar do grupo ‘Fuji’ (Jakopic *et al.*, 2007). Sob tela, as coberturas de solo proporcionaram maior aproveitamento da radiação solar refletida, aumentando a concentração de antocianinas e melhorando a cor dos frutos. No entanto, em céu aberto a qualidade de frutos foi melhor que sob tela com ou sem “mulching” sobre o solo (Solomakhin & Blanke, 2007).

As cultivares de maçã ‘Fuji Kiku 8’, com frutos de coloração intensa, e ‘Pinova’, com frutos de pouca cor, foram cultivadas sobre porta-enxerto M9, em espaçamento 3,5 x 1 m, na Alemanha. Foi avaliada a influência de telas antigranizo vermelha-preta, vermelha-branco, verde-preta e branca, instaladas sobre as plantas logo após o florescimento (Solomakhin & Blanke, 2008). Verificou-se que a transmissividade da luz verde e vermelha foi reduzida em 12%, 14%, 18% e 23% pelas telas branca, vermelha-branca, vermelha-preta e verde-preta, respectivamente. No entanto, quanto à luz transmitida, não houve alteração na razão vermelho:vermelho distante, que poderia interferir no sistema fitocromo e, conseqüentemente, no crescimento das plantas. Em termos de crescimento das plantas sob tela a cultivar ‘Fuji’ demonstrou ser mais propensa e sensível aos efeitos adversos que a ‘Pinova’. O teor de clorofila das folhas aumentou em até 46% sob tela verde-preta, enquanto a temperatura do ar foi reduzida em 0,2 °C. Em dias com céu limpo, a fotossíntese não foi reduzida sob telas, mas foi reduzida em 21% na condição de céu nublado, com conseqüente redução na transpiração. Quanto ao crescimento vegetativo,

houve redução do diâmetro do tronco e aumento do número e comprimento dos ramos do ano, além de redução da indução floral e do retorno da floração na primavera seguinte. O tamanho dos frutos sob tela foi maior que em céu aberto, mas sem diferenças no rendimento (Solomakhin & Blanke, 2008).

Efeitos de telas de sombreamento sobre o microclima de pomares de macieira foram avaliados por Tanny *et al.* (2009), no norte de Israel. A velocidade do vento foi 9% menor sob tela e houve redução na temperatura e no déficit de pressão de vapor do ar, durante o dia, e aumento na temperatura do ar durante a noite. Os autores concluíram que a camada limite do dossel foi estável sob tela, provavelmente por causa do sombreamento do solo e do aquecimento da tela. Portanto, a tela teve efeito sobre a movimentação vertical do ar e sobre a camada limite do dossel, efeitos que podem proporcionar redução da transpiração e melhor utilização da água (Tanny *et al.*, 2009).

Em vinhedo conduzido no sistema latada, coberto com tela de polietileno e irrigado por microaspersão, em Jales, SP, verificou-se que a cobertura reduziu em 20% a radiação solar incidente sobre o dossel. Não foram observadas diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre o interior do dossel e a estação meteorológica (em céu aberto). Porém, durante a irrigação, a temperatura do ar foi 3% menor e a umidade relativa do ar foi 4% maior no interior do pomar. A velocidade média do vento foi 19% menor sob tela que em céu aberto (Conceição & Marin, 2009; Conceição, 2009).

Resultados obtidos por Guerrero-Prieto *et al.* (2010), no México, mostraram que telas antigranizo de cor preta e branca não influenciaram o desenvolvimento e a cor dos frutos de macieiras ‘Red Delicious’.

Na Alemanha, Solomakhin & Blanke (2010a) verificaram que a temperatura do ar foi reduzida em 1,3 °C e a umidade relativa foi aumentada em 2 a 5% sob tela antigranizo, em relação ao pomar em céu aberto. A temperatura do solo a 5 cm profundidade foi mais baixa (0,5 a 1 °C) sob telas vermelha-preta e verde-preta, mas foi até 0,9 °C mais elevada

sob telas branca e vermelha-branca, em comparação com solo em céu aberto. Macieiras sob telas escuras desenvolveram folhas com epiderme mais fina e com menos camadas de células no parênquima paliçádico. Em um dia ensolarado, a temperatura das folhas foi 3,5°C menor sob telas escuras e 2,5 °C sob tela branca, que em céu aberto. A epiderme dos frutos sob tela teve mais clorofila, porém menos antocianina. Telas vermelha-preta e verde-preta reduziram a qualidade das maçãs, resultando em frutos com menor firmeza, acidez, teor de açúcar e de vitamina C. No entanto, a razão açúcar/acidez, considerada como indicadora de sabor dos frutos, não foi afetada pelas coberturas (Solomakhin & Blanke, 2010b).

Nas mesmas condições dos trabalhos anteriores, realizados na Alemanha, Hunsche *et al.* (2010) verificaram que as modificações no microclima de pomares sob telas antigranizo influenciam o crescimento vegetativo, porém não a ponto de provocar alterações na micromorfologia, na quantidade de cera cuticular e na espessura das folhas de macieiras. Com isto, os autores descartaram a necessidade de adaptar práticas de manejo de pragas e doenças, como formulação de agrotóxicos, sua dose e forma de aplicação, quando são utilizadas telas antigranizo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização dos experimentos

O experimento foi conduzido em pomar comercial de macieira da empresa Agropecuária Schio Ltda., no município de Vacaria, RS, a 930 m de altitude, latitude 28°24'52,5"S e longitude 50°50'53,8"W, durante três ciclos produtivos (2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011).

Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é Cfb - subtropical com verões amenos. Nessa região as temperaturas do ar máximas, mínimas e médias têm acentuada amplitude térmica anual e a quantidade e o número de dias com precipitação pluvial é distribuída ao longo do ano (Pereira *et al.*, 2009). A temperatura média do ar de Vacaria é de 16,2 °C, sendo julho o mês mais frio (11,2 °C) e janeiro o mês mais quente (20,6 °C). As médias anuais das temperaturas máximas e mínimas do ar são de 21,9 °C e 10,3 °C, respectivamente. O número de horas de frio abaixo de 7,0 °C acumulado, na estação fria, é de aproximadamente 800 HF. A média da umidade relativa do ar é de 80% e a velocidade média do vento é 2,5 m s⁻¹. A precipitação pluvial média mensal varia entre 115 mm e 203 mm e a média anual é de aproximadamente 1.900 mm (Cardoso, 2011).

Os solos da região podem ser classificados como Latossolo Bruno, com relevo suave a ondulado, com altos teores de argila e alumínio (EMBRAPA, 2006).

As cultivares de macieiras avaliadas foram 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' implantadas no ano 1999, com porta-enxertos M9. A cultivar 'Royal Gala' foi a principal, enquanto que 'Fuji Suprema' foi a cultivar secundária ou polinizadora. Visando uma

adequada polinização, a distribuição das plantas foi de três linhas de ‘Royal Gala’ intercaladas por uma linha de ‘Fuji Suprema’. O pomar foi implantado em alta densidade, com espaçamento de 1,0 m entre plantas e de 3,5 m entre linhas. As linhas de plantas tinham direção norte-sul, sendo a forma de condução da copa em líder central com apoio (Figura 3).

Uma área do pomar estava coberta por tela antigranizo de cor preta, com malha de 4 x 7 mm. A tela foi instalada sobre uma estrutura fixa, em 2000, um ano após o plantio das mudas. Sobre a estrutura de apoio, a tela formava duas águas, com abertura de 20 cm nas entrelinhas, para eventual escoamento do granizo (Figura 3). A estrutura principal de sustentação foi composta por postes de madeira, distanciados entre si em 12 m e unidos por fios de arame liso, sobre os quais se apoiava a cobertura de tela.

Outra área do pomar foi conduzida em céu aberto e estava distanciada em 15 m da primeira. Essa área foi implantada e conduzida de forma idêntica aquela coberta por tela antigranizo, com as mesmas cultivares e demais práticas de manejo.



FIGURA 3. Pomar de macieira em céu aberto (acima) e sob tela antigranizo (abaixo). Vacaria, RS, 2008 a 2011.

Na propriedade, o pomar foi dividido em quadras, duas das quais foram utilizadas para o experimento, sendo uma em frente à outra, na direção norte-sul (Figura 4). As plantas da quadra ao norte estavam cobertas com tela antigranizo, enquanto as plantas da quadra ao sul foram mantidas em céu aberto (sem cobertura). As quadras do pomar em céu aberto e sob tela abrangiam áreas de 9,9 e 4,4 ha, respectivamente.



FIGURA 4. Pomar de macieira sob tela antigranizo e em céu aberto. Agropecuária Schio Ltda, Vacaria, RS, 2008 a 2011. Adaptado de Google Earth®, 2010.

O manejo do pomar foi realizado pela equipe de trabalho da empresa proprietária, seguindo normas técnicas específicas para a Produção Integrada da Maçã do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (NTEPI-Maçã, 2006). No inverno, realizaram-se podas e arqueamento de ramos, a fim de estimular a quebra de dormência das gemas e, conseqüentemente, a produção. Para maximizar a brotação de gemas e a uniformização da floração das plantas de macieira foi realizada quebra de dormência nos três ciclos sob tela antigranizo e em céu aberto. O tratamento de quebra de dormência foi realizado com 0,25 a 0,5% de cianamida hidrogenada e 4% de Óleo Mineral. Durante o ciclo produtivo foi realizado o controle de plantas daninhas, com roçadas nas entrelinhas e aplicação de herbicida nas linhas de plantas. Adubações de manutenção foram realizadas em pós-colheita, fase em que há absorção, elaboração e armazenamento nas estruturas de reserva, e trinta dias antes do inchamento das gemas para a fase do crescimento vegetativo. Essas adubações foram realizadas com base na análise periódica do solo, com formulações de uréia, superfosfato triplo ou simples e cloreto de potássio, além de adubações com matéria

orgânica (esterco de aves). Também foram feitas aplicações de cálcio foliar, de outubro à colheita a fim de evitar ou reduzir a ocorrência de distúrbios fisiológicos nos frutos, tais como *bitter pit*, depressão lenticelar, *cork spot*, degenerescência de polpa, pingo de mel e rachaduras nos frutos.

A carga média de frutos foi determinada em função da capacidade produtiva das plantas, sendo considerada ideal uma produção de frutos de 40 a 50 t ha⁻¹. A carga final de frutos foi definida por ocasião do raleio, em função da capacidade de produção das plantas e da área foliar disponível para suprimento fotossintético dos frutos, deixando-se de 1 a 3 frutos por gema. O raleio químico com ácido naftalenoacético (ANA) e manual foi realizado apenas no ciclo 2009/2010. A colheita foi realizada manualmente, sendo que, nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011, foi aplicado aminoethoxivinilglicine (AVG), cujo nome comercial é ReTain[®] (Valent Biosciences Corporation). O AVG é um inibidor da biossíntese de etileno que reduz a produção de etileno nos frutos, evitando a queda em pré-colheita e retardando o amadurecimento dos frutos. Essas aplicações foram realizadas em dezembro de 2009, dezembro de 2010, janeiro e fevereiro de 2011. As aplicações de ReTain[®] foram realizadas nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011 em função da menor disponibilidade de mão-de-obra.

Durante os meses de janeiro e fevereiro de 2009 foram realizadas irrigações no pomar, visando evitar déficit hídrico. Essas irrigações foram realizadas através de sistema de irrigação por aspersão, com uso de canhão, com lâmina de água estabelecida pelo sistema de manejo do NTEPI (2006).

3.2 Condições meteorológicas

3.2.1 Monitoramento em nível de mesoescala

Para monitoramento dos elementos meteorológicos em nível de mesoescala, foi instalada uma estação meteorológica automática junto ao pomar, distante 215 m da área

experimental (Figura 5). Nela, sensores de radiação solar global (piranômetro LI-COR, LI200X), de precipitação pluvial (pluviômetro de báscula Texas Electronics, TE525WS), de temperatura e umidade relativa do ar (sensor Vaisala HMP45C) e de velocidade do vento a 2,0 m acima do solo (anemmetro de conchas Met One Instruments, 014A) foram conectados a um *datalogger* Campbell modelo CR10. A evapotranspiração de referência foi calculada pelo método de Penman-Monteith, conforme será descrito no item 3.2.2.6.

A partir de novembro de 2009, a velocidade média diária do vento foi estimada, em virtude de problemas técnicos no sensor. Esta estimativa foi realizada através de regressão linear entre dados de velocidade média do vento obtidos na estação meteorológica ($Vento_{estaco}$) e aqueles obtidos em pomar em céu aberto ($Vento_{pomar}$) no período de setembro de 2008 a outubro de 2009 (Equação 1):

$$Vento_{estaco} = 1,1467 \times Vento_{pomar} \quad R^2 = 0,50 \quad (1)$$



FIGURA 5. Estação meteorológica automática instalada a 215 m do pomar de macieira (rea experimental). Vacaria, RS, 2008 a 2011.

Os dados de radiação solar global foram comparados com as médias climatológicas de Vacaria do período de 1957 a 1984, publicadas no Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul (IPAGRO, 1989). Os dados de precipitação pluvial, velocidade do vento, temperatura e umidade do ar foram comparados com as médias climatológicas de Vacaria do período de 1983 a 2009, da série histórica de dados meteorológicos proveniente da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura Temperada, situada no município de Vacaria (Cardoso, 2011).

O período que compreende os dados que caracterizam as condições meteorológicas do ciclo produtivo 2008/2009 foi de outubro a maio, em virtude da instalação dos instrumentos ter sido realizada em 18/09/2008. Para os ciclos produtivos de 2009/2010 e 2010/2011 o período avaliado foi de junho a maio, compreendendo todo o ciclo de desenvolvimento da macieira. Com dados diários foram calculadas as médias mensais e estacionais de inverno (21/06 a 22/09), de primavera (23/09 a 20/12), de verão (21/12 a 20/03) e de outono (21/03 a 20/06). Não foram obtidas médias para o inverno do ciclo de 2008/2009, pois a estação meteorológica ainda não estava instalada, enquanto que no outono do ciclo 2010/2011, não havia todos os dados para estimar a velocidade do vento uma vez que os sensores foram desinstalados do pomar no final de abril. Sendo assim, a ETo também não foi calculada para o outono de 2011.

3.2.2 Monitoramento em nível de microescala

As condições micrometeorológicas do pomar de macieira foram monitoradas de 18/09/2008 a 30/04/2011, em condições de céu aberto e sob tela antigranizo e em diferentes estratos do dossel da cultivar ‘Royal Gala’, abrangendo todo o perfil das plantas (Figura 6). No dossel de ‘Fuji Suprema’ não foi possível realizar o monitoramento micrometeorológico devido à falta de sensores e equipamentos.

No pomar em céu aberto e sob tela antigranizo sensores foram conectados a sistemas automáticos de aquisição de dados, compostos por multiplexador AM 416 de 40 canais, “datalogger” CR21X e uma unidade armazenadora acoplada marca Campbell. As leituras foram realizadas a cada 30s e registradas a cada 30 min. Os resultados foram tabulados e avaliados em planilhas de dados específicas para cada variável de medição.

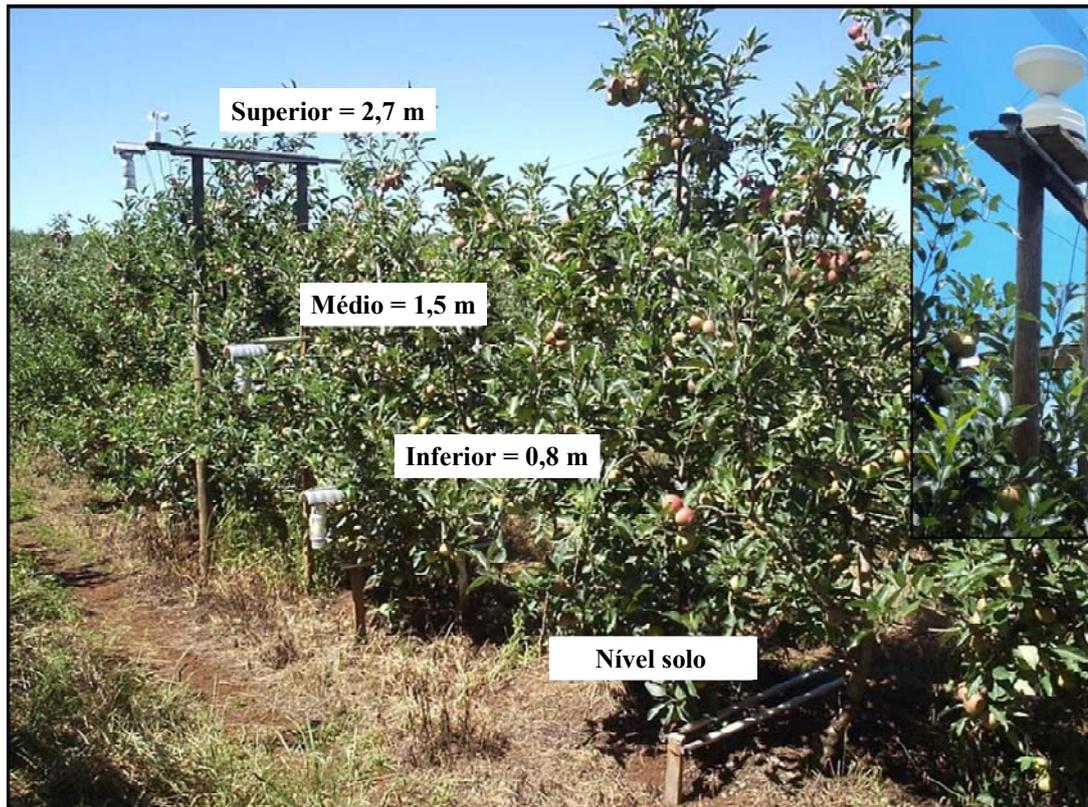


FIGURA 6. Distribuição dos sensores para monitoramento micrometeorológico em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ em céu aberto e sob tela antigranizo. No canto direito superior: detalhe de pluviômetro e saldo-radiômetro. Vacaria, RS. 2008 a 2011.

3.2.2.1 Radiação fotossinteticamente ativa (RFA)

Foram realizadas medições de radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) através de barras com cinco células fotovoltaicas de silício amorfo voltadas para cima e para baixo, para medir RFA incidente e refletida, respectivamente. Os sensores de RFA incidente foram instalados ao nível do solo e a 0,8 m, 1,5 m e 2,7 m acima do solo. Os sensores de RFA refletida (voltados para baixo) foram instalados ao nível do solo e a 2,7 m

(topo do dossel). Para RFA incidente e refletida, em cada posição, foram feitas medições por duas barras, consideradas duas repetições (Figura 6).

Além disso, foram determinados os seguintes componentes do balanço de radiação fotossinteticamente ativa: radiação incidente sobre o dossel, radiação transmitida pela cultura, radiação refletida pela cultura e radiação refletida pelo solo. A radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{int}) pela cultura foi calculada pela Equação 2 (Varlet-Grancher *et al.* 1989):

$$RFA_{int} = RFA_{inc} - RFA_t \quad (2)$$

sendo RFA_{inc} a radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel e RFA_t a radiação fotossinteticamente ativa transmitida pela cultura.

A parcela de radiação fotossinteticamente absorvida (RFA_a) pela cultura foi calculada pela Equação 3 (Varlet-Grancher *et al.* 1989):

$$RFA_a = RFA_{inc} + RFA_{rs} - RFA_{rsc} - RFA_t \quad (3)$$

sendo RFA_{rs} a radiação fotossinteticamente ativa refletida pelo solo e RFA_{rsc} a radiação fotossinteticamente ativa refletida pelo solo e cultura.

A eficiência de interceptação (ϵ_{int}) da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura (Equação 4) foi calculada para a cultivar ‘Royal Gala’ a partir da razão entre a radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{int}), calculada pela Equação 2, e o total incidente sobre o dossel da cultura (RFA_{inc}):

$$\epsilon_{int} = \frac{RFA_{int}}{RFA_{inc}} \quad (4)$$

A partir da eficiência de interceptação de radiação fotossinteticamente ativa (ϵ_{int}) e do índice de área foliar (IAF) foi estimado o coeficiente de extinção (k) do dossel para RFA. Esta estimativa foi efetuada pelo ajuste do coeficiente angular (b) da seguinte função linear (Equação 5), baseada na lei de Beer, adaptada por Monsi & Saeki (1953):

$$\ln(1 - \varepsilon_{\text{int}}) = -b \times IAF \quad (5)$$

3.2.2.2 Saldo de radiação

O saldo de radiação (R_n) foi medido no período de 19/12/2009 a 12/03/2010 através de dois saldo-radiômetros. Em cada ambiente havia um saldo-radiômetro instalado acima do dossel. Sob tela antigranizo foi instalado um saldo-radiômetro marca Campbell, modelo Q7.1, e em céu aberto foi instalado saldo-radiômetro marca Kipp and Zonen, modelo NR-Lite-L. Alguns dias antes da instalação dos saldo-radiômetros no pomar de macieira, ambos foram instalados sobre superfície gramada, em céu aberto, para posterior calibração dos sensores. No saldo-radiômetro Q7.1, primeiramente foi realizada correção dos dados de saldo de radiação (R_n) medidos conforme manual do fabricante (Equações 6 e 7):

$$\text{Se } R_n \geq 0 = R_n \times 8,8 \quad (6)$$

$$\text{Se } R_n < 0 = R_n \times 13,3 \quad (7)$$

Após foi realizada regressão linear simples entre o R_n obtido pelo sensor NR-Lite-L, considerado o sensor padrão, e R_n obtido do sensor Q7.1 corrigidos. Dessa regressão foi gerada a equação 8 que foi utilizada para calibração dos dados de R_n obtidos através do sensor Q7.1:

$$R_n_{\text{Kipp and Zonen}} = 1,7267 \times R_n_{\text{Q7.1}} + 1,0499 \quad R^2 = 0,98 \quad (8)$$

Com as devidas correções aplicadas, foram realizadas regressões lineares simples entre R_n e R_g para obtenção de equações a fim de estimar R_n diário em função da radiação solar global (R_g).

3.2.2.3 Qualidade de radiação

A qualidade da radiação foi determinada no dia 31/03/2010, entre 11 h e 13 h 30 min (horário local) e sem presença de nuvens. Utilizou-se um espectro-radiômetro portátil

marca LI-COR, modelo LI-1800. As medições foram realizadas em três estratos do dossel das plantas de ‘Fuji Suprema’ (superior, médio e inferior) e na entrelinha das plantas ao nível do solo. Foram tomadas três medidas em cada estrato e na entrelinha, sendo a média utilizada para a comparação dos tratamentos. Para minimizar possíveis diferenças devido ao horário das medições, estas foram obtidas primeiramente no estrato superior, após no estrato médio, inferior e por último na entrelinha. Cada medição foi realizada primeiramente sob tela e logo após em céu aberto. O espectro de luz analisado foi de 300 a 800 nm.

3.2.2.4 Temperatura e umidade do ar

As temperaturas do ar, de bulbo seco e bulbo úmido, foram medidas em psicrômetros de pares termoelétricos de cobre-constantan. Esses sensores foram instalados a 0,8 m, 1,5 m e 2,7 m acima do solo. Em cada posição foram utilizados dois psicrômetros, instalados em lados opostos do dossel, constituindo duas repetições (Figura 7).

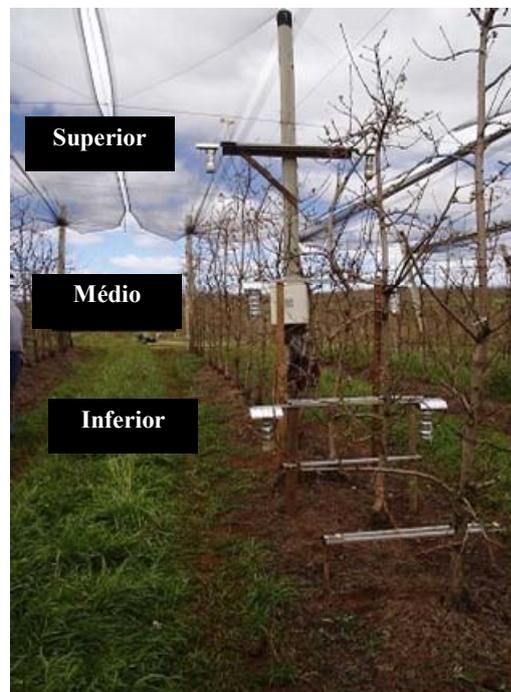


FIGURA 7. Distribuição de psicrômetros em estratos superior, médio e inferior de dosséis de macieiras ‘Royal Gala’, em céu aberto e sob tela antigranizo. Vacaria, RS. 2008 a 2011.

As temperaturas máxima e mínima diárias do ar também foram medidas pelos pares termoeletrônicos dos psicrômetros (temperatura de bulbo seco), em ambos os tratamentos, em céu aberto e sob tela antigranizo.

Com medidas de temperatura de bulbo seco (T_s) e temperatura de bulbo úmido (T_w) expressas em graus Celsius foram calculados valores de pressão de saturação de vapor do ar (e_s) em hPa, pela equação de Tetens (Equação 9), pressão parcial de vapor do ar (e) em hPa, pela equação psicrométrica modificada (Equação 10) e umidade relativa do ar (UR) em % (Equação 11). Além disso, foi calculada a umidade absoluta (UA) em $g\ m^{-3}$ sendo a temperatura do ar, nesse caso expressa em graus Kelvin (Equação 12).

$$e_s = 6,108 \times 10^{\left(\frac{7,5T_s}{237,3+T_s}\right)} \quad (9)$$

$$e = 6,108 \times 10^{\left(\frac{7,5T_w}{T_w+237,3}\right)} - 0,66(T_s - T_w) \quad (10)$$

$$UR = 100 \frac{e}{e_s} \quad (11)$$

$$UA = 288 \left(\frac{e}{T}\right) \quad (12)$$

3.2.2.5 Velocidade do vento e precipitação pluvial

Foram feitas medições de velocidade do vento com anemômetros de concha modelo A100R, marca Vector. Os anemômetros foram instalados no topo do dossel a 2,7 m acima do solo em ambos os tratamentos. Para as medições de precipitação pluvial foi instalado, sob tela antigranizo, um pluviômetro de pulso elétrico, marca Waterra, modelo ARG 100, na mesma altura do anemômetro. Em céu aberto não foi instalado pluviômetro no pomar, utilizando-se para este ambiente os dados obtidos do pluviômetro instalado na estação meteorológica automática, distante a 215 m da área experimental.

3.2.2.6 Evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência (ET_o) diária foi calculada com dados da estação meteorológica e com dados obtidos nos ambientes em céu aberto e sob tela antigranizo. Foi utilizado o método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO (Allen *et al*, 2006), de acordo com as seguintes equações:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \left[\frac{\gamma 900 U_2 (e_s - e_a)}{T + 273} \right]}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (13)$$

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,6108 \exp\left(\frac{17,27T}{T + 237,3} \right) \right]}{(T + 237,3)^2} \quad (14)$$

$$\gamma = 0,665 \times 10^{-3} P_{atm} \quad (15)$$

$$P_{atm} = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065z}{293} \right)^{5,26} \quad (16)$$

$$e_s = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T}{T + 237,3} \right] \quad (17)$$

$$e_a = \frac{e_s \times UR}{100} \quad (18)$$

sendo Δ a declividade da curva de pressão de vapor em função da temperatura do ar (kPa °C⁻¹), Rn o saldo de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹), G o fluxo total diário de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹), γ o coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹), U₂ a velocidade do vento a 2m acima do solo (m s⁻¹), e_s a pressão de saturação de vapor d'água (kPa), e_a a pressão real de vapor (kPa), T a temperatura média do ar no estrato superior do dossel de cada tratamento (°C), P_{atm} a pressão atmosférica local (kPa) e z a altitude local (m).

Para a estimativa do saldo de radiação (Rn) foram utilizadas equações ajustadas à relação entre dados de Rn medidos no pomar de macieira, em céu aberto e sob tela antigranizo, e de radiação solar global (Rg, MJ m⁻² dia⁻¹) obtidos na estação meteorológica

automática. Para R_n em céu aberto ajustou-se a Equação 19 e para R_n sob tela antigranizo obteve-se a Equação 20:

$$R_n = -3,966 + 0,978R_g \quad R^2 = 0,94 \quad (19)$$

$$R_n = -1,058 + 0,81R_g \quad R^2 = 0,96 \quad (20)$$

O fluxo de calor no solo (G) foi desconsiderado na equação de cálculo da evapotranspiração de referência, por não ter sido monitorado no local do experimento e por se considerar que, no decurso de 24h, a resultante dos fluxos de entrada e saída no perfil do solo se aproxima de zero. Assim sendo, considerou-se que a ausência dessa variável não deverá alterar significativamente a estimativa de E_{To} , até porque o fluxo de calor no solo representa uma pequena fração do balanço de energia de um dia (24 horas).

3.3 Determinações fenológicas

As determinações dos estádios fenológicos foram realizadas apenas para a cultivar ‘Royal Gala’ baseando-se pela escala estabelecida para a cultura da macieira, descrita em Iuchi (2006). Os estádios fenológicos obtidos foram: ponta verde aberta, plena flor, frutificação efetiva e colheita. A fenologia foi avaliada em plantas previamente marcadas, de cada tratamento, a partir da quebra de dormência. A duração de cada etapa fenológica foi expressa em graus-dia. O acúmulo de graus-dia foi calculado a partir da quebra de dormência, segundo Villa Nova *et al.* (1972):

$$GD_{acm} = (T_m - T_b) + \left(\frac{T_M - T_m}{2} \right) \quad \text{para } T_m > T_b \quad (21)$$

$$GD_{acm} = \frac{(T_M - T_b)^2}{2(T_M - T_m)} \quad \text{para } T_m < T_b \quad (22)$$

$$GD_{acm} = 0 \quad \text{para } T_b > T_M \quad (23)$$

sendo GDacm graus-dia acumulados, TM a temperatura máxima diária (°C) e Tm a temperatura mínima diária (°C), ambas medidas no estrato superior do dossel, e Tb a temperatura base inferior da cultura. Considerou-se como temperatura base inferior 4,5 °C (Richardson *et al.*, 1975).

Além dos estádios fenológicos, foi realizada análise da evolução do crescimento dos frutos através do diâmetro transversal obtido pela medição, com paquímetro, de três frutos marcados em cada uma das cinco plantas avaliadas das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’. Também, foram realizadas análises do teor de sólidos solúveis totais (SST) em 15 frutos amostrados de cada cultivar. As medições foram realizadas a partir de dezembro até a colheita, nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010.

3.4 Determinações fenométricas

O crescimento das plantas marcadas das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ foi avaliado através do diâmetro do tronco, medido no mês de outubro de cada ciclo. O diâmetro foi medido com paquímetro, a 10 cm acima da transição entre o porta-enxerto e a copa. Além disso, foram feitas medições de estatura e contagem do número de ramos nas plantas marcadas. Nessas plantas foram marcados quatro ramos, aleatoriamente, sendo dois no estrato superior e dois no estrato inferior do dossel. Foi feita contagem do número de folhas (NF) semanalmente, no ciclo 2008/2009, e quinzenalmente, em 2009/2010. No ciclo 2010/2011 o NF não foi determinado. A média de NF em cada estrato do dossel foi multiplicada pelo número de ramos, para estimar o número total de folhas em cada planta.

Para determinar a área foliar foi necessário desenvolver um modelo matemático, a partir das dimensões foliares. Para isso, folhas totalmente expandidas e sadias foram coletadas em plantas das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas (outubro, dezembro e janeiro). As folhas foram selecionadas ao acaso, em diferentes posições da planta e com tamanhos variados. O total

de folhas coletadas para o ajuste do modelo de estimativa da área foliar foi de 700, sendo 350 folhas em cada ambiente de cultivo. Imediatamente após a coleta, as folhas foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para laboratório, para medição do comprimento (C), da largura (L) e área foliar (AF). O comprimento da folha foi medido da ponta da lâmina até a inserção da folha ao pecíolo, ao longo da nervura principal. A largura foi medida entre os lóbulos maiores da lâmina, perpendicularmente à nervura central. As medições de C e L foram feitas com régua graduada em milímetros, enquanto AF foi medida através de um planímetro eletrônico marca LI-COR, modelo LI 3000.

Para comparação entre equações (lineares e quadráticas) de estimativa de área foliar em função das dimensões foliares procederam-se análises de regressão. Foram obtidos modelos de regressão com passagem forçada da função pela origem, seguindo critérios de Lakitan, (1989). A variável dependente área foliar (AF) foi relacionada às variáveis comprimento (C), largura (L) e ao produto de C x L.

A equação 24 apresentou melhor desempenho estatístico e foi utilizada para estimativa da área foliar (AF) e para o cálculo de índice de área foliar de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ (IAF, Equação 25):

$$AF = 0,6962 \times C \times L \quad (24)$$

$$IAF = \frac{NF \times AF}{S} \quad (25)$$

sendo NF o número de folhas por planta e S a área de solo ocupada por planta.

Para caracterização do formato das folhas entre ambientes (céu aberto e sob tela) foi determinado o índice de forma (IF), através da razão C/L. A partir deste índice considerou-se que folhas com IF inferior a 1 são mais largas que longas e folhas com IF superior a 1 são proporcionalmente mais alongadas (Reis, 2003).

3.5 Variáveis anatômicas e fisiológicas

As medições do potencial da água na folha, anatomia foliar, teor de clorofila e taxa fotossintética foram realizadas para ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ em 23/10/2009, 11/02/2010 e 20/04/2010, entre 5h e 13h (horário local). No dia 20/04/2010 as medições foram realizadas apenas na cultivar ‘Fuji Suprema’ devido à antecipação da senescência foliar da cultivar ‘Royal Gala’ por incidência de *Glomerella sp.* A primeira avaliação foi realizada no início de formação dos frutos, com céu parcialmente nublado, a partir das 12 h (horário local). A temperatura média do ar foi de 19,9 e 19,7 °C sob tela antigranizo e em céu aberto, respectivamente. A segunda avaliação ocorreu durante a maturação dos frutos, com céu limpo, a partir das 11 h (horário local), com temperatura média do ar de 21,6 °C (sob tela) e 20,9 °C (em céu aberto). A terceira avaliação foi realizada no início da senescência foliar da cultivar ‘Fuji Suprema’, com céu encoberto desde o amanhecer e temperatura média do ar de 16,9 °C (sob tela) e 16,5 °C (em céu aberto).

3.5.1 Potencial da água na folha

As medições de potencial da água na folha foram realizadas, através de câmara de pressão (Scholander *et al.*, 1965). O potencial de água na folha foi medido em torno da 5h, antes do nascer do sol, correspondendo ao potencial de base ou potencial máximo da água na folha. O potencial mínimo da água na folha foi medido às 13h. Foram feitas medições em 12 folhas coletadas no estrato médio do dossel, em cada ambiente.

3.5.2 Anatomia foliar

Foram coletadas folhas totalmente expandidas, expostas à radiação solar, no estrato mediano de quatro plantas de cada cultivar, em cada época de avaliação. Logo após a coleta de cada folha, foram retirados cinco fragmentos da parte mediana da folha, entre as

nervuras principais, com dimensões de aproximadamente 0,5 cm x 0,2 cm. Esses fragmentos foram colocados em recipientes com o fixador TRAMP e submetidos a vácuo, logo após o fechamento de cada recipiente. Em seguida, foram acondicionados em caixas de isopor e colocados em geladeira, até o momento do preparo das amostras para avaliação da anatomia foliar.

O estudo anatômico das folhas de macieira foi desenvolvido no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências da UFRGS.

Alguns fragmentos de folhas fixados foram seccionados em partes menores, manualmente, e desidratados em série alcoólica-etílica. Estas foram emblocadas em glicol metacrilato e seccionadas transversalmente em 5 µm de espessura, em micrótomo modelo Leica 1400 marca Karl Zeiss, distendidas em água sobre as lâminas e coradas com solução aquosa de azul de Astra 1,0% e fucsina básica 0,0125% (Alves de Brito & Alquini 1996). Uma vez efetuada cada coloração, as lâminas foram lavadas em água destilada, secas em estufa a 40 °C e submetidas à montagem convencional e recobertas com lamínula. Após a confecção do laminário, as secções foram fotomicrografadas em microscópio DMR, através de microscopia óptica de campo claro.

A partir das fotomicrografias dos cortes transversais foram efetuadas, para cada repetição, cinco medições de espessura das epidermes abaxial e adaxial, assim como dos parênquimas paliçádico e lacunoso. Portanto, em cada tratamento, foram feitas vinte medições para cada cultivar, em cada data de avaliação.

3.5.3 Estômatos

Fragmentos fixados das folhas de cada tratamento e repetição foram seccionados, manualmente, e submetidos à preparação seguindo o método de Arnott (1959), com adaptações. O material foi clarificado com hipoclorito de sódio a 25% de produto comercial, por 2 h. Em seguida, foi colocado em hidróxido de sódio a 5%, em estufa a 42

°C por 1 h. Após, foi lavado com água destilada por quatro vezes e colocado em cloral hidratado (4 g em 2,5 mL de água) por um período de 20 h e em água destilada por igual período. Então, esses fragmentos foram dispostos em lâminas, com a face abaxial voltada para cima, para realização de fotomicrografias das células epidérmicas e dos estômatos, através de microscopia de campo claro em microscópio DMR. Foi feita a contagem de estômatos e células epidérmicas na área correspondente à fotomicrografia (Figura 8). Com esses dados foi calculado o índice estomático (IE) conforme Equação 26:

$$IE = \left(\frac{E}{CE - E} \right) \times 100 \quad (26)$$

sendo E o número de estômatos e CE o número de células epidérmicas, na área considerada.

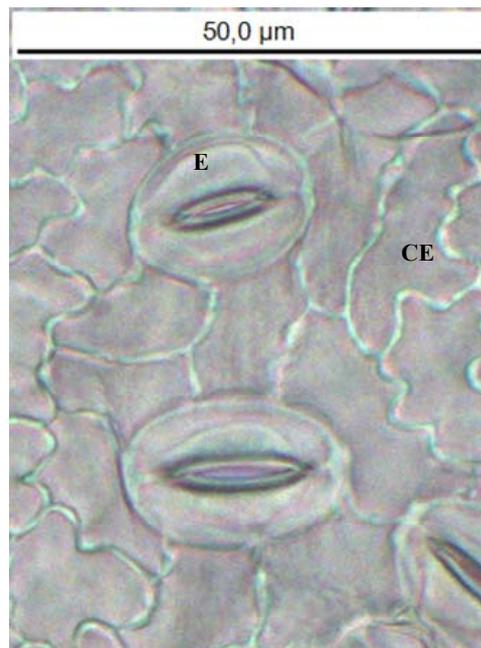


FIGURA 8. Micrografia de campo claro de células epidérmicas (CE) e de estômatos (E) em folhas de macieira 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo, com aumento de 40 vezes. Vacaria, RS, 2009/2010.

3.5.4 Teor de clorofila

Foram coletadas, aleatoriamente, 20 folhas expostas à radiação solar no estrato médio do dossel, em cada ambiente. Destas folhas, foram coletados discos com 1,0 cm de

diâmetro, através de um furador de rolha. Foram coletadas quatro repetições com cinco discos para cada tratamento nas quais foi determinada a massa de matéria fresca. Os discos foram imediatamente acondicionados em vidros escuros envoltos por papel alumínio, para evitar entrada de luz. Em cada vidro foram adicionados 20 mL de álcool 96% PA. As amostras foram armazenadas durante uma semana, em local fresco e escuro. Após esse período, procedeu-se à leitura da densidade ótica do material líquido das amostras em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda 649 e 665 nm, utilizando cubetas de quartzo. A partir dessas leituras, determinou-se a concentração (mg cm^{-2}) de clorofilas *a*, *b* e totais nas soluções de leitura, por meio de fórmulas propostas por Wintermans & Demots (1965), citados por Knudson *et al.* (1977):

$$\text{Clorofila } a = (13,7 \times A_{665\text{nm}}) - (2,76 \times A_{649\text{nm}}) \quad (27)$$

$$\text{Clorofila } b = (25,8 \times A_{649\text{nm}}) - (7,60 \times A_{665\text{nm}}) \quad (28)$$

$$\text{Clorofila } (a + b) = (6,1 \times A_{665\text{nm}}) - (20,04 \times A_{649\text{nm}}) \quad (29)$$

sendo *A* absorvância (nm).

3.5.5 Taxa fotossintética

Para cada uma das cultivares, ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’, foram selecionadas oito plantas com tamanho semelhante, sendo quatro em céu aberto e quatro sob tela antigranizo. Em cada planta, no estrato médio do dossel, foi marcada uma folha sadia, totalmente expandida e exposta à radiação solar para determinações de taxa fotossintética líquida.

A taxa fotossintética líquida foi determinada com um analisador de gases por detecção de radiação infravermelha (IRGA), da marca LI-COR, modelo 6400. As medições foram realizadas com uma fonte luminosa artificial do tipo *led*, modelo LI-6400-02B. A folha foi submetida a fluxos de radiação fotossinteticamente ativa incidente de 0, 100, 200, 400, 600, 800 e 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para expressar a taxa fotossinteticamente

líquida em resposta à radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi ajustada uma função polinomial hiperbólica (Equação 30):

$$A = a + \left(\frac{A_{N_{\max}} \times \text{RFA}}{b + \text{RFA}} \right) \quad (30)$$

sendo a respiração no escuro, $A_{N_{\max}}$ taxa máxima fotossintética líquida e b coeficiente de ajuste da equação. O ponto de compensação de luz (I) correspondeu ao valor de RFA em que A é igual a zero. A eficiência quântica aparente (Φa) foi estimada pelo ajuste de uma equação linear, na faixa em que a variação de A em função RFA foi linear.

3.6 Análises pós-colheita

Para avaliar as características físico-químicas dos frutos e determinar os componentes do rendimento das plantas foi feita colheita de todos os frutos das 10 plantas marcadas da cultivar ‘Royal Gala’ e das cinco plantas marcadas da cultivar ‘Fuji Suprema’, em céu aberto e sob tela antigranizo. A colheita foi realizada na maturação dos frutos, levando-se em consideração o teor de sólidos solúveis totais (SST) medido (a partir de 12 °Brix para ‘Royal Gala’ e 13 °Brix para ‘Fuji Suprema’) e da avaliação visual da cor dos frutos. As colheitas dos frutos da cultivar ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo foram feitas em 04/03/2009, 18/02/2010 e 18/03/2011. Em céu aberto houve colheitas em 17/02/2009 e 04/02/2010, mas não houve no ciclo produtivo 2010/2011 devido à perda total de frutos ocasionada por precipitação de granizo. A colheita dos frutos da cultivar ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo ocorreu em 29/04/2009, 08/04/2010 e 27/04/2011. Nesta cultivar em céu aberto houve colheita em 15/04/2009 e 26/03/2010, mas não houve em 2010/2011, devido à perda total causada por granizo.

Em cada planta, todos os frutos foram colhidos separadamente em dois estratos, sendo o estrato superior correspondente à metade superior da planta e o estrato inferior à

metade inferior da planta. Os frutos foram acondicionados em caixas previamente identificadas, contados e pesados ainda no pomar. Após, foi realizada uma amostragem visando análises laboratoriais. Em cada estrato da planta foram coletados 15 frutos, totalizando 30 frutos por planta em cada ambiente e cultivar. Esses frutos foram transportados, em caixas identificadas, ao Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e armazenados em câmara frigorífica (máximo 15 dias) até a realização das análises.

As variáveis medidas e analisadas em laboratório foram: cor da epiderme, diâmetro transversal e longitudinal, incidência de *russetting*, número de sementes por fruto, firmeza de polpa, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e danos provocados por granizo.

3.6.1 Cor da epiderme

A cor da epiderme da maçã foi medida, aleatoriamente, uma única vez em cada fruto amostrado. Esta determinação foi realizada através de um colorímetro marca Konica/Minolta, modelo CR400, segundo o sistema CIELAB proposto pela Commission Internationale de L'Eclairage (1986), em $L^*a^*b^*$ (Figura 9).

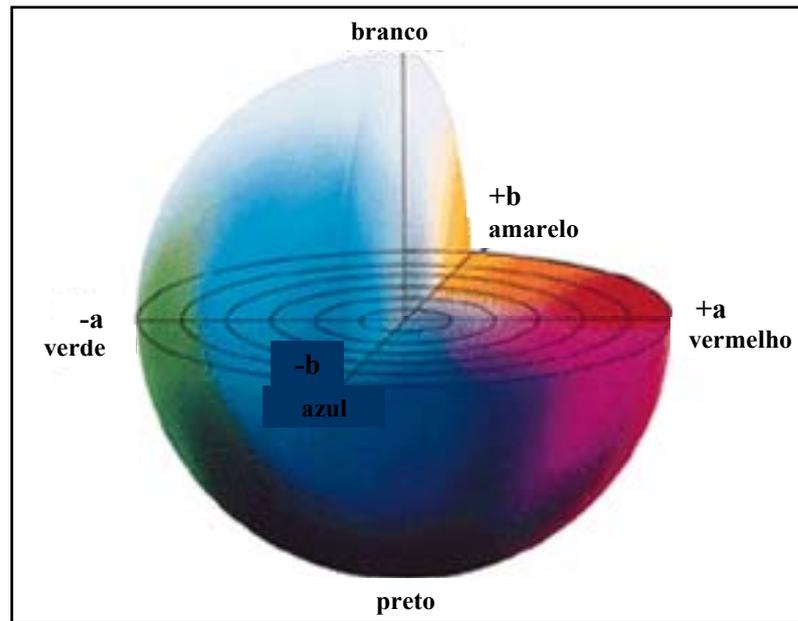


FIGURA 9. Sistema de cor CIELAB, proposto pela Commission Internationale de L'Eclairage (CIE, 1986).

O valor L corresponde a uma escala de luminosidade e representa a leveza das cores, com variação de 0 a 100 (0 = preto, 100 = branco). Para a e b a escala é de -60 a +60, sendo a negativo para o verde e positivo para o vermelho e b negativo para o azul e positivo para o amarelo.

Neste sistema a representação da cor é dada por quatro diferentes parâmetros: luminosidade, ângulo Hue, cromaticidade e índice de cor. O ângulo Hue ou de cor indica a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo 0° representa vermelho puro, 90° representa o amarelo puro, 180° corresponde a verde puro e 270° corresponde a azul. O ângulo Hue foi calculado através da Equação 31:

$$\text{Hue} = \arctan \left(\frac{b}{a} \right) \times 57,3 \quad (31)$$

sendo a e b valores obtidos na leitura com colorímetro.

A cromaticidade ou chroma indica a intensidade ou saturação de cor, sendo definida pela distância do ângulo Hue no centro do diagrama tridimensional (Equação 32):

$$\text{Choma} = (a^2 + b^2)^{0,5} \quad (32)$$

O índice de cor (Equação 33) permite a correlação direta com a avaliações de aparência visual dos frutos:

$$\text{Índice de cor} = \frac{a}{b} \quad (33)$$

3.6.2 Diâmetro transversal e longitudinal dos frutos

As determinações de diâmetro transversal e longitudinal dos frutos foram feitas por leitura direta em cada amostra, com paquímetro digital, em centímetros (Figura 10). Pela relação entre os dois diâmetros, foi obtido o índice de formato dos frutos (IF), que define frutos arredondados para IF próximo de 1,0 e frutos alongados para IF distante de 1,0.

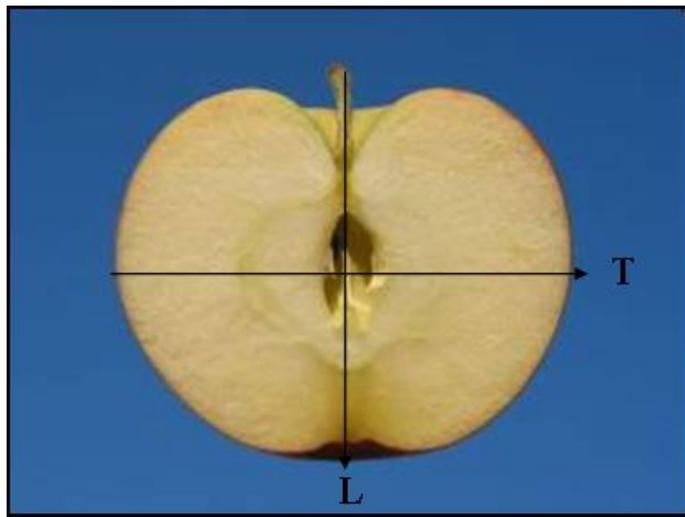


FIGURA 10. Medidas de diâmetro transversal e longitudinal de maçãs em céu aberto e sob tela antigranizo. Vacaria, RS.

3.6.3 Incidência de *russeting*

A incidência de *russeting* foi baseada na classificação visual, em que se considerou ausência de *russeting* quando o fruto não possuía sintomas visuais ou quando o sintoma estava restrito à cavidade peduncular e presença de *russeting* quando o fruto possuía sintomas em mais 10% de sua superfície.

3.6.4 Número de sementes

O número de sementes foi determinado em todos os frutos amostrados. Os mesmos foram cortados ao meio, junto ao plano longitudinal, para retirada e contagem das sementes.

3.6.5 Firmeza da polpa

Para medição da firmeza de polpa, inicialmente, a epiderme foi removida em dois lados opostos do fruto, junto ao plano transversal. Após, foi utilizado um penetrômetro manual que, através da compressão exercida pela ponteira de 11 mm de diâmetro, mediuse a força, em Newton, necessária para vencer a resistência dos tecidos da polpa. A profundidade de penetração da ponta foi de aproximadamente 1 cm.

3.6.6 Acidez total titulável e sólidos solúveis totais

A acidez total titulável (ATT) foi determinada titulando-se suco diluído de maçã com hidróxido de sódio a 0,1 N, até atingir pH 8,1. Para isto, foi utilizado um peagâmetro Digimed DM-20, provido de um termo-compensador.

O suco de maçã foi obtido por centrifugação da polpa, da qual uma amostra de 6 g (pesada em balança eletrônica) foi diluída em 90 mL de água destilada.

O cálculo do teor de acidez foi feito de acordo com a Equação 34:

$$A = V \times N \times 0,67 \times \left(\frac{100}{G} \right) \quad (34)$$

sendo A a acidez total, em meq de ácido málico por 100 mL, V o volume gasto de NaOH na titulação, N a normalidade de NaOH, 0,67 um fator para expressar a acidez em ácido málico em meq, G a massa (6 g) da amostra.

O teor de SST foi obtido a partir de duas a três gotas de suco, retiradas da amostra homogeneizada. Utilizou-se um refratômetro digital portátil, modelo Pocket PAL-1 com precisão $\pm 0,2\%$. A leitura foi expressa em °Brix.

A partir dos valores de SST e ATT foi determinada a razão SST/ATT.

3.6.7 Análise sensorial

Uma amostra de 30 frutos das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’, de cada ambiente de cultivo (sob tela antigranizo e em céu aberto), foram coletados nos dias de colheita comercial, levando-se em consideração o teor de SST e cor. Desses frutos, 15 foram utilizados para análises físico-químicas (peso, diâmetro, cor, firmeza, ATT e SST) realizadas no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Outros 15 frutos foram utilizados para análise sensorial, realizada no laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da UFRGS, nos dias 25/03/2010 (‘Royal Gala’), 29/04/2010 (‘Fuji Suprema’) entre 14 e 17 h (horário local).

Foram selecionadas 34 pessoas (estudantes e professores) do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA/UFRGS), que consomem maçã semanalmente. As mesmas não foram informadas do propósito da análise para não haver influência no momento da degustação.

Realizou-se teste de aceitação, utilizando-se escalas hedônicas (que expressam o grau de gostar ou desgostar do produto) e avaliação estatística por análise de variância. O teste de aceitação aplicado é um método descritivo, pois envolve tanto a discriminação quanto a descrição dos atributos sensoriais dos produtos avaliados.

Os frutos de cada tratamento foram cortados em quatro partes, pelo eixo longitudinal. As amostras degustadas constituíram-se de uma parte do fruto de cada tratamento. A identificação dos tratamentos foi realizada de forma codificada.

A análise foi realizada em cabines individuais de cor branca com iluminação natural, com um painel composto por 34 provadores selecionados, de acordo com os critérios já descritos. Cada provador recebeu um copo com água, as duas amostras codificadas com três dígitos aleatórios e uma ficha de avaliação sensorial.

A ficha de avaliação utilizada (Apêndice 2) foi elaborada visando quantificar a percepção de qualidade, através dos seguintes componentes de análise sensorial: atributos visuais - aceitação da intensidade e tonalidade da cor; atributos gustativos - aceitação da intensidade, estrutura, equilíbrio e qualidade; atributos de aceitação global - grau de gostar ou desgostar do produto de maneira global. Estas características foram avaliadas em nove escalas de intervalo ou de proporção: 1) desgostei muitíssimo; 2) desgostei muito; 3) desgostei moderadamente; 4) desgostei levemente; 5) nem gostei nem desgostei; 6) gostei levemente; 7) gostei moderadamente; 8) gostei muito; 9) gostei muitíssimo.

3.6.8 Rendimento e Componentes do rendimento

Por ocasião da colheita, os frutos de cada planta foram contados e pesados para obtenção do número e massa média dos frutos por planta de 'Royal Gala' e de 'Fuji Suprema'. Determinou-se o rendimento por área ($t\ ha^{-1}$).

3.6.9 Danos provocados por granizo

A incidência de danos nos frutos devido ao granizo foi determinada após ocorrência de granizo em 24/11/2010. Foram colhidos frutos das duas cultivares e nos dois ambientes, no dia 11/01/2011. Foram obtidos dados de severidade dos danos por granizo em frutos nos estratos superior e inferior do dossel. Consideraram-se três níveis de severidade de danos em frutos: leve (lesões superficiais sem ruptura da epiderme), moderado (lesões com

ruptura em menos de 50% da epiderme) e severo (lesões com ruptura em mais de 50% da epiderme).

No dia 24/01/2011 foi realizada avaliação de danos nas folhas, através da contagem do número de folhas danificadas pelo granizo de cinco plantas marcadas nos estratos superior e inferior, em cada cultivar e ambiente. Além disso, foram coletadas 110 folhas de cada tratamento, aleatoriamente, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas ao laboratório para medição da área foliar (AF) usando-se um planímetro eletrônico marca LI-COR, modelo LI 3000.

3.7 Análises estatísticas

As médias dos tratamentos de todas as variáveis avaliadas foram submetidas aos testes de Bartlett, Kolmogorov-Smirnov e Durbin-Watson para verificar se apresentavam homogeneidade de variância, distribuição normal e independência dos dados, respectivamente. Essas condições foram confirmadas e foi realizada análise de variância para quantificar o efeito das fontes de variação. Quando esta análise foi significativa (*F-test*), a separação das médias foi realizada pelo teste *t* ou teste de Tukey. A significância estatística foi testada na probabilidade de 5% de erro. Além disso, foram realizadas análises de regressão para verificar diferenças entre ambientes. Os dados expressos em % foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$ para análise estatística.

3.7.1 Elementos meteorológicos

O experimento foi composto por dados meteorológicos obtidos sob tela antigranizo e em céu aberto, durante três ciclos de cultivo (2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011), constituindo assim um experimento com uma fonte de variação (ambiente), uma vez que as análises de cada ciclo foram realizadas separadamente. Para alguns elementos

meteorológicos (radiação fotossinteticamente ativa, temperatura e umidade do ar) consideraram-se duas fontes de variação: ambiente e estrato do dossel. Para as análises consideraram-se como repetições as médias obtidas por decêndios em cada ambiente e em cada estrato do dossel.

3.7.2 Atributos de plantas ou frutos

O experimento foi composto por dados obtidos em plantas (macieiras) das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, durante três ciclos produtivos (2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011). Para os dados referentes a análises pós-colheita foram consideradas duas fontes de variação: ambiente e estrato do dossel, uma vez que as análises de cada ciclo e de cada cultivar foram realizadas separadamente. Na análise das variáveis fenométricas, fisiológicas, anatômicas, dos componentes de rendimento e de rendimento de frutos considerou-se apenas uma fonte de variação (ambiente).

O delineamento experimental foi considerado inteiramente casualizado, sendo que em cada ambiente de cultivo, da cultivar ‘Royal Gala’ utilizaram-se dez plantas previamente marcadas, distribuídas em cinco fileiras (duas plantas por fileira), sendo cada planta uma repetição. Para a cultivar ‘Fuji Suprema’ utilizaram-se cinco plantas distribuídas em uma fileira, também sendo cada planta uma repetição. As fileiras laterais a essas se constituíram em bordaduras, juntamente com 12 plantas das extremidades das mesmas (Figura 11).

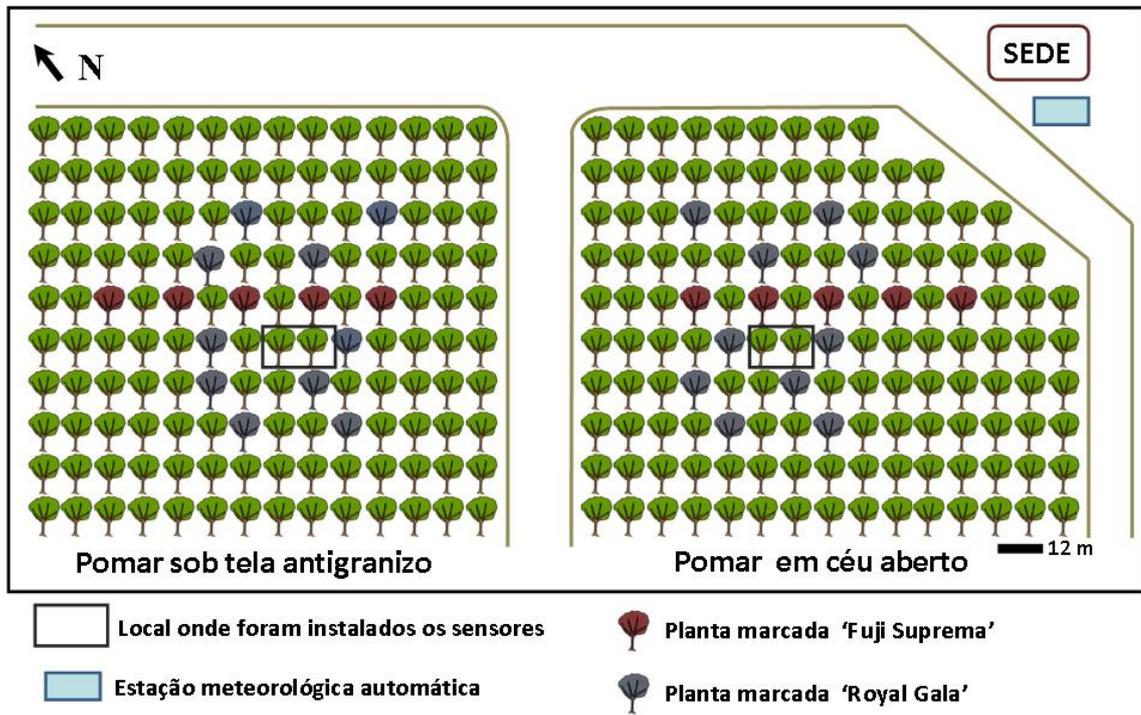


FIGURA 11. Área experimental com localização de sensores micrometeorológicos e plantas marcadas para avaliações, em pomar de macieira 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS, 2008 a 2011.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condições meteorológicas do período experimental

A radiação solar global (R_g) média de outubro a maio, no ciclo de 2008/2009, foi 8% superior à média climatológica e à média de 2010/2011, e 11% superior à média de 2009/2010 (Figura 12). A radiação global do ciclo 2009/2010 apresentou maior oscilação em torno da média climatológica, principalmente devido aos baixos valores de setembro, novembro e janeiro, decorrentes da maior nebulosidade e consequente precipitação pluvial (Figura 12). A média mensal de R_g foi maior em dezembro, com exceção ao ciclo 2010/2011, em que a maior média é de novembro. Isto ocorreu pela nebulosidade da primeira quinzena de dezembro 2010, acompanhada por elevada precipitação pluvial ocorrida neste período. No entanto, a máxima radiação solar diária de cada ciclo ocorreu em dezembro, sendo de $33,6 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ em 2008, $33,1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ em 2009 e $31,1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ em 2010.

No inverno e na primavera as médias de radiação solar global não diferiram entre os ciclos analisados (Figura 13). No verão e no outono a média de R_g do ciclo 2008/2009 foi superior às demais, atingindo 21 e $14,1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente.

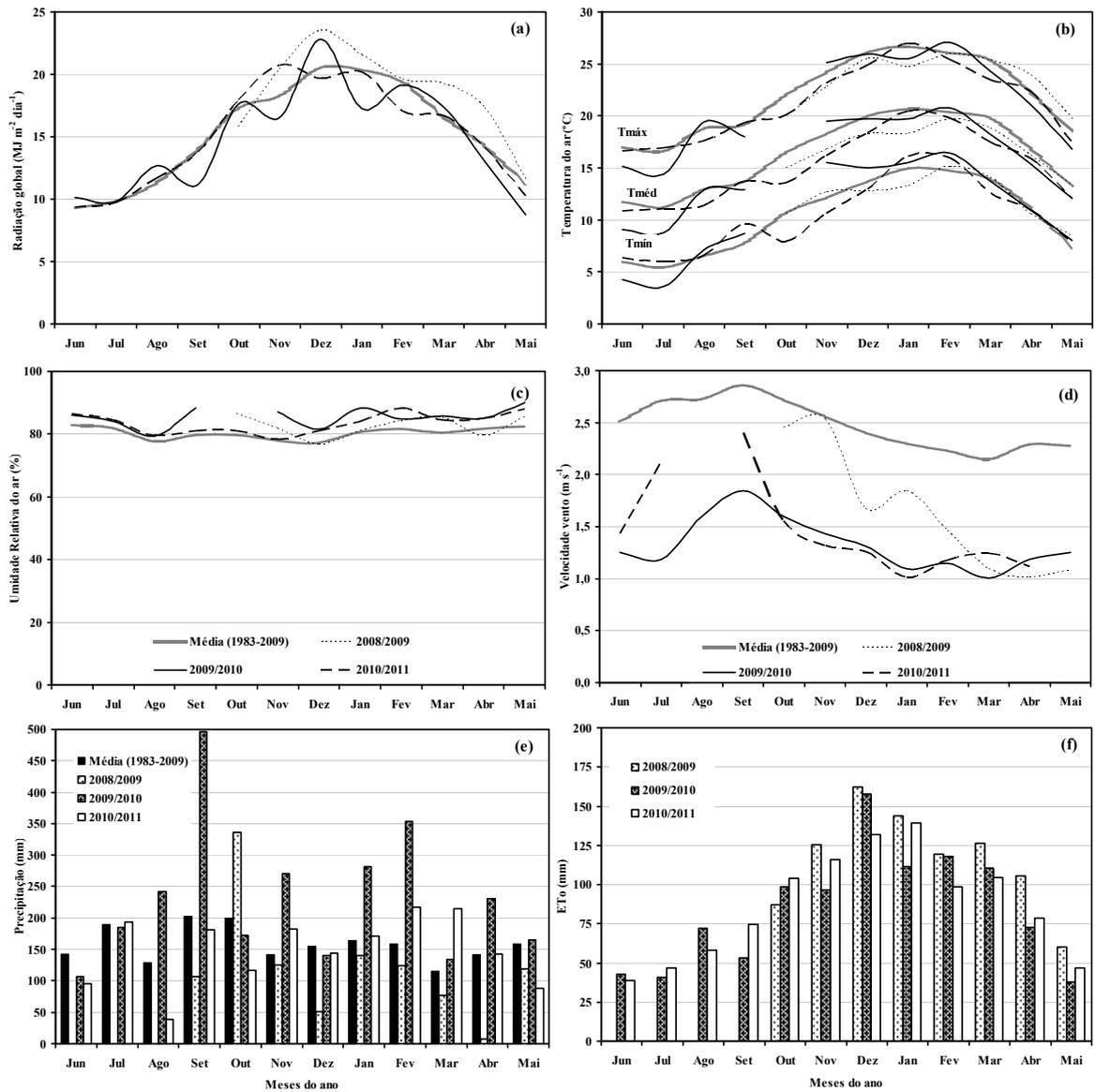


FIGURA 12. Médias mensais de radiação solar global (a), temperatura do ar (b) máxima (Tmáx), média (Tméd) e mínima (Tmín), umidade relativa do ar (c), velocidade do vento (d), totais mensais de precipitação pluvial (e) e evapotranspiração de referência - ETo (f), em comparação com médias climatológicas. Vacaria, RS, 2008 a 2011.

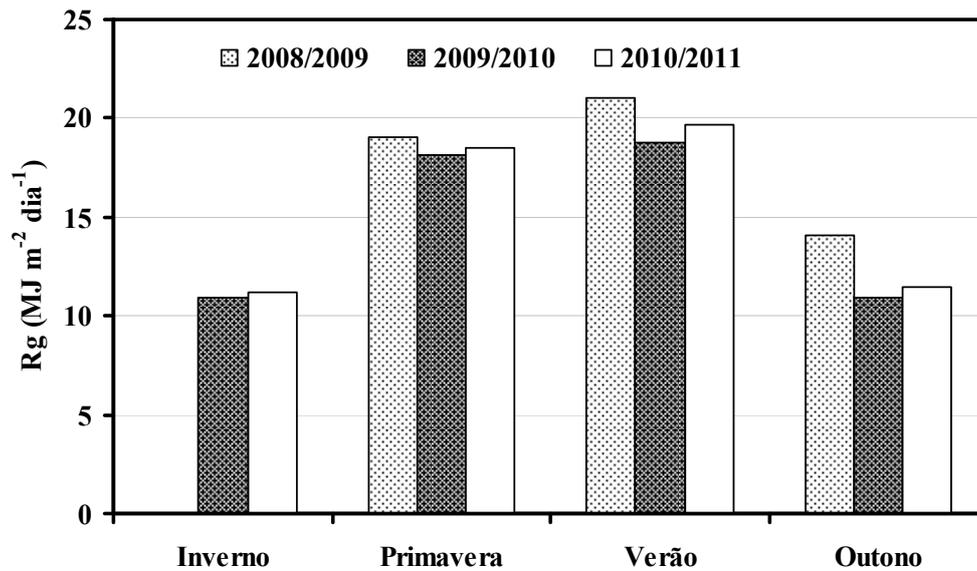


FIGURA 13. Médias estacionais de radiação solar global (Rg) nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

A temperatura máxima do ar de cada período analisado foi semelhante e, geralmente, inferior à média climatológica (Figura 12). As médias das temperaturas máximas do ar dos ciclos 2008/2009 e 2009/2010 ocorreram em fevereiro, sendo 25,9 °C e 27,1 °C, respectivamente. No entanto, no ciclo 2010/2011 (27 °C) e na média climatológica (26,7 °C) seus valores máximos ocorreram em janeiro. Entre as estações do ano, a maior média das temperaturas máximas ocorreu no verão, sendo que não diferiram entre os ciclos 2008/2009 (25,5 °C), 2009/2010 (26 °C) e 2010/2011 (25,9 °C) (Figura 14).

A temperatura do ar média mensal do período experimental foi inferior à média climatológica na maioria dos meses, com exceção a novembro e fevereiro do ciclo 2009/2010 (Figura 12). No ciclo 2008/2009, as médias mensais da temperatura do ar de outubro a maio variaram entre 19,7 °C, em fevereiro, e 13,3 °C, em maio. De junho a maio de 2009/2010 as médias mensais variaram entre 8,7 °C (julho) e 20,7 °C (fevereiro). Em 2010/2011 elas variaram entre 10,9 °C (julho) e 20,5 °C (janeiro). As temperaturas médias do período de primavera-verão do ciclo 2009/2010 foram 1 °C superiores às do ciclo de 2008/2009. No ciclo 2010/2011, a temperatura média de primavera foi 0,4 °C e 1,4 °C inferior à 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente (Figura 14).

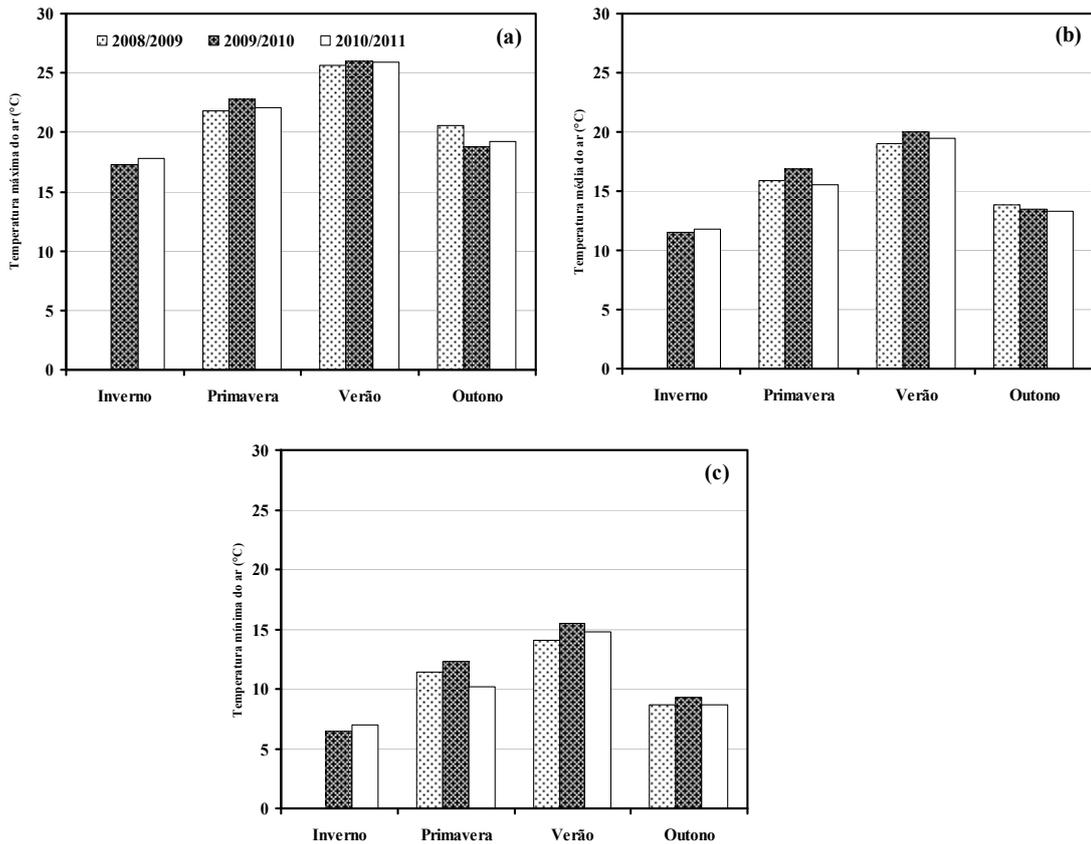


FIGURA 14. Médias estacionais das temperaturas do ar máxima (a), média (b) e mínima (c) nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

As médias mensais da temperatura mínima do ar oscilaram em torno da média climatológica (Figura 12). Em 2008/2009, as médias mensais foram superiores às médias climatológicas dos meses de novembro, fevereiro, março e maio. Em 2009/2010 as médias da temperatura mínima do ar foram inferiores a média climatológica apenas nos meses de junho, julho, março e abril. Em 2010/2011, as médias da temperatura mínima também foram superiores às médias climatológicas, na maioria dos meses. As médias mensais da temperatura mínima variaram entre 3,6 °C e 16,4 °C, no ciclo 2009/2010, e entre 6 °C e 16,1 °C, em 2010/2011. No período de primavera-verão as médias da temperatura mínima do ar dos ciclos 2008/2009 e 2010/2011 foram inferiores à de 2009/2010 (Figura 14). No verão de 2009/2010 a média da temperatura mínima foi 1,4 °C e 0,7 °C superior àquelas ocorridas nos ciclos 2008/2009 e 2010/2011, respectivamente.

As médias mensais de umidade relativa do ar dos ciclos 2009/2010 e 2010/2011 foram superiores às médias climatológicas, em todo o período avaliado (Figura 12). A umidade relativa do ar de 2009/2010 foi mais elevada que nos demais ciclos produtivos, em todas as estações do ano (Figura 15). Esta ocorrência tem concordância com a maior quantidade de precipitação pluvial ocorrida naquele ciclo.

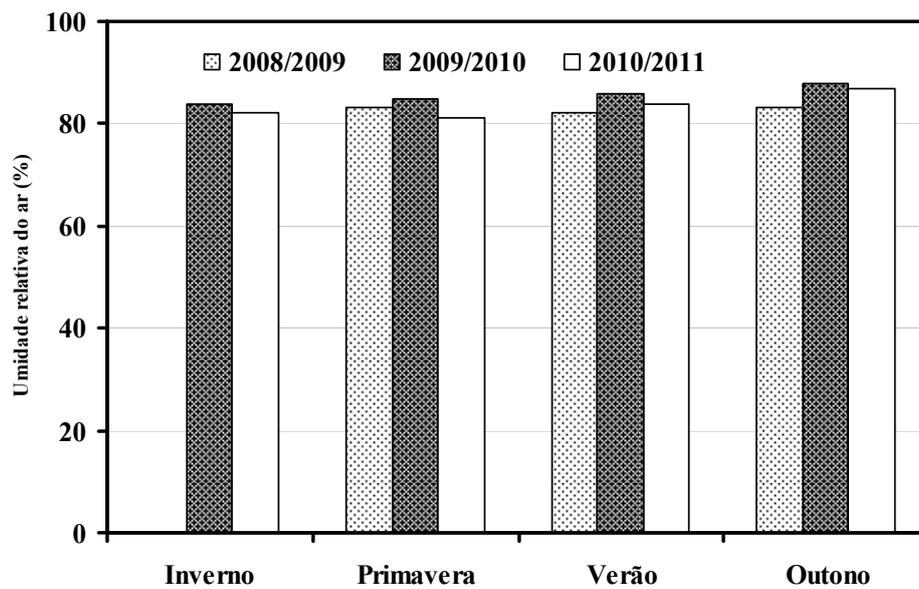


FIGURA 15. Médias estacionais de umidade relativa do ar dos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

As médias mensais da velocidade do vento nos três ciclos de cultivo foram inferiores às médias climatológicas (Figura 12). A velocidade do vento foi mais elevada no mês de setembro, cujas médias foram de $2,9 \text{ m s}^{-1}$ (média climatológica), $1,8 \text{ m s}^{-1}$ (2009/2010) e $2,4 \text{ m s}^{-1}$ (2010/2011). Na avaliação das médias estacionais da velocidade do vento, verificou-se que a primavera e o verão de 2008/2009 tiveram médias superiores em 35% e 31%, respectivamente, aos outros dois ciclos (Figura 16).

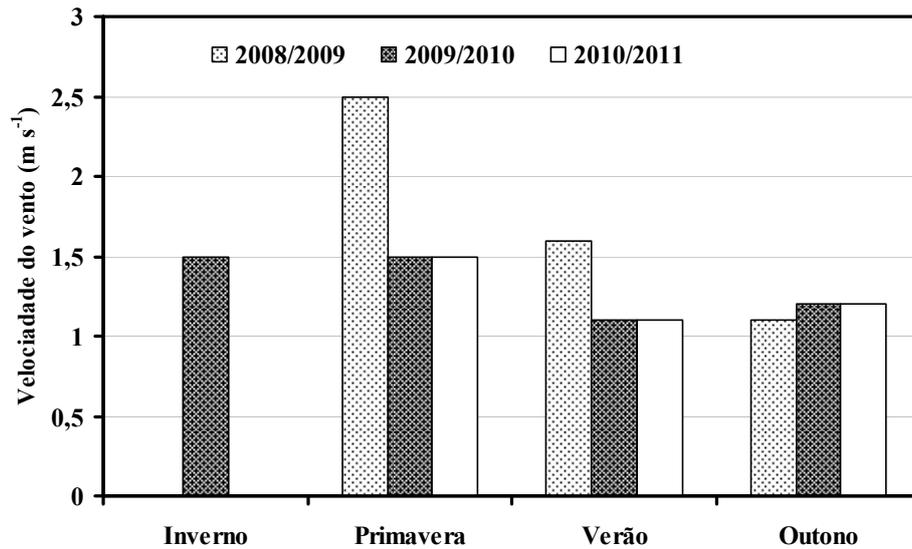


FIGURA 16. Médias estacionais de velocidade do vento nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Os totais mensais de precipitação pluvial do ciclo 2009/2010 foram superiores às médias climatológicas em oito dos doze meses do ano, totalizando 2.779 mm no ano (Figura 12). Este total anual supera em 881 mm a média climatológica e em 1.154 mm o total do ciclo 2010/2011. Considerando somente o período de setembro a maio, a menor precipitação acumulada ocorreu em 2008/2009, com 1.087 mm. No mesmo período ocorreram 2.245 mm e 1.292 mm em 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente. Quanto aos totais de chuva nas estações do ano, verificou-se que os maiores volumes ocorreram no ciclo 2009/2010 (Figura 17). Nos meses de primavera-verão, que abrangem os períodos vegetativo e reprodutivo da macieira, a precipitação ocorrida em 2009/2010 foi 39% superior àquela de 2008/2009 e 50% superior à de 2010/2011. No entanto, o número de dias de chuva não diferiu nos meses de primavera-verão, tendo sido de 76 dias em, 2008/2009 e 2009/2010 e 68 dias em 2010/2011. Portanto, a maior precipitação ocorrida em 2009/2010 correspondeu a um maior volume diário de chuvas.

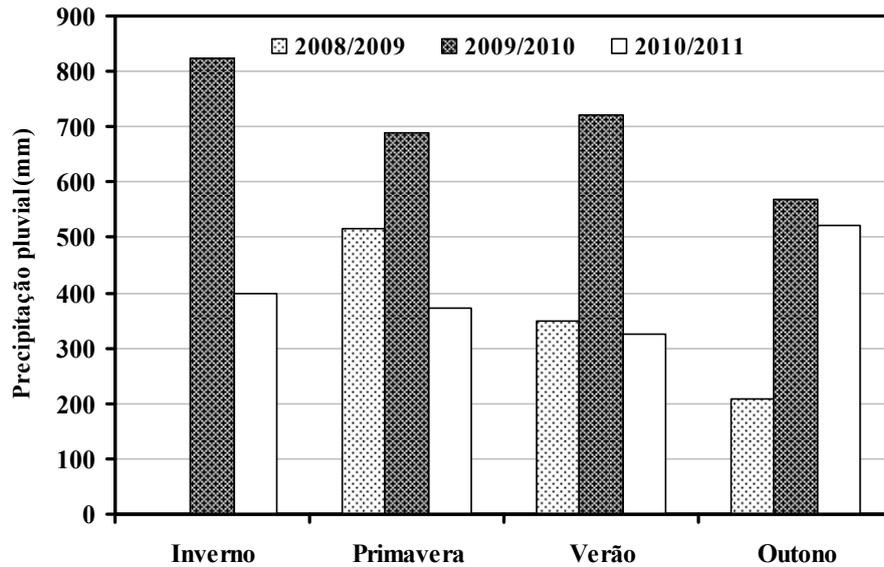


FIGURA 17. Médias estacionais de precipitação pluvial nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Os maiores totais mensais de evapotranspiração de referência (ET_o) ocorreram em dezembro e janeiro dos ciclos 2008/2009 e 2010/2011 e em dezembro e fevereiro de 2009/2010 (Figura 12). Entre os meses de novembro a abril, ET_o foi maior no ciclo 2008/2009 que em 2009/2010 e 2010/2011, em função da maior disponibilidade de radiação solar e da maior velocidade do vento. Os totais mensais de ET_o foram superiores aos de precipitação pluvial em dezembro, janeiro, março e abril do ciclo 2008/2009 e em dezembro do ciclo 2009/2010. Na avaliação estacional, primavera e verão tiveram os maiores totais de ET_o, sendo que, em 2008/2009, ela foi superior àquela dos demais ciclos (Figura 18).

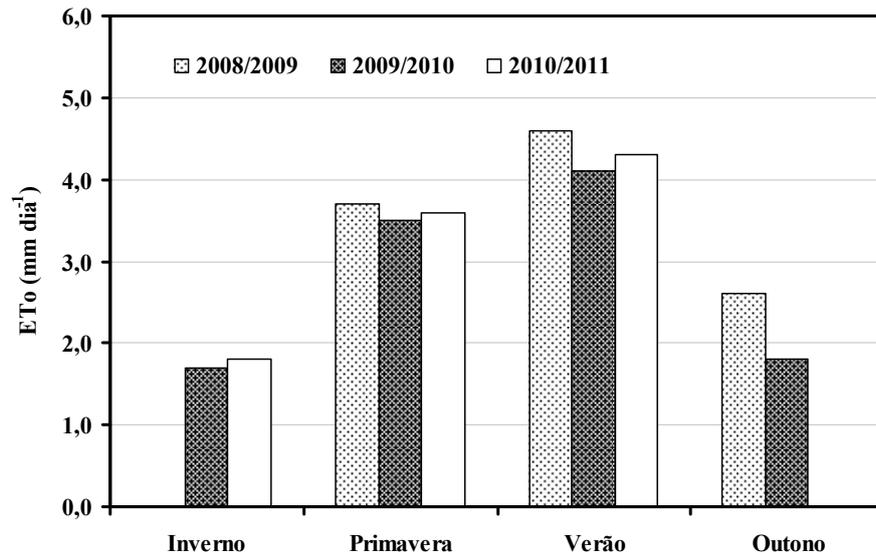


FIGURA 18. Evapotranspiração de referência (ETo) calculada pelo método de Penman-Monteith durante as estações do ano, nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Numa avaliação geral, as condições meteorológicas dos três ciclos avaliados foram distintas, com exceção das temperaturas do ar. O ciclo de 2008/2009 teve maior radiação solar global, maior velocidade do vento e menor precipitação pluvial que os demais ciclos e as normais climatológicas. Em consequência, naquele ciclo houve menor umidade relativa do ar e maior evapotranspiração de referência. A irrigação do pomar foi necessária durante o verão, visando evitar déficit hídrico e redução no tamanho dos frutos.

Ao contrário, o ciclo 2009/2010 teve períodos com elevada nebulosidade e precipitação pluvial, com redução de radiação solar global, aumento da umidade relativa do ar e redução da evapotranspiração de referência. A ocorrência de elevada precipitação pluvial no mês de setembro de 2009 (293 mm acima da média climatológica) favoreceu a incidência de doenças, em particular a sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), e dificultou a realização de tratamentos fitossanitários (Fioravanço *et al.*, 2010b). Na maturação e colheita dos frutos (janeiro a abril) a precipitação pluvial também esteve acima da média climatológica, prejudicando a retirada dos frutos do pomar e favorecendo o aparecimento de doenças, como podridão branca e mancha foliar por *Glomerella* sp. Por outro lado, a disponibilidade hídrica às plantas foi elevada durante todo aquele ciclo, sem ocorrência de

déficit hídrico em níveis limitantes ao rendimento e tamanho dos frutos (Fioravanço *et al.*, 2010b).

O ciclo 2010/2011 se caracterizou por condições intermediárias aos de 2008/2009 e 2009/2010. Uma particularidade desse ciclo foi a queda das temperaturas mínimas do ar em outubro e novembro. Elas chegaram a 2,7°C (outubro) e 1,4°C (novembro), sendo menores que as médias climatológicas. Neste período, considerado crítico, ocorre a floração e a frutificação das macieiras, que determinam a quantidade de frutos produzidos.

4.2 Microclima de pomar de macieira em céu aberto e sob tela antigranizo

4.2.1 Radiação fotossinteticamente ativa incidente

Na média dos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011 a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente sobre pomar em céu aberto e sob tela antigranizo correspondeu a 37% e 26% da radiação solar global, respectivamente (Figura 19). Portanto, a tela antigranizo reduziu a RFA incidente sobre o dossel de macieiras. Na média dos três ciclos esta redução foi de 32% em relação a RFA em céu aberto, para o estrato superior do dossel (Figura 20). Sendo assim, a tela antigranizo preta, utilizada nessas avaliações possui transmissividade média de 68% para RFA. Nos estratos médio e inferior do dossel e ao nível do solo RFA sob tela foi 17%, 9% e 29% inferior a RFA em céu aberto, respectivamente (Figura 20). Ao nível do solo, a transmissividade média de RFA foi superior aos estratos médio e inferior, pois os sensores estavam localizados abaixo do limite do dossel, onde não há ramos e folhas próximas aos sensores.

Na África do Sul, em latitude semelhante à de Vacaria, RS, foi encontrado resultado semelhante, no estrato superior de pomar de macieira coberto com tela antigranizo, com redução média de 31% da RFA em relação a céu aberto (Smit, 2007). No entanto, na Eslovênia, estudos com tela preta em pomares de macieira ‘Fuji’ mostraram que houve redução média de 37,5% de RFA sob tela (Jakopic *et al.*, 2007).

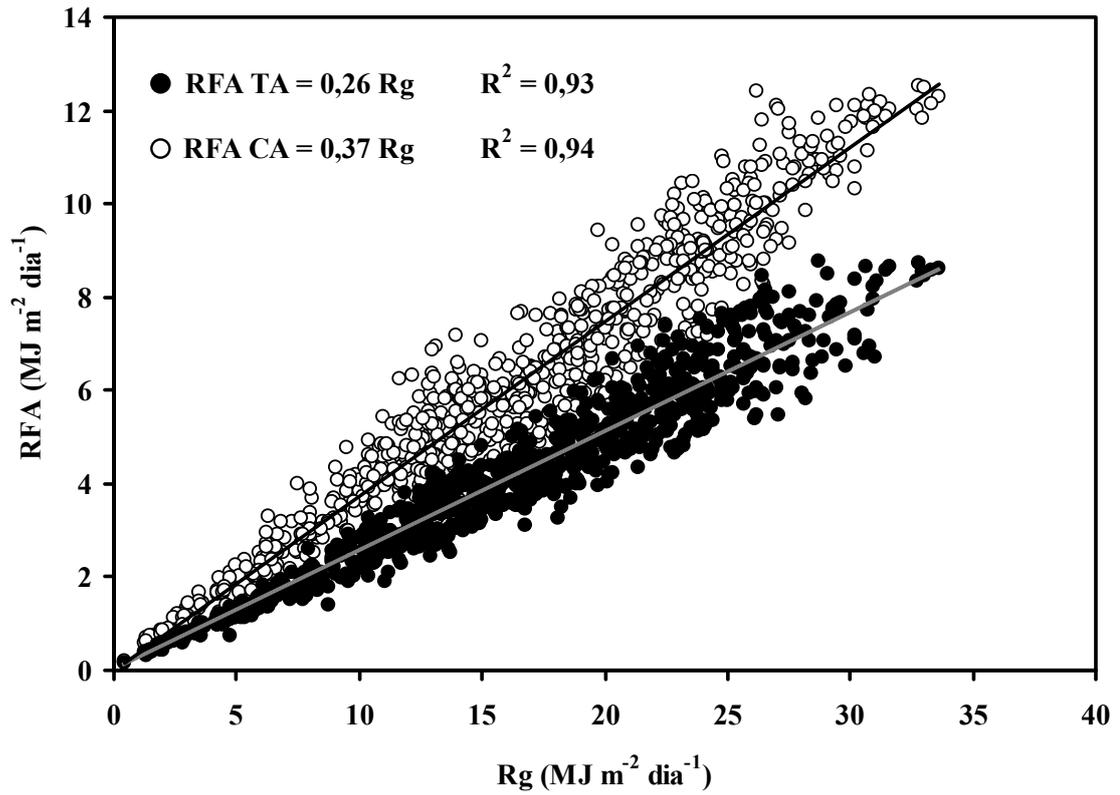


FIGURA 19. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente sobre pomar de macieira 'Royal Gala' sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) em função da radiação solar global (Rg) em céu aberto, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

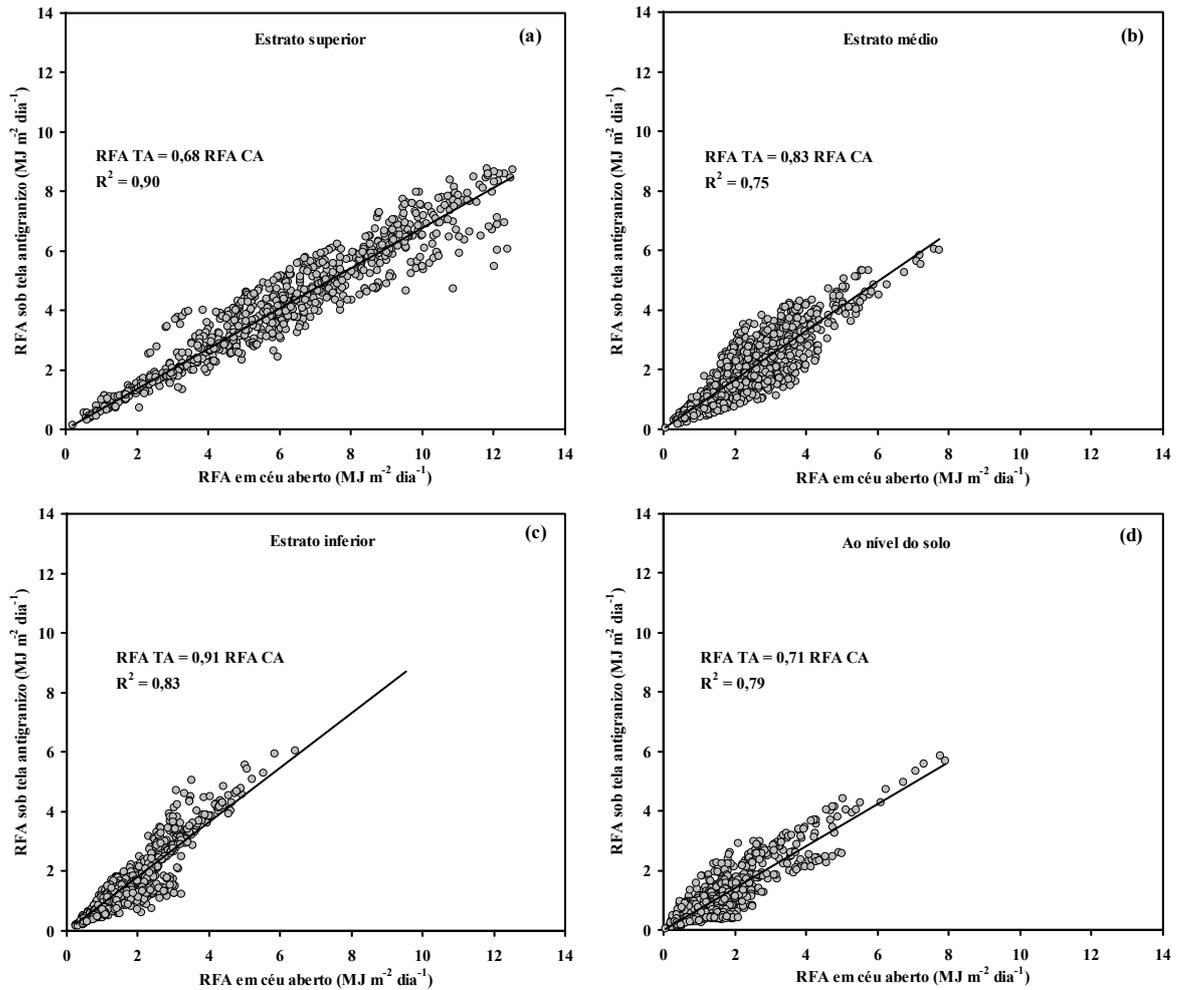


FIGURA 20. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente nos estratos superior (a), médio (b), inferior (c) e ao nível do solo (d) do dossel de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) em função de RFA incidente em céu aberto (CA), de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Nos três ciclos produtivos houve diferenças significativas entre RFA incidente no estrato superior do pomar de macieira e os demais estratos do dossel (Tabela 1). Porém, entre os estratos médio e inferior e entre o estrato inferior e o nível do solo RFA incidente não diferiu significativamente (Tabela 1). A variabilidade observada na distribuição de RFA ao longo do perfil do dossel pode ser atribuída a variações na distribuição da área foliar e, portanto, na interação distinta da radiação solar com as folhas das macieiras.

TABELA 1. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente média do período em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos produtivos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Estrato dossel	Céu aberto	Sob tela antigranizo	Média
RFA incidente (MJ m ⁻² dia ⁻¹) 2008/2009			
Superior	6,7 a	5,0 b	5,9 A
Médio	2,5 a	2,5 a	2,5 B
Inferior	2,0 a	2,0 a	2,0 BC
Nível solo	2,0 a	1,6 a	1,8 C
Média	3,3	2,8	
RFA incidente (MJ m ⁻² dia ⁻¹) 2009/2010			
Superior	6,9 a	4,5 b	5,7 A
Médio	2,4 a	1,7 b	2,1 B
Inferior	1,6 a	1,2 a	1,4 C
Nível solo	1,4 a	0,8 b	1,1 C
Média	3,1	2,1	
RFA incidente (MJ m ⁻² dia ⁻¹) 2010/2011			
Superior	6,4 a	4,0 b	5,2 A
Médio	2,4 a	1,6 b	2,0 B
Inferior	1,8 a	1,4 a	1,6 BC
Nível solo	1,5 a	0,9 b	1,2 C
Média	3,0	2,0	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Sob tela antigranizo, RFA incidente sobre o dossel foi significativamente inferior daquela em céu aberto (Tabela 1). No ciclo 2008/2009, nos estratos médio e inferior, e ao nível do solo, não houve diferenças significativas entre ambientes. Portanto, a redução de RFA incidente no estrato superior do dossel, sob tela antigranizo, não influenciou a distribuição de RFA nos demais estratos do dossel. Nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011, RFA incidente no estrato médio e ao nível do solo, sob tela antigranizo, foi significativamente menor daquela observada em céu aberto (Tabela 1). No entanto, no estrato inferior isto não se confirmou, não diferindo entre ambientes nos três ciclos.

Percebe-se, portanto, que houve variação na amplitude dos dados obtidos nos estratos médio e inferior e ao nível do solo, o que pode ser explicado pela variabilidade na interação de RFA com o dossel vegetativo. Esta interação da radiação solar com o dossel de macieiras foi variável em função do sistema de condução das plantas e da densidade de plantio, conforme observaram Sansavini & Grappadelli (1992) e Wünche *et al.* (1996). Nos pomar avaliado neste estudo foi adotado um sistema de condução em líder central, com apoio, e alta densidade de plantas. Neste sistema, os ramos maiores ficam no estrato inferior da planta, evitando sombreamento excessivo da planta. Além disso, o amplo espaçamento entre fileiras de plantas (3,5m) permite a distribuição de radiação solar direta também aos estratos inferiores do dossel.

As maiores amplitudes da RFA incidente entre ambientes ocorreram nas horas em que o ângulo zenital da radiação solar foi menor. A transmissividade média da tela antigranizo foi de 69% em dia ensolarado e 66% em dia nublado, no estrato superior (Figura 21). Na Espanha, Iglesias & Alegre (2006) observaram que, em dia ensolarado, a tela preta utilizada sobre pomar de macieira ‘Mondial Gala’ atenuou RFA em 25%, entre as 11 e 13 h (horário solar). Na Alemanha, essa redução foi de 18 e 20% com telas de malha vermelha-preta e verde-preta, respectivamente (Solomakhin & Blanke, 2010a).

O efeito da tela antigranizo foi semelhante quanto à redução de RFA tanto em dia nublado quanto em dia ensolarado (Figura 21). Em dia ensolarado (19/12/2009) a atenuação da radiação solar pela tela foi menor no início da manhã e final de tarde e maior entre 10 e 15 h (horário local). Em dia nublado (21/12/2009), a interceptação de RFA pela tela foi uniforme ao longo do dia, com maior redução (33%) às 13 h, nos estratos médio e inferior do dossel, e às 13:30 h, no estrato superior do dossel. Nos estratos superior, médio e inferior do dossel a radiação incidente foi maior em céu aberto que sob tela antigranizo (Figura 21). Isto ocorreu na maior parte do dia, seja este ensolarado ou nublado.

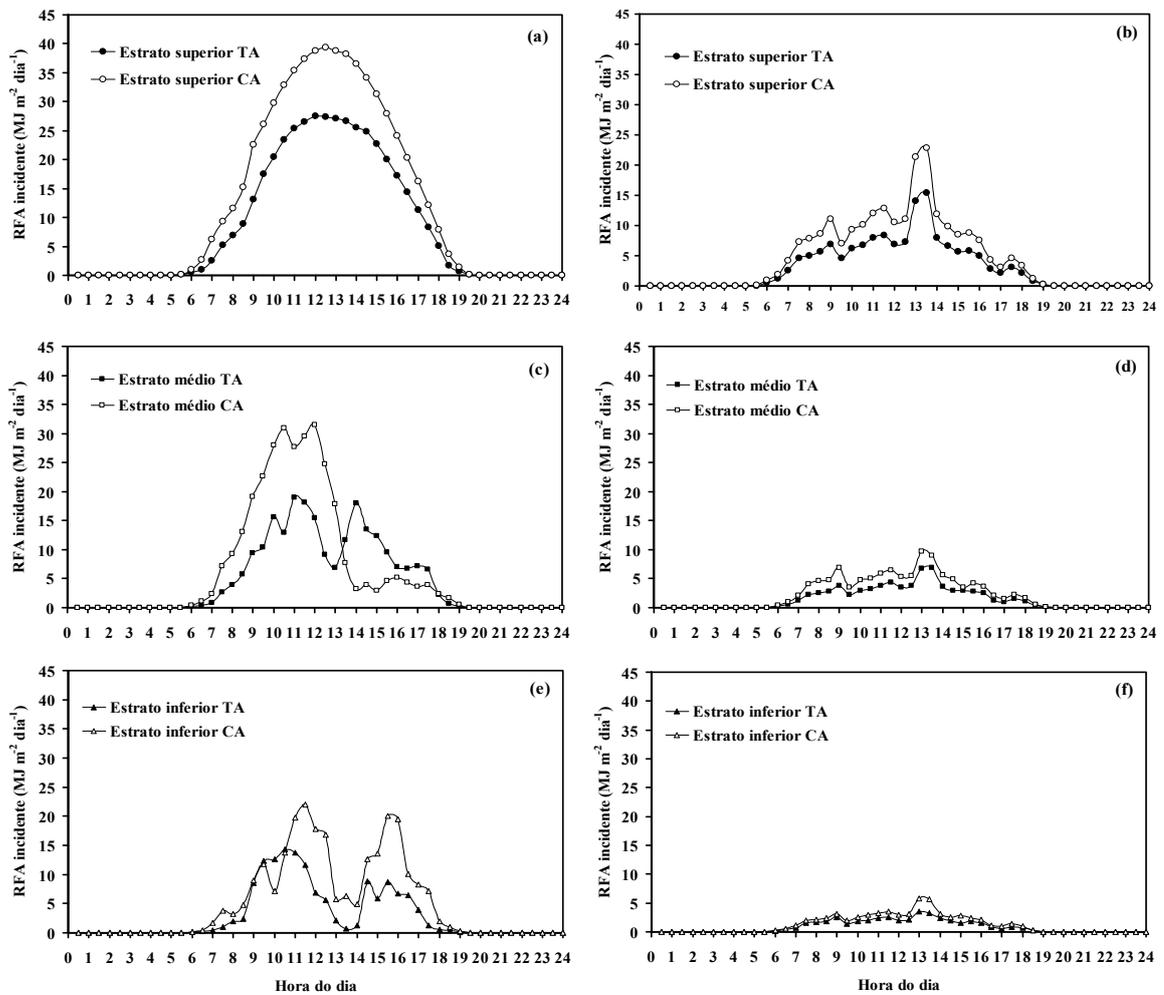


FIGURA 21. Radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) incidente sobre diferentes estratos de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em dias ensolarado (19/12/2009) (a, c, e) e nublado (21/12/2009) (b, d, f). Vacaria, RS.

Em dia ensolarado, entre as 14 e 18 h, RFA no estrato médio do dossel foi maior sob tela antigranizo que em céu aberto. Possivelmente, isto ocorreu devido ao sombreamento provocado por ramos e folhas sobre as células fotovoltaicas, em céu aberto. A inclinação dos raios solares entre 14 e 18 h (horário local) no estrato médio do dossel, durante essa época do ano, teria proporcionado maior sombreamento sobre os sensores. Esta evidência ocorreu em dezembro e janeiro, nos três ciclos avaliados. No estrato inferior isto também ocorreu, porém, num período menor, às 10h, e não se repetiu seguidamente.

4.2.2. Balanço de radiação fotossinteticamente ativa

A redução de RFA pela tela influenciou os componentes do balanço de radiação fotossinteticamente ativa. Através de análise de regressão linear, verificou-se que RFA interceptada, absorvida, transmitida e refletida pelo dossel sob tela diminuíram em 33%, 31%, 32% e 46%, respectivamente, em relação ao dossel em céu aberto (Figura 22).

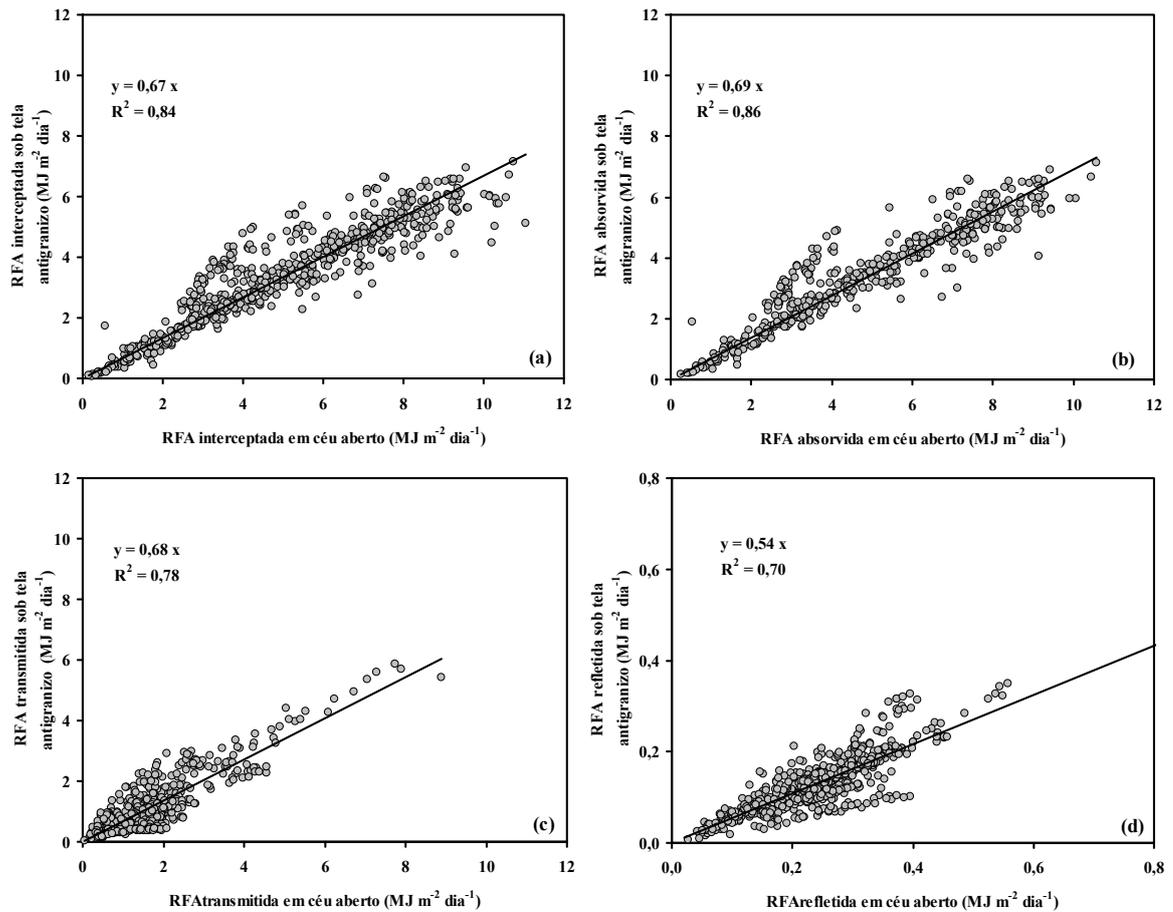


FIGURA 22. Relações entre radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada (a), absorvida (b), transmitida (c) e refletida (d) em pomar de macieira 'Royal Gala' sob tela antigranizo e em céu aberto, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

A razão entre RFA absorvida e RFA interceptada pela cultura em pomar em céu aberto foi de 0,98 e sob tela antigranizo de 0,99 (Figura 23). Ou seja, quase toda RFA interceptada foi absorvida pelos dosséis, em ambas condições de ambiente.

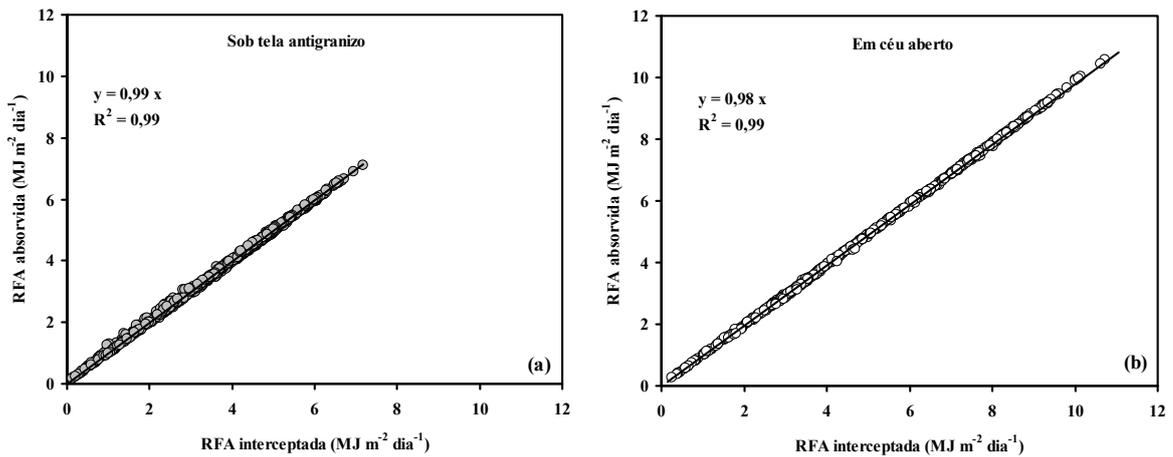


FIGURA 23. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada e absorvida em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (a) e em céu aberto (b), de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

A fração refletida foi o menor componente do balanço de RFA sobre o pomar de macieira, a qual foi reduzida em 46% pela tela antigranizo, na média dos três ciclos. A reflectância média da cultura da macieira (razão entre RFA refletida pelo dossel e RFA incidente) foi de 3%, tanto em céu aberto quanto sob tela antigranizo (Figura 24). Segundo Larcher (2000), em geral, as folhas refletem 6 a 10% da radiação, dentro do espectro da radiação visível, embora possa chegar a 24% em folhas de macieira (Landsberg *et al.*, 1973).

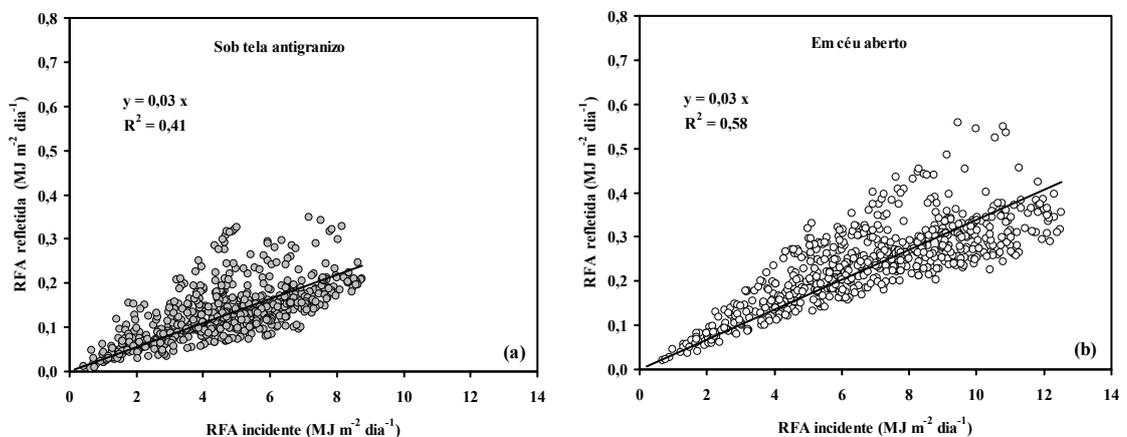


FIGURA 24. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa (RFA) refletida e incidente sobre pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (a) e em céu aberto (b), de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

4.2.3 Saldo de radiação

Do total de radiação solar global (R_g) medida em céu aberto, o saldo de radiação (R_n) correspondeu, em média, a 79% e 76% no pomar em céu aberto e sob tela antigranizo, respectivamente. O coeficiente linear (intercepto ao eixo de R_n) da relação entre R_n e R_g foi mais negativo em céu aberto que sob tela antigranizo (Figura 25). Este parâmetro indica que a perda noturna de radiação de onda longa é menor sob tela antigranizo que em céu aberto. Verificou-se que o saldo de radiação tende a ser menor sob tela quando ocorre elevada R_g e maior em condições de menor disponibilidade de R_g .

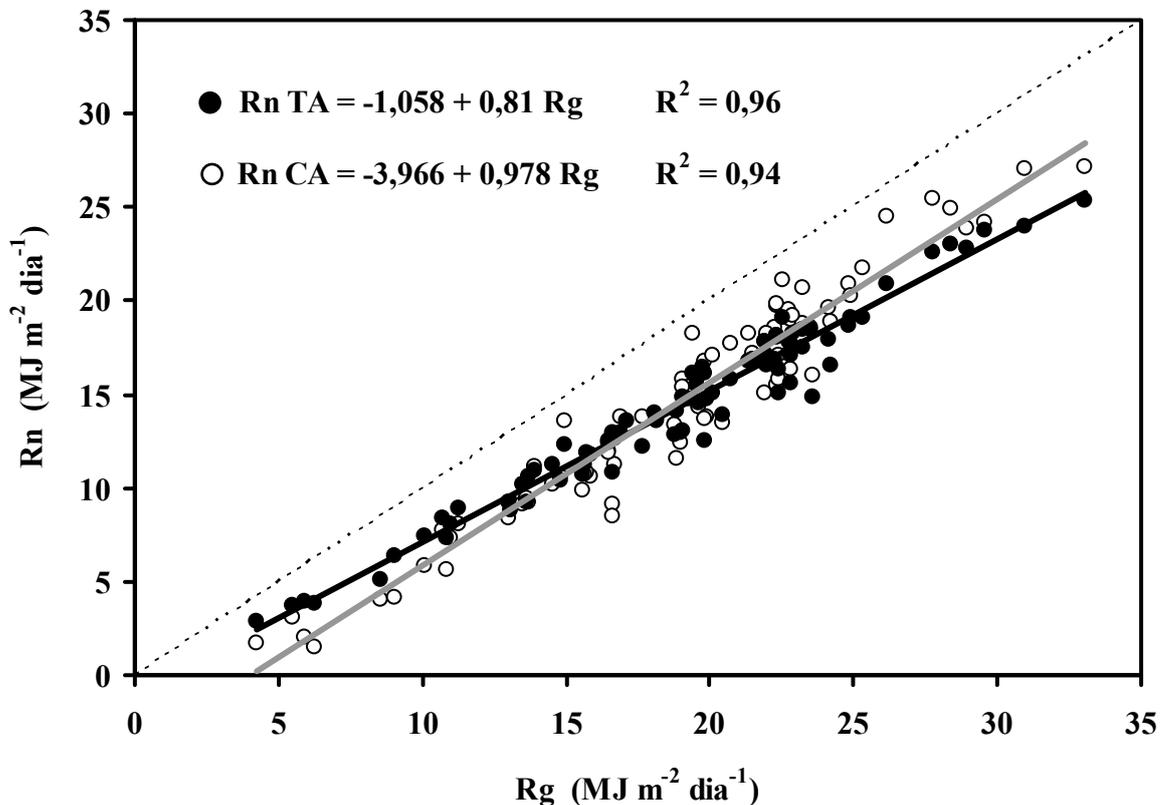


FIGURA 25. Relação entre o saldo de radiação (R_n) e a radiação solar global (R_g) em pomar de macieira 'Royal Gala' sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), no período de 19/12/2009 a 12/03/2010. Vacaria, RS. Linha preta representa a linha de tendência dos dados sob tela antigranizo, linha cinza a linha de tendência dos dados em céu aberto e pontilhada a linha 1:1.

Mesmo que a tendência, na média, indique que R_n em céu aberto é 4% superior a R_n sob tela, pode-se afirmar que, sob menor disponibilidade de radiação (até 15 MJ m^{-2}

dia⁻¹), Rn sob tela é maior (Figura 26). Isso indica que sob tela há melhor aproveitamento da radiação solar pelas plantas. Estudos em vinhedo coberto com tela de cor cristal demonstraram que Rn diurno, acima das plantas, foi reduzido em 20% em relação a céu aberto, mas foi 5% superior a Rn medido sob filme plástico (Rana *et al.*, 2004).

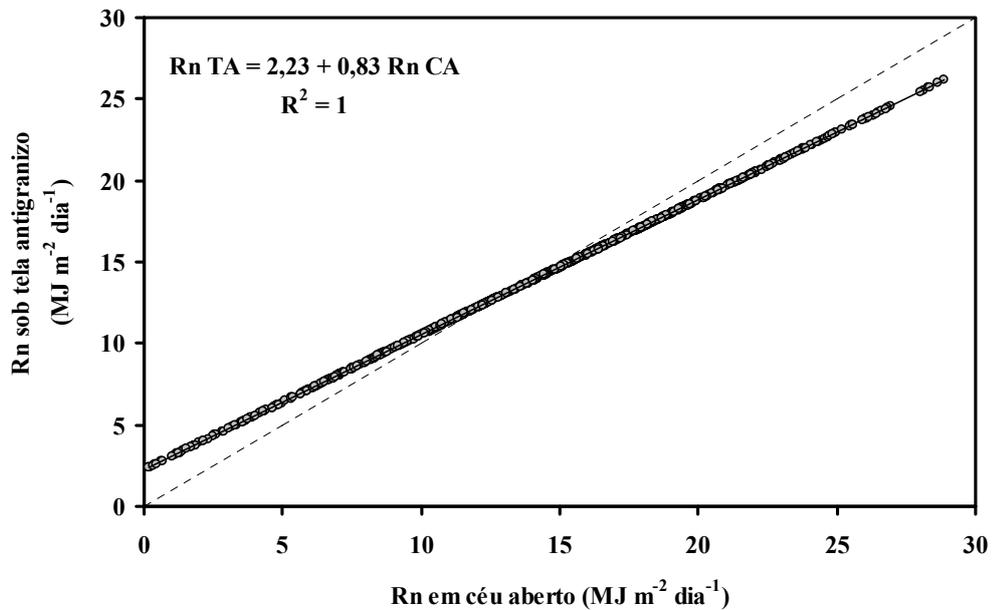


FIGURA 26. Relação entre o saldo de radiação (Rn) estimado em pomar de macieira 'Royal Gala' sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) no período de setembro 2008 a abril 2009, outubro 2009 a abril 2010 e de setembro 2010 a abril 2011. Vacaria, RS. Linha pontilhada representa a relação 1:1.

Em dia ensolarado o saldo de radiação teve maior redução pela tela antigranizo que em dia nublado (Figura 27). Em dias nublados, a quantidade de radiação direta incidente sobre o pomar é menor, porém a quantidade de radiação difusa tende a ser maior devido à interação da Rg com as nuvens. Nos horários próximos ao meio-dia solar a diferença do saldo de radiação entre os ambientes foi máxima. Também, se observou que, durante a noite, houve maior perda de energia com céu limpo e na ausência de cobertura antigranizo sobre o pomar. Isto ocorreu porque, durante a noite, há perda de radiação de onda longa para a atmosfera; no entanto, com a presença de anteparos (nuvens ou tela), essa radiação é reirradiada à superfície, reduzindo as perdas de energia.

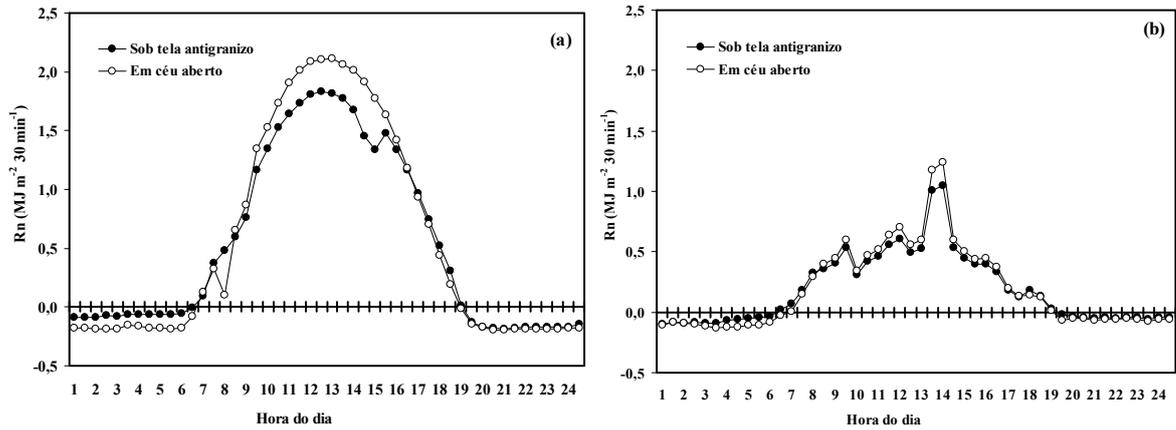


FIGURA 27. Saldo de radiação em dias ensolarado (a; 19/12/2009) e nublado (b; 21/12/2009) sobre pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS.

4.2.4 Qualidade de radiação

As respostas das plantas à RFA dependem da quantidade e da qualidade da radiação incidente (Wünsche *et al.*, 1996; Shahak *et al.*, 2004). Com a instalação de telas sobre os pomares altera-se a quantidade de radiação solar direta e a energia disponível é reduzida, podendo ser alterada a qualidade da radiação que chega às plantas, influenciando seu crescimento e a qualidade dos frutos (Amarante *et al.*, 2007). No estrato superior do dossel de ‘Fuji Suprema’ e nas entrelinhas do pomar de macieiras, a razão entre a radiação solar sob tela antigranizo e em céu aberto (TA/CA) não diferiu nos diferentes comprimentos de onda, mostrando que a composição espectral da radiação solar que passa pela tela antigranizo não foi alterada (Figura 28). Nos horários de menor inclinação dos raios solares, próximo ao meio-dia solar, a radiação solar que atravessou a tela e incidiu sobre o estrato superior do dossel não foi alterada, em relação à radiação solar em céu aberto (TA/CA = 1,0). No entanto, até chegar ao nível do solo, pelas entrelinhas, ela foi alterada (TA/CA = 0,76). No estrato médio do dossel também verificou-se alteração na qualidade da radiação solar (TA/CA = 1,91), atingindo pico na faixa de comprimentos de onda de 500 a 550 nm, comprimento de onda que corresponde à luz verde-amarelada. Isto pode ser atribuído à interação da radiação com o dossel, uma vez que, para ‘Fuji Suprema’ sob tela,

observou-se maior número de folhas e IAF que em céu aberto. Ao atravessar uma camada maior de folhas, a qualidade da radiação pode ser alterada em função da absorção nas faixas de luz azul e vermelha absorvidas pela clorofila. Grande parte da radiação solar não é absorvida pelo dossel na região de 550 nm, onde a absorção pelas clorofilas é baixa e grande parte dessa energia é refletida ou transmitida, dando cor verde às folhas (Grappadelli, 2003).

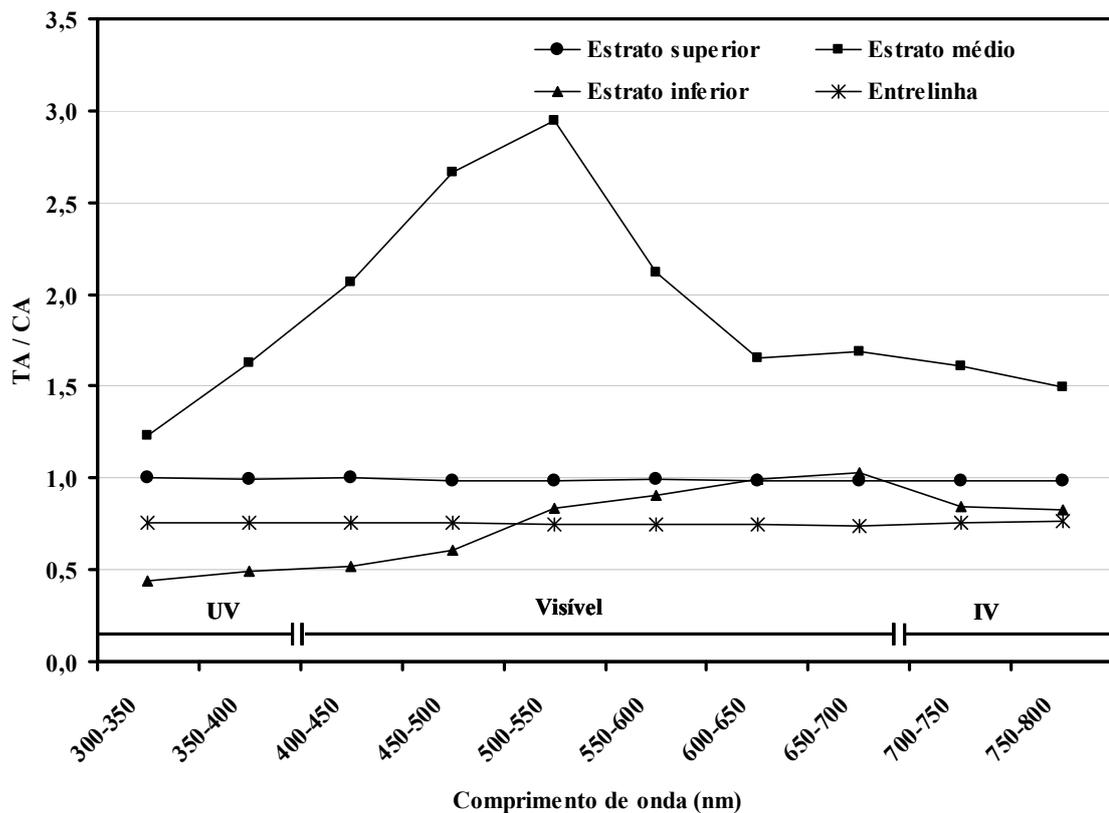


FIGURA 28. Razão entre a radiação solar incidente nos estratos superior, médio e inferior e nas entrelinhas de pomar de macieira 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), para diferentes comprimentos de onda, em dia ensolarado (31/03/2010). Vacaria, RS.

No estrato inferior, a transmissividade entre os comprimentos de onda de 600 e 700 nm não diferiu entre ambientes. Porém, em média, ela foi 49% menor sob tela na faixa entre 300 e 450 nm (Figura 28). Neste estrato as medidas foram tomadas abaixo do dossel, próximo ao solo, onde a quantidade de folhas é menor em relação ao estrato médio. A quantidade e a distribuição espectral da radiação solar mudou ao interagir com o dossel.

Sua composição espectral no interior do dossel varia devido à absorção seletiva dos pigmentos fotossintéticos, especialmente nas faixas do azul (430 nm) e do vermelho (660 nm), bem como pela menor absorção e maior reflectância na faixa do infravermelho (730 nm).

No estrato superior e na entrelinha, tanto sob tela quanto em céu aberto, 49% da radiação solar está distribuída entre 550 e 700 nm. No estrato médio do dossel, 74% (sob tela) e 81% (céu aberto) da radiação estiveram distribuídas entre 550 e 800nm. No estrato inferior, 58% da radiação corresponderam a comprimentos entre 700 e 800 nm (Tabela 2).

TABELA 2. Distribuição da radiação solar de diferentes comprimentos de onda nos estratos superior, médio e inferior e na entrelinha de pomar de macieira ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em dia ensolarado (31/03/2010). Vacaria, RS.

Comprimento de onda (nm)	Radiação Solar (%)							
	Superior		Médio		Inferior		entrelinha	
	TA	CA	TA	CA	TA	CA	TA	CA
300-350	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
350-400	1,2	1,2	0,9	1,0	0,5	0,9	1,0	1,0
400-450	5,2	5,1	4,3	3,9	1,9	3,1	4,8	4,7
450-500	10,2	10,3	8,8	6,1	3,8	5,2	9,7	9,7
500-550	13,0	13,0	11,7	7,4	7,5	7,5	12,6	12,6
550-600	16,9	16,8	15,1	13,2	10,4	9,7	16,5	16,5
600-650	17,7	17,7	15,7	17,6	9,9	8,4	17,4	17,5
650-700	14,7	14,8	13,7	15,0	7,9	6,4	14,5	14,7
700-750	11,3	11,3	14,1	16,2	22,8	22,6	12,2	12,1
750-800	9,6	9,7	15,6	19,4	35,2	35,9	11,2	11,0
Razão V:VD	1,55	1,58	1,11	1,00	0,31	0,27	1,40	1,43

V:VD – Razão entre radiação nas faixas do vermelho (600-700 nm) e vermelho-distante (700-800 nm).

A razão entre a radiação solar nas faixas de comprimentos de onda vermelho (V) e vermelho (VD) distante fornece informações relativas ao ajuste das plantas ao ambiente. A razão V:VD variou entre estratos do dossel, mas não diferiu entre os ambientes sob tela e céu aberto. Este resultado corrobora com os resultados encontrados por Solomakhin &

Blanke (2008), que também não encontraram variação na razão vermelho:vermelho distante entre pomar de macieira sob tela antigranizo e em céu aberto.

Nos estratos médio e inferior, observou-se os menores valores de V:VD, provavelmente, porque as folhas verdes dos estratos superiores do dossel absorveram mais a luz vermelha que a radiação na faixa do vermelho-distante. Absorvendo menos radiação vermelho-distante, as folhas permitem que esta chegue aos estratos inferiores em maior quantidade (Tabela 2). Assim, a razão V:VD é reduzida no interior do dossel, podendo proporcionar mudanças em processos mediados por fitocromo. Smith *et al.* (1990) observaram que valores de V:VD sob radiação solar direta foram de 1,15, enquanto que sob radiação filtrada por densa vegetação a relação foi de 0,2.

Pouco se sabe sobre a relevância do fitocromo nas características morfogênicas de macieiras. Respostas das plantas à luz, atribuídas ao fitocromo, têm sido induzidas por simples redução da quantidade de radiação e não pela alteração espectral da mesma (Grappadelli, 2003). Sendo assim, as variações observadas entre estratos do pomar de macieira podem não ter interferido no desenvolvimento de plantas e frutos. Além disso, a qualidade e a quantidade de radiação solar incidente é influenciada pela densidade de plantas, condução e manejo de poda (Sansavini & Grappadelli, 1992; Schmitt & Wulff, 1993; Wünche *et al.*, 1996). O pomar de macieira em céu aberto e sob tela avaliado em Vacaria, RS, possuía a mesma densidade e o mesmo sistema de condução das plantas, sendo que a intensidade de poda foi proporcional ao vigor das plantas. Isto explica porque a qualidade de radiação, em dia ensolarado, não variou entre ambientes, sendo variável apenas entre estratos, devido à interação da luz com o dossel vegetativo.

4.2.5 Temperatura do ar

A temperatura do ar apresentou o mesmo padrão de distribuição no pomar sob tela antigranizo e em céu aberto, durante todo o período avaliado (Figura 29).

Considerando os dois ambientes, entre novembro e abril, a temperatura média do ar ficou entre 16,7 °C (abril) e 20,7 °C (fevereiro) no ciclo 2008/2009, entre 16,3 °C (abril) e 22,3 °C (dezembro) no ciclo 2009/2010 e entre 16,5 °C (abril) e 21,7 °C (janeiro) no ciclo 2010/2011. As temperaturas máximas ocorreram entre dezembro e fevereiro nos três ciclos, com médias das máximas de 28,4 °C (dezembro), 30,1 °C (fevereiro) e 31 °C (janeiro) nos ciclo 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente. Nos meses avaliados, as menores médias das temperaturas mínimas do ar foram de 10,9 °C em abril de 2009, 10,7 °C em abril de 2010 e 10,6 °C em novembro de 2010 (Figura 29).

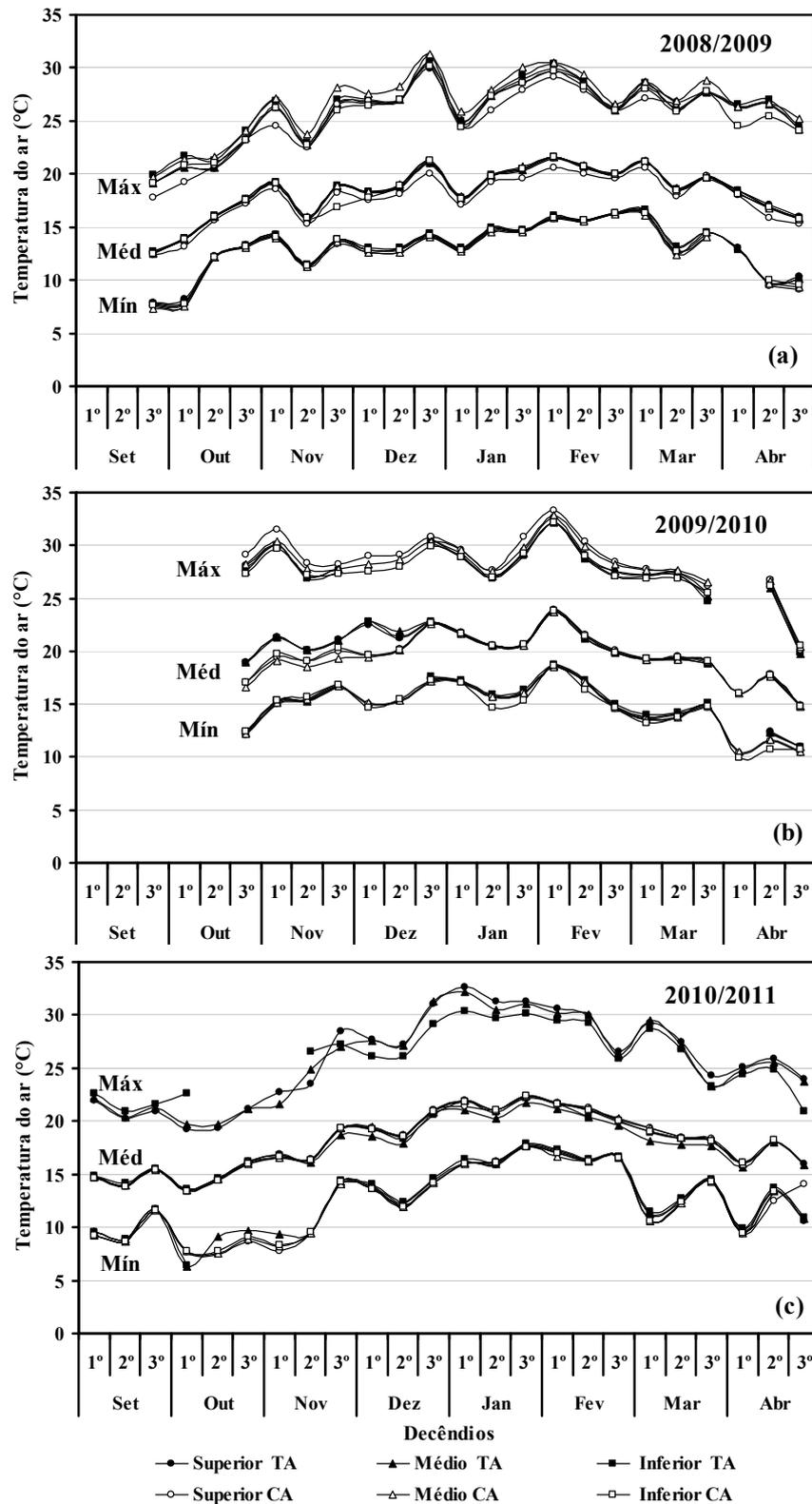


FIGURA 29. Médias decendiais de temperatura do ar máxima (Máx), média (Méd) e mínima (Mín) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b) e 2010/2011 (c). Vacaria, RS.

As temperaturas do ar média, mínima e máxima não diferiram significativamente entre ambientes e entre os estratos superior, médio e inferior (Tabela 3). Conceição &

Marin (2009) também verificaram que, sob tela plástica, a temperatura do ar não diferiu daquela em céu aberto, mas fizeram ressalva a este resultado devido à pequena área de cultivo (0,7 ha).

TABELA 3. Temperatura do ar máxima (Máx), média (Méd) e mínima (Mín) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Estrato do dossel	Tmáx			Tméd			Tmín		
	CA	TA	Média	CA	TA	Média	CA	TA	Média
Ciclo 2008/2009									
Superior	25,3	25,8	25,6A	17,7	18,3	18,0A	12,8	13,1	13,0A
Médio	26,6	25,9	26,3A	18,4	18,3	18,4A	12,8	13,1	13,0A
Inferior	25,6	26,2	25,9A	18,2	18,4	18,3A	13,0	13,1	13,1A
Média	25,8a	26,0a		18,1a	18,3a		12,9a	13,1a	
Ciclo 2009/2010									
Superior	28,6	27,7	28,2A	19,6	20,3	20,0A	15,1	14,7	14,9A
Médio	28,2	27,7	28,0A	19,4	20,4	19,9A	15,2	14,8	15,0A
Inferior	27,6	27,6	27,6A	19,6	20,3	20,0A	15,3	14,6	15,0A
Média	28,1a	27,7a		19,5a	20,3a		15,2a	14,7a	
Ciclo 2010/2011									
Superior	-	25,9	-	18,2	18,1	18,2A	12,4	12,8	12,6A
Médio	-	25,8	-	18,2	17,7	18,0A	12,4	12,5	12,5A
Inferior	-	26,0	-	18,1	18,0	18,1A	12,4	13,3	12,9A
Média	-	25,9		18,2a	17,9a		12,4a	12,9a	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
- sem dados por problema nos sensores de temperatura (céu aberto em 2010/2011).

No ciclo 2008/2009 foi observado aumento médio de 0,2 °C nas temperaturas máxima, média e mínima do ar no pomar sob tela antigranizo, em relação ao pomar em céu aberto. Em 2009/2010, verificou-se redução de 0,5 °C nas temperaturas máxima e mínima do ar sob tela, com aumento de 0,8 °C na temperatura média. Em 2010/2011, a temperatura média do ar foi 0,2 °C menor e a mínima foi 0,5 °C maior sob tela, em relação a céu aberto.

As relações das temperaturas do ar máxima, média e mínima, obtidas nos três estratos e ciclos produtivos, entre pomar sob tela e em céu aberto também demonstra que não houve diferença entre ambientes (Figura 30). Portanto, a redução de 32% de RFA incidente sobre o dossel de macieiras sob tela antigranizo, não proporcionou alterações significativas nas temperaturas do ar.

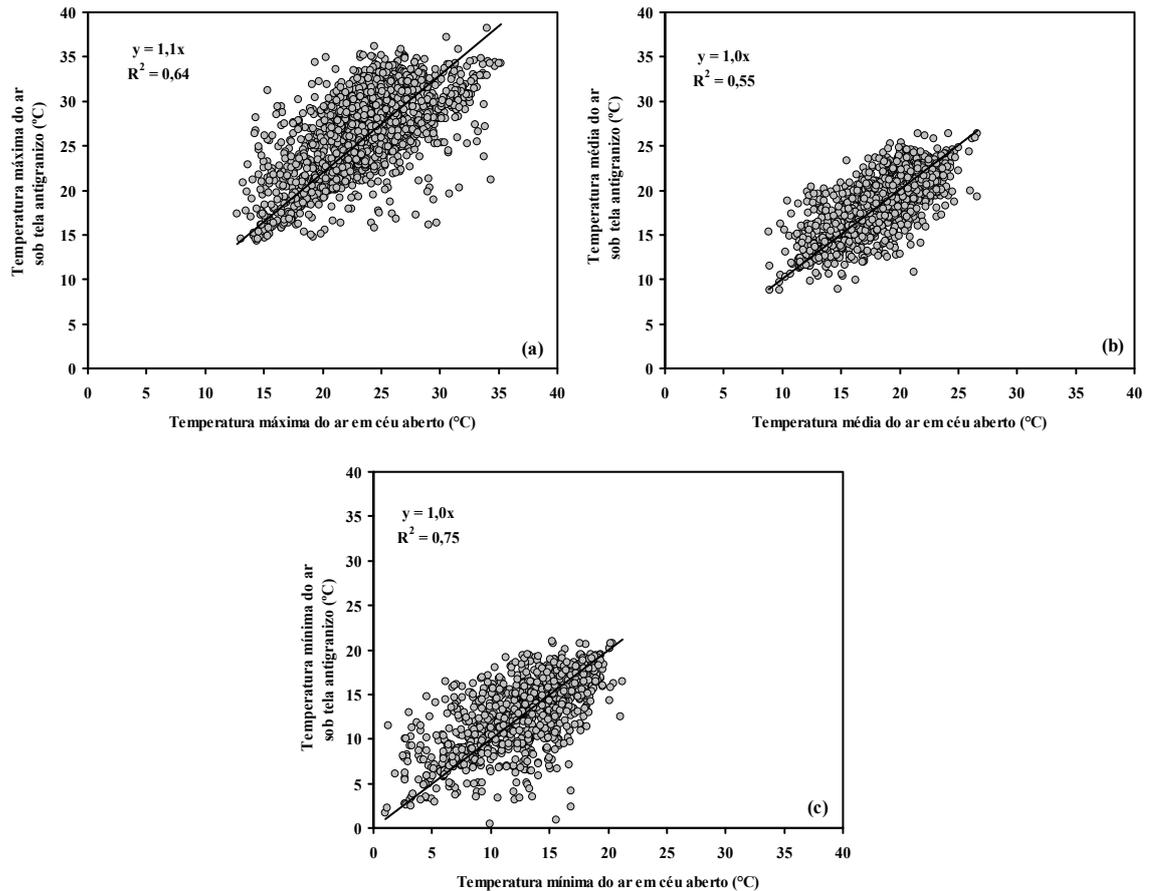


FIGURA 30. Relações da temperatura do ar máxima (a), média (b) e mínima (c) entre pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos estratos superior, médio e inferior, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Na média dos três estratos do dossel em céu aberto, a temperatura média e a mínima não diferiram daquelas do dossel sob tela, tanto em dia ensolarado quanto em dia nublado (Figura 31). No entanto, a temperatura máxima foi superior em pomar coberto por tela, na ordem de 3,8 °C em dia ensolarado e 4,3 °C em dia nublado. Estas diferenças nas

temperaturas máximas entre ambientes podem ser atribuídas à diminuição da circulação do ar no pomar sob tela, que tende a tornar o ambiente mais aquecido.

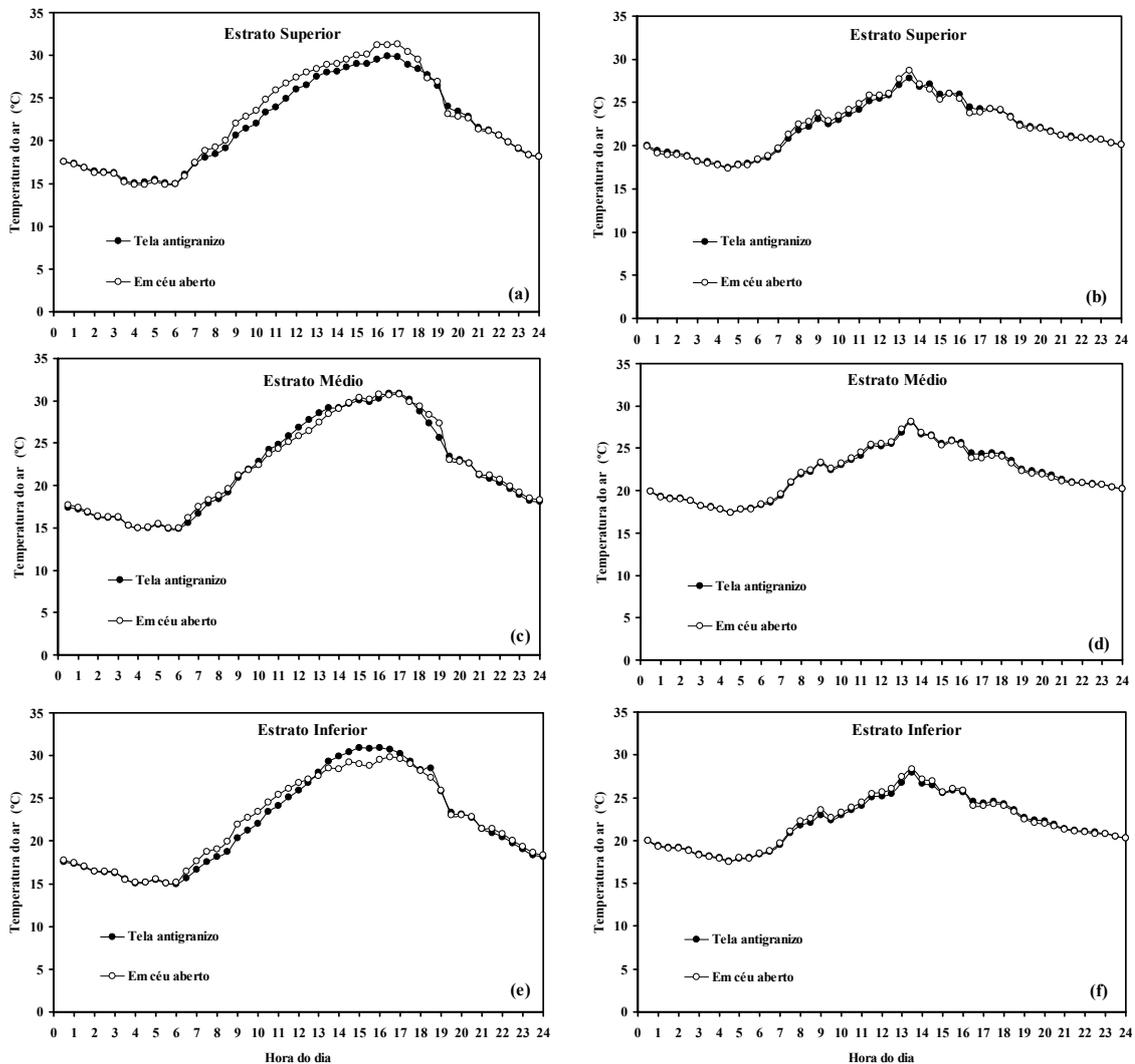


FIGURA 31. Temperatura média do ar em dias ensolarado (19/12/2009) (a, c, e) e nublado (21/12/2009) (b, d, f) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS.

Resultados semelhantes foram encontrados por Hunsche *et al.* (2010), em cobertura com tela vermelha-preta (malha 2,5 x 6,5 mm), onde observaram aumento de 0,5 °C na temperatura média do ar, em comparação ao ambiente sem tela. No entanto, a maioria dos trabalhos mostra que houve redução na temperatura do ar sob tela, como será mostrado a seguir. Leite *et al.* (2002) verificaram que as temperaturas do ar sob telas pretas de sombreamento, entre 10 h e 14 h (horário local), foram 1 °C a 1,5 °C inferiores que em céu

aberto, em pomar de macieira. Kührt *et al.* (2006) verificaram que, em dia ensolarado, a temperatura do ar, sob tela antigranizo preta, foi 0,8 °C inferior que em céu aberto, entre 08h e 16h. Solomakhin & Blanke (2007) verificaram que a temperatura do ar foi 1,6 °C inferior sob tela antigranizo branca, tanto em dia ensolarado quanto nublado. Sob telas coloridas (malha 2,5 x 6,5 mm), Solomakhin & Blanke (2010a) observaram redução da temperatura do ar em 1,3 °C, durante o dia. Middleton & McWaters (2002) verificaram redução de 1 a 3°C da temperatura do ar sob tela antigranizo, em dias ensolarados. Em pomar de macieiras sob tela de sombreamento, Tanny *et al.* (2009) verificaram redução de 1,5 °C na temperatura do ar, durante o dia, e aumento da mesma de 0,5 °C, durante a noite, com redução de 2 °C na temperatura média diária.

As diferenças entre a temperatura do ar do pomar sob tela antigranizo e em céu aberto ocorreram nos períodos de maior RFA, assim, alterando mais as temperaturas máximas que as mínimas. Possivelmente, isto ocorreu porque a tela antigranizo proporciona um ambiente protegido, mas tem alta transmissividade à radiação de ondas longas, assim permitindo resfriamento noturno, embora menos intenso que em céu aberto. A temperatura do ar em ambientes protegidos está intimamente relacionada ao balanço de energia. Sendo assim, a temperatura do ar depende dos processos de incidência de radiação solar, reflexão e reirradiação, além da convecção e condução de calor através da cobertura, da renovação do ar, evapotranspiração e troca de calor com o solo (Cermeño, 1993).

Nos trabalhos de Leite *et al.* (2002), Kührt *et al.* (2006), Solomakhin & Blanke (2007), Solomakhin & Blanke (2010a), Middleton & McWaters (2002), Tanny *et al.* (2009) conduzidos sob cobertura de tela houve redução da temperatura do ar. No entanto, em geral, essas reduções foram pontuais, pois as medidas foram obtidas em alguns dias do ciclo. Neste trabalho, porém, dados de três ciclos produtivos demonstraram que não houve diferenças significativas de temperatura do ar entre ambientes com e sem tela antigranizo. Além disso, verificou-se que não houve tendências da temperatura do ar ser sempre maior

ou menor sob tela, indicando que a mesma varia mais em função das condições meteorológicas de cada ano do que em função da presença da cobertura sobre o pomar.

4.2.6 Umidade do ar

Nos três ciclos produtivos a pressão parcial de vapor (e) e a umidade absoluta (UA) não apresentaram diferenças significativas entre os estratos superior, médio e inferior do dossel. No entanto, a umidade relativa do ar (UR) foi 3 a 4% menor no estrato inferior que no superior, no pomar em céu aberto, durante os ciclos 2008/2009 e 2010/2011 (Tabela 4).

TABELA 4. Pressão parcial de vapor (e), umidade absoluta (UA) e umidade relativa do ar (UR) em diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Estrato do dossel	e (mm Hg)			UA (g m^{-3})			UR (%)		
	CA	TA	Média	CA	TA	Média	CA	TA	Média
Ciclo 2008/2009									
Superior	14,3	13,7	14,0A	14,1	13,5	13,8A	89	86	88A
Médio	13,7	13,7	13,7A	13,6	13,5	13,6A	86	86	86A
Inferior	13,6	13,9	13,8A	13,4	13,8	13,6A	85	86	86A
Média	13,9a	13,8a		13,7a	13,6a		87a	86a	
Ciclo 2009/2010									
Superior	15,6	15,1	15,4A	15,3	14,8	15,1A	88	91	90A
Médio	14,9	15,6	15,3A	14,7	15,4	15,1A	86	89	88A
Inferior	15,5	15,8	15,7A	15,2	15,5	15,4A	88	90	89A
Média	15,3a	15,5a		15,1a	15,2a		87b	90 a	
Ciclo 2010/2011									
Superior	13,8	14,3	14,1A	13,6	14,1	13,9A	88	94	91A
Médio	14,0	15,2	14,6A	13,9	15,0	14,5A	89	92	91A
Inferior	13,2	14,6	13,9A	13,1	14,5	13,8A	85	92	89B
Média	13,7b	14,7a		13,5b	14,5a		87b	93a	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Entre ambientes, não houve diferenças de umidade do ar (e , UA e UR), no ciclo 2008/2009. No entanto, a umidade relativa foi 3% e 7% maior sob tela antigranizo que em céu aberto nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente. A pressão parcial de vapor e umidade absoluta, no ciclo 2010/2011, também foram maiores sob tela que em céu aberto (Tabela 4). Paula (2011) verificou que, em macieira ‘Royal Gala’ no ciclo de 2009/2010, a duração do período de molhamento foliar, parâmetro diretamente relacionado à umidade do ar, foi maior no pomar sob tela que no pomar em céu aberto, para todos os estratos do dossel. Portanto, a tela antigranizo pode proporcionar aumento de umidade do ar, dependendo das condições de radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento e precipitação pluvial. Em vinhedo sob tela de sombreamento, por exemplo, Rana *et al.* (2004), na Itália, observaram aumento médio de 8% da umidade relativa, enquanto Conceição (2009) no Brasil, não verificou diferenças entre ambientes.

Na análise de dados diários, verificou-se que a umidade relativa variou entre 45% (dia) a 99% (noite) em dia ensolarado. Em dia nublado a variação foi menor, sendo de 71% (dia) e 99% (noite). No período noturno (21 às 8 h) a umidade relativa do ar foi maior que durante o dia, devido à redução da temperatura do ar e, conseqüentemente, maior concentração de vapor d’água no ambiente. A umidade relativa não diferiu entre os ambientes em céu aberto e sob tela durante a noite, nos diferentes estratos (Figura 32).

No estrato superior do dossel, a umidade relativa e a umidade absoluta do ar foram maiores em céu aberto que sob tela, tanto em dia ensolarado quanto em dia nublado. No entanto, nos estratos médio e inferior, a umidade relativa e a umidade absoluta do ar foram maiores sob tela que em céu aberto durante o dia, o que pode ser atribuído à redução na movimentação do ar nesse ambiente.

Solomakhin & Blanke (2007) verificaram que houve aumento de cerca de 6% na UR sob tela, tanto em dia ensolarado quanto em dia nublado, e mostraram que essa alteração de UR não influenciou a qualidade dos frutos. Solomakhin & Blanke (2010a)

também observaram aumento de UR em 2% (dia nublado) e de 5% (dia ensolarado) sob telas coloridas em relação a céu aberto, demonstrando que esta pequena variação não influenciou a anatomia das plantas. Para Middleton & McWaters (2002) em locais com maior demanda evaporativa, a umidade relativa foi até 15% maior sob tela antigranizo que em céu aberto.

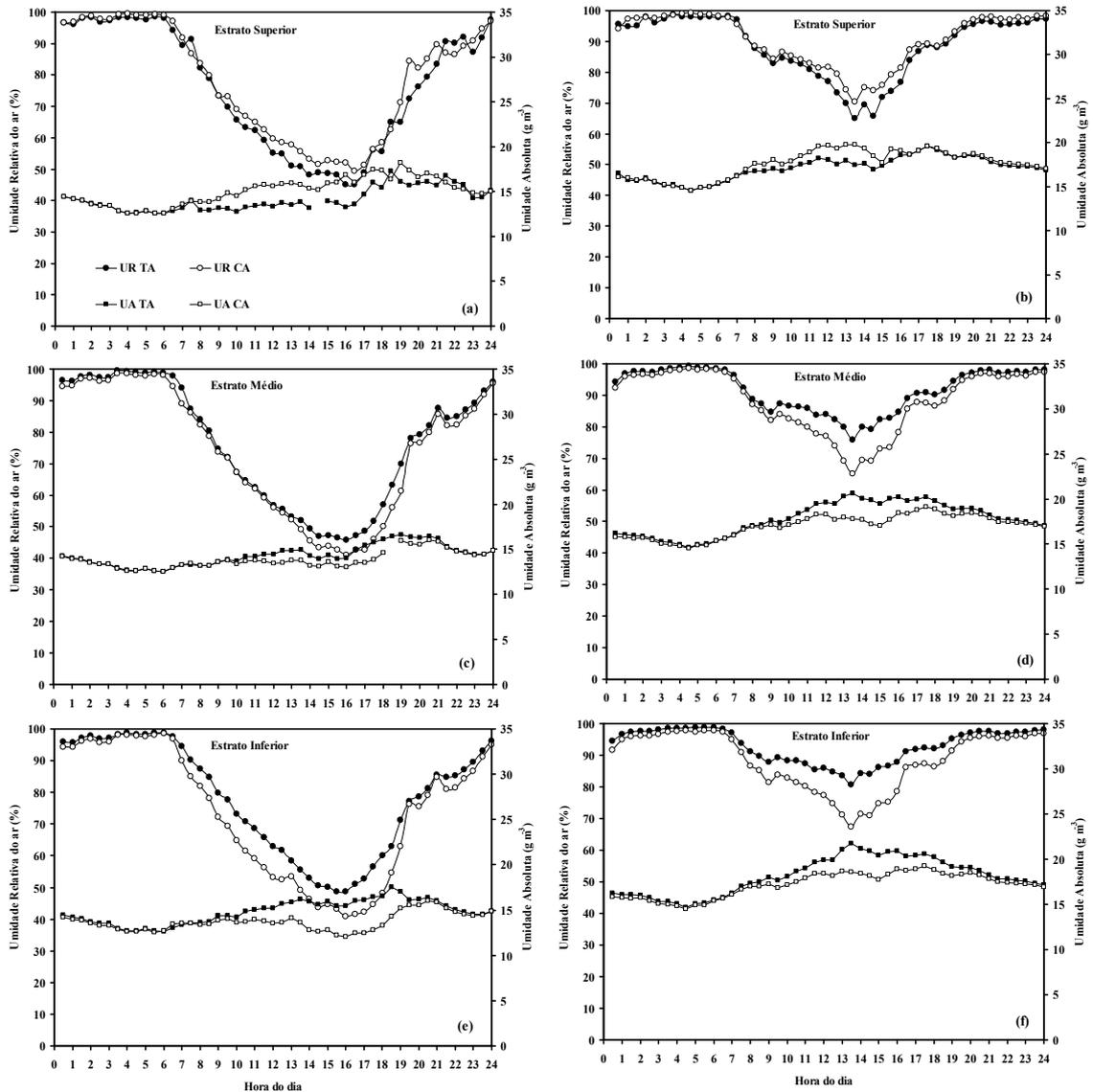


FIGURA 32. Umidade relativa (UR) e umidade absoluta do ar (UA) em dia ensolarado (19/12/2009) (a, c, e) e nublado (21/12/2009) (b, d, f), para diferentes estratos de pomar de macieira ‘Royal Gala’, sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA). Vacaria, RS.

4.2.7 Velocidade do vento

No pomar sob tela antigranizo observou-se redução de 39% na velocidade do vento, em comparação ao pomar em céu aberto, a 2,7 m de altura (Figura 33). A velocidade média diária do vento foi de 1,3 m s⁻¹ em céu aberto e de 0,8 m s⁻¹ sob tela. Em céu aberto ela chegou a 5,5 m s⁻¹ e sob tela a 3,7 m s⁻¹, sendo que agosto e setembro foram os meses com maior velocidade do vento. Estes efeitos são semelhantes ao encontrado em pomares na Austrália, onde houve redução de 50% da velocidade do vento sob telas antigranizo (Middleton & McWaters, 2002). No entanto, Tanny *et al.* (2009) verificaram que a tela de sombreamento utilizada sobre macieiras reduziu em apenas 9% a velocidade do vento a 3,2 m de altura.

O vento é responsável pela renovação e homogeneização do ar em contato com as superfícies. A diminuição da velocidade do vento sob tela antigranizo implica em menor demanda evaporativa da atmosfera e redução dos processos de evaporação e transpiração. Por outro lado, pode prolongar o período de molhamento das folhas, proporcionando condições favoráveis para o desenvolvimento de patógenos. Paula (2011) verificou que houve maior duração do período de molhamento foliar sob tela, que foi atribuída à menor renovação do ar nesse ambiente. A demanda evaporativa tende a aumentar com o aumento da velocidade do vento e da turbulência, até certo limite (Tubelis & Nascimento, 1980). Além disso, na ocorrência de rajadas de vento, a redução da velocidade do vento sob tela pode diminuir riscos de danos mecânicos ao pomar e maior eficiência na aplicação de produtos fitossanitários.

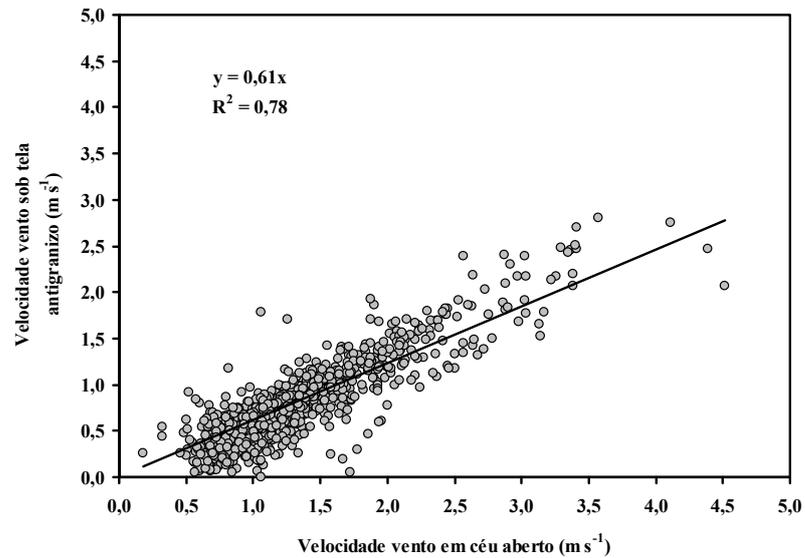


FIGURA 33. Relação entre velocidade média do vento em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigraizo e em céu aberto, de setembro a abril de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

4.2.8 Precipitação pluvial

Resultados sobre precipitação pluvial interceptada por tela antigraizo não têm sido avaliados ou descritos em trabalhos consultados, que tratam de alterações micrometeorológicas em pomares. No entanto, este aspecto é importante por estar diretamente relacionado ao balanço hídrico da cultura e à umidade do ar ao nível de dossel. Os resultados do presente estudo demonstraram que a tela antigraizo não promoveu alteração na precipitação pluvial incidente sobre o estrato superior do pomar (Figura 34).

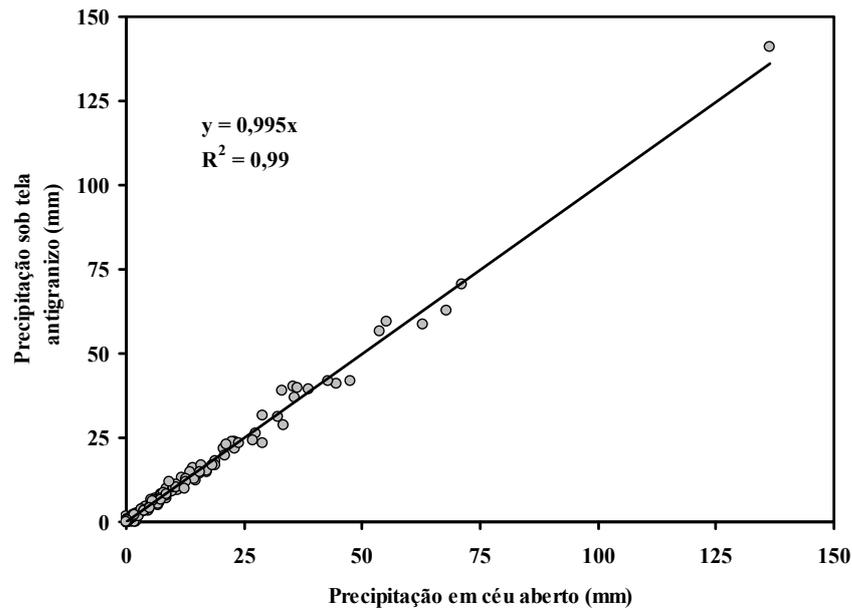


FIGURA 34. Relação entre precipitação pluvial em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, de janeiro a abril de 2009, de novembro a dezembro de 2009 e de maio de 2010 a abril de 2011. Vacaria, RS.

4.2.9 Evapotranspiração de referência (ET_o)

A evapotranspiração de referência (ET_o) expressa a demanda evaporativa da atmosfera, em determinado local e época do ano, sem considerar condições da cultura e do solo. ET_o é, portanto, um parâmetro que pode ser determinado a partir de dados meteorológicos. Os principais elementos meteorológicos que afetam ET_o, e que são utilizados na sua determinação, são a radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento (Allen *et al.*, 1998). A determinação de ET_o em pomar de macieira, sob tela antigranizo e em céu aberto, torna possível fazer estimativas da demanda hídrica da cultura, em cada ambiente. Em céu aberto ET_o não diferiu daquela ocorrida sob tela antigranizo, em praticamente todo o período avaliado, nos três ciclos anuais. Observou-se que, geralmente, sob tela ET_o foi superior àquela em céu aberto em condições de baixa demanda evaporativa (até 4 mm), ocorrendo o contrário com ET_o acima de 4 mm (Figura 35). Este resultado está diretamente relacionado aos dados de saldo de radiação, parâmetro que tem a maior influência sobre a ET_o (Figuras 25 e 26).

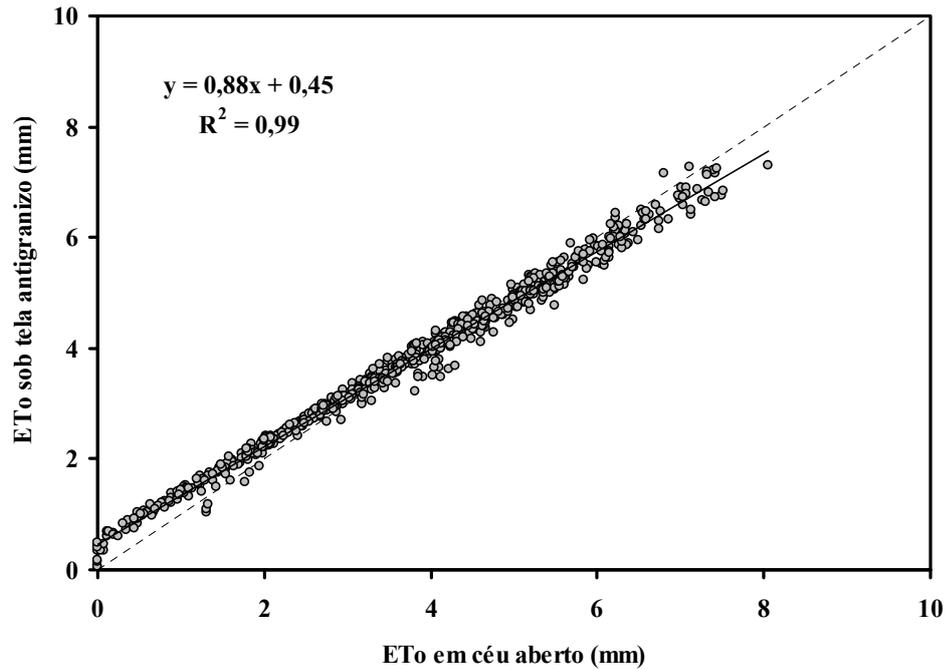


FIGURA 35. Relação entre a evapotranspiração de referência (ETo) estimada em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS. A linha sólida representa a linha de tendência e a pontilhada representa a relação 1:1.

A ETo média de novembro a abril foi de 4,2 mm em céu aberto e de 4,3 mm sob tela antigranizo, no ciclo 2008/2009. Em 2009/2010 ela foi de 3,7 mm em céu aberto e 3,8 mm sob tela. Em 2010/2011 ETo foi de 3,7 mm em ambos os ambientes. Os maiores valores de ETo ocorreram em 2008/2009, em função da maior disponibilidade de radiação global verificada nesse ciclo. O valor máximo de ETo diária ocorreu em dezembro, nos três ciclos. No ciclo 2008/2009 ETo máxima foi de 7,4 mm em céu aberto e 7,2 mm sob tela. Em 2009/2010, a máxima ETo foi de 8,0 mm em céu aberto e 7,3 mm sob tela. E em 2010/2011, ela foi de 7,5 mm em céu aberto e 6,8 mm sob tela. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Conceição *et al.* (2011), que verificaram que ETo em pomar de macieiras ‘Royal Gala’, em Vacaria, oscilou entre 1,3 e 6,1 mm dia⁻¹, com média de 3,5 mm dia⁻¹, sendo o mês de dezembro o de maior demanda evaporativa.

Nas médias mensais verificou-se que, nos meses de dezembro (2008/2009 e 2009/2010) e janeiro (2010/2011), ocorreu a maior ETo e, no mês de abril dos três ciclos,

ocorreu menor ETo (Figura 36). A ETo total mensal apresentou tendência de ser maior sob tela no ciclo 2008/2009, sem diferenças entre ambientes no ciclo 2009/2010 e maior em céu aberto no ciclo 2010/2011 (Figura 36).

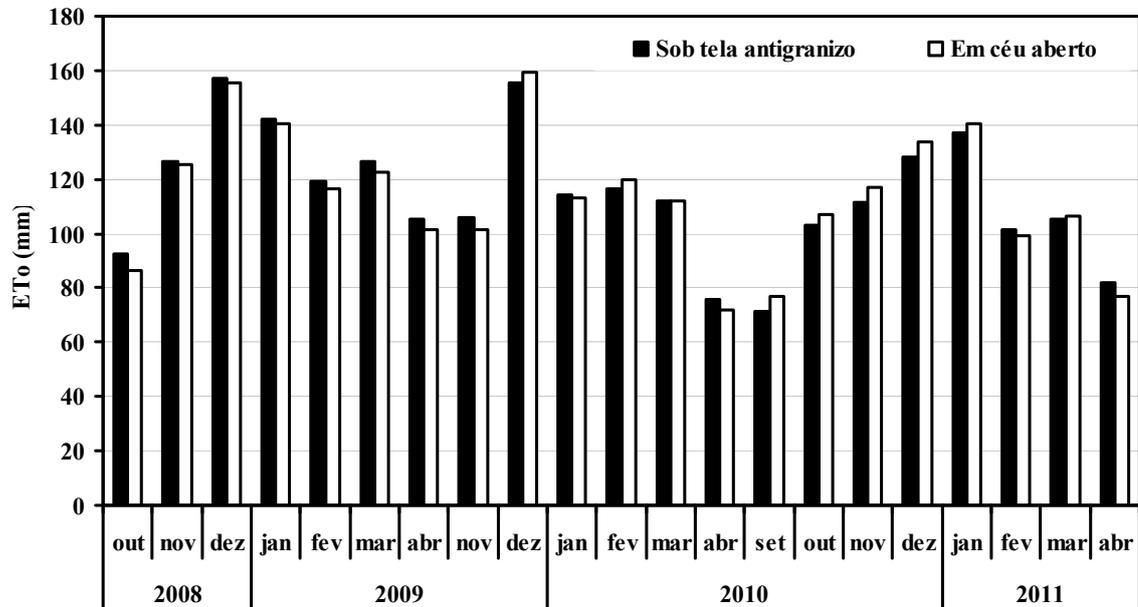


FIGURA 36. Evapotranspiração de referência (ETo) mensal sob tela antigranizo e em céu aberto em pomar de macieira, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

4.3 Crescimento e desenvolvimento de plantas

4.3.1 Fenologia

O acúmulo de graus-dia (GD) não diferiu entre os ambientes para a cultivar ‘Royal Gala’, no período entre o estágio de ponta verde e a frutificação efetiva. No ciclo 2008/2009, ocorreu acúmulo de 22 GD a mais sob tela antigranizo que em céu aberto. Nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011 o acúmulo de GD até a frutificação efetiva foi maior em céu aberto que sob tela, em 45 GD e 64 GD, respectivamente. Nestes dois ciclos, a quebra de dormência em céu aberto foi realizada três (2009/2010) e 15 dias (2010/2011) antes que sob tela, fazendo com que o acúmulo térmico iniciasse antes em céu aberto. Na média dos três ciclos, a duração do período entre quebra de dormência e frutificação efetiva foi de

469 GD sob tela antigranizo e 498 GD em céu aberto. A duração do subperíodo entre a frutificação efetiva e a colheita foi maior sob tela antigranizo em relação ao ambiente em céu aberto. No ciclo 2008/2009, a colheita dos frutos em céu aberto foi realizada em 17/02/2009 e sob tela ela se deu em 04/03/2009, numa diferença equivalente a 321 GD. No ciclo 2009/2010 os frutos em céu aberto foram colhidos em 04/02/2010, enquanto que os frutos sob tela foram colhidos em 18/02/2010. Neste caso, a diferença entre ambientes foi de 411 GD (Figura 37).

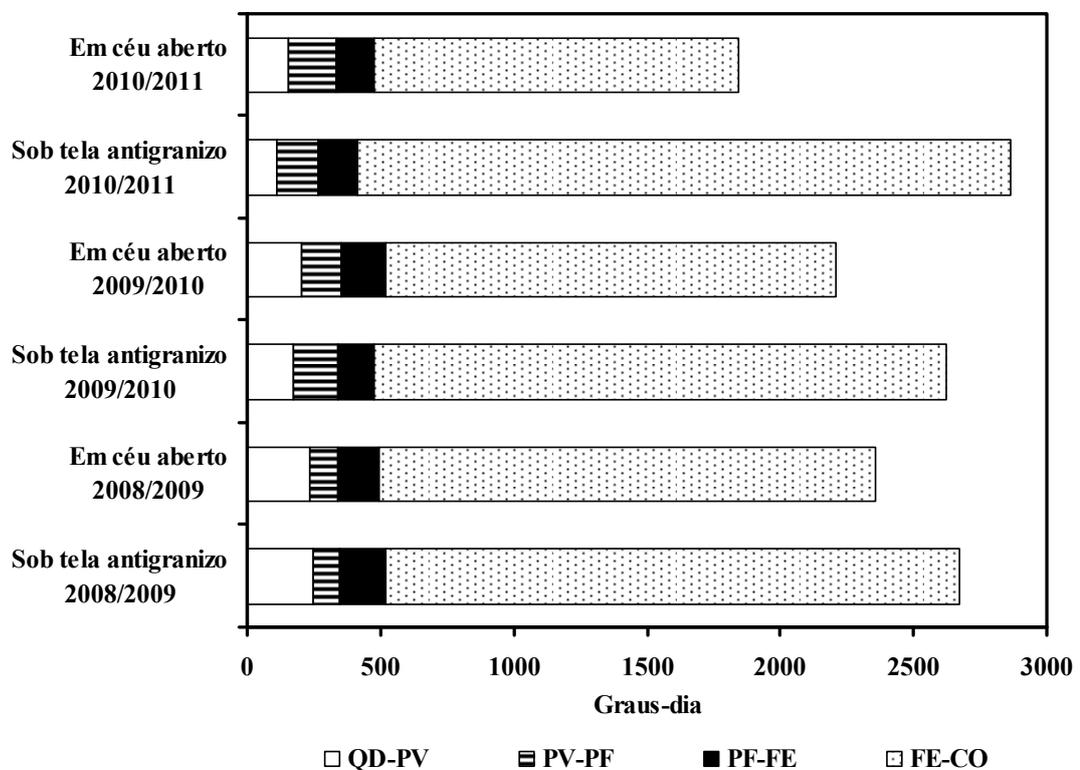


FIGURA 37. Subperíodos de quebra de dormência à ponta verde (QD-PV), ponta verde à plena floração (PV-PF), plena floração à frutificação efetiva (PF-FE) e frutificação efetiva à colheita (FE-CO) em função dos graus-dia acumulados, em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Para a cultivar ‘Fuji Suprema’ não foi realizado acompanhamento detalhado dos estádios fenológicos. Porém, se observou que a floração desta cultivar ocorreu nos mesmos dias em que ocorreu na ‘Royal Gala’, em ambos ambientes e nos três ciclos, sem comprometer a polinização cruzada. Em 2008/2009, a colheita de maçãs ‘Fuji Suprema’

foi realizada nos dias 15/04/09 (em céu aberto) e 29/04/09 (sob tela), numa diferença equivalente a 236 GD. No ciclo 2009/2010, os frutos em céu aberto foram colhidos em 26/03/10 e sob tela eles foram colhidos em 08/04/2010, com diferença de 401 GD entre ambientes.

Pelas Figuras 38 e 39 observa-se que o aumento do diâmetro e dos sólidos solúveis totais (SST) de frutos 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' até a colheita foi mais rápido em céu aberto que sob tela.

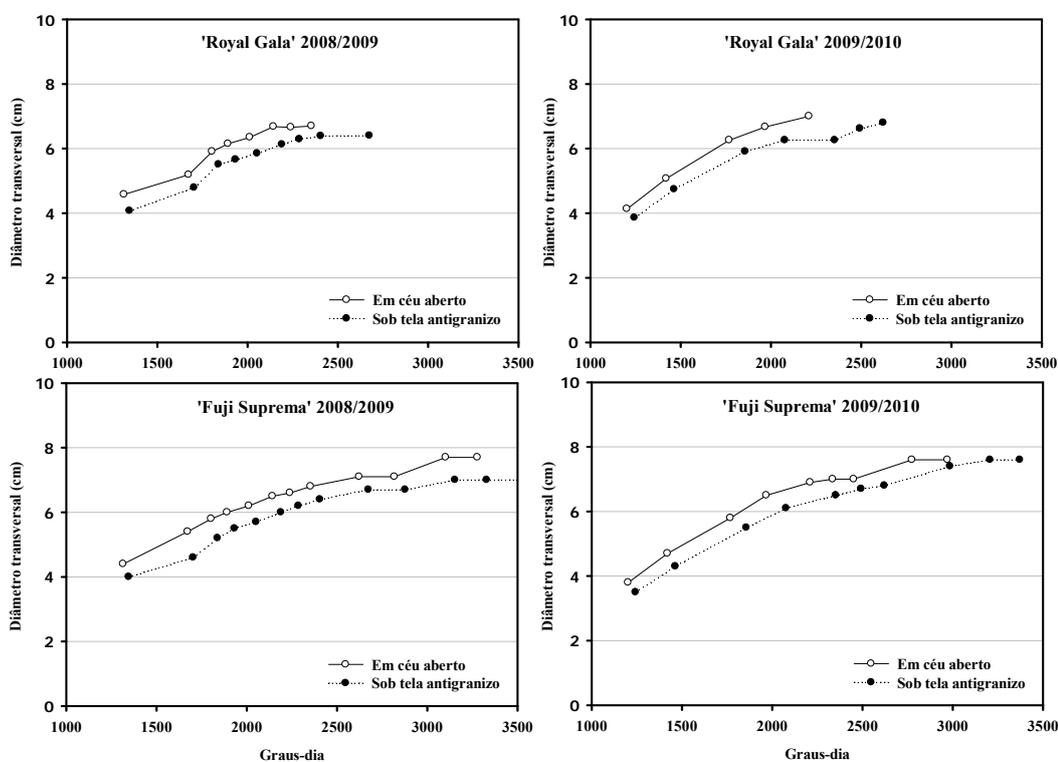


FIGURA 38. Diâmetro transversal de frutos em função de graus-dia acumulados, em pomar de macieira 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria, RS.

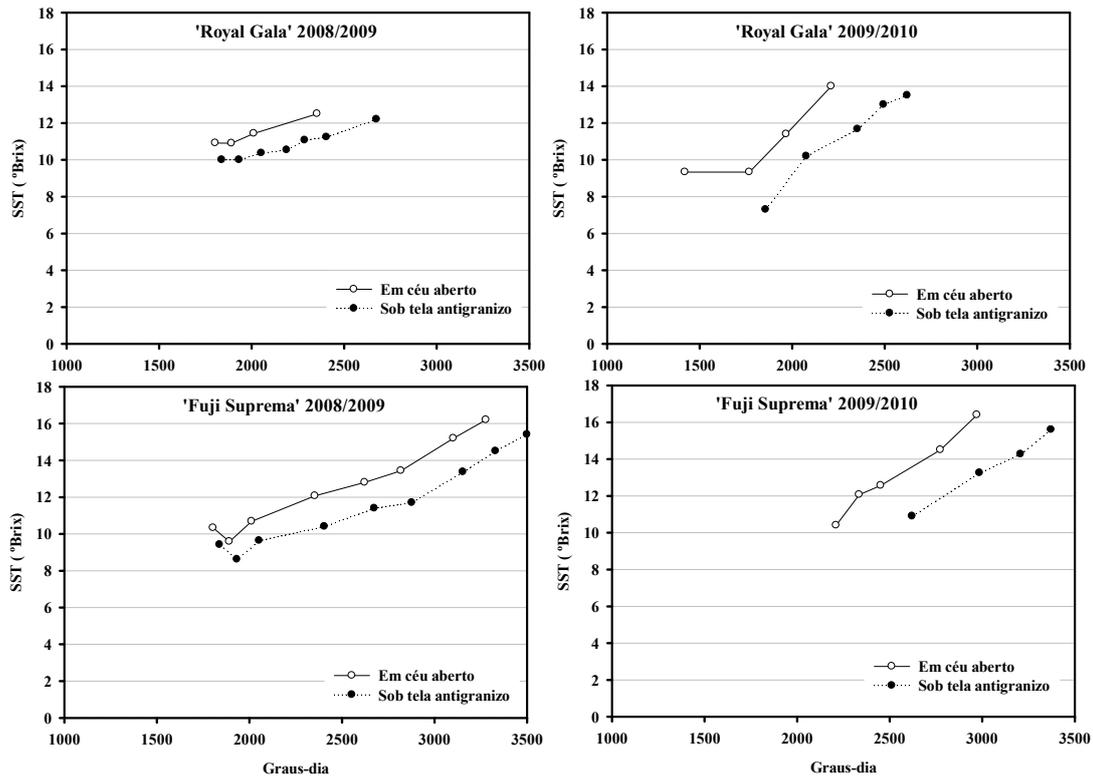


FIGURA 39. Sólidos solúveis totais (SST) de frutos em função de graus-dia acumulados, em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria, RS.

A variação do momento de colheita, em cada ambiente, está relacionada com o tamanho final dos frutos, o teor de açúcares e a coloração dos frutos. Frutos mais expostos à radiação solar (em céu aberto) adquiriram coloração avermelhada mais rapidamente que aqueles sob tela antigranizo. Vários autores constataram que a coloração dos frutos foi reduzida sob tela antigranizo, retardando a maturação (Leite *et al.*, 2002, Stampar *et al.*, 2002; Dussi *et al.*, 2005, Iglesias & Alegre, 2006; Solomakhin & Blanke, 2007, Solomakhin & Blanke, 2008).

No ciclo 2010/2011, os frutos da cultivar ‘Royal Gala’ em céu aberto foram colhidos antes do ponto de colheita, em virtude de uma precipitação intensa de granizo em novembro, que provocou danos nos frutos. Estes foram colhidos em 21/01/2011, a fim serem processados pela indústria de sucos. Os frutos da cultivar ‘Fuji Suprema’ em céu aberto também foram danificados pelo granizo, porém foram colhidos no final de maio, já iniciando processo de decomposição. Sob tela antigranizo a colheita, no ciclo 2010/2011,

foi realizada mais tardiamente que nos demais anos, tendo sido feita em 18/03/2011 para ‘Royal Gala’ e 27/04/2011 para ‘Fuji Suprema’ devido, principalmente, à aplicação de ReTain[®] utilizado para retardar a maturação dos frutos.

A diferença na maturação dos frutos entre ambientes é um aspecto importante para o gerenciamento dos pomares, pois permite que haja o escalonamento da colheita e, conseqüentemente, redução da demanda por mão-de-obra.

4.3.2 Variáveis fenométricas

A estatura das plantas sob tela foi maior que em céu aberto nos três ciclos avaliados, tanto para a cultivar ‘Royal Gala’ quanto para ‘Fuji Suprema’. O número de ramos diferiu apenas no ano 2010, para as duas cultivares, sendo que sob tela havia menor número de ramos. O número de ramos pode ter variado em função da intensidade de poda em cada planta ou ambiente, dependendo do operador e das condições da ramificação. O diâmetro do caule não diferiu entre ambientes para a cultivar ‘Royal Gala’. No entanto, para a ‘Fuji Suprema’ o diâmetro do caule foi maior sob tela que em céu aberto (Tabela 5). Este resultado discorda daquele encontrado por Solomakhin & Blanke (2008), em que plantas da cultivar ‘Fuji’ apresentaram menor diâmetro de tronco sob tela antigranizo.

TABELA 5. Estatura, número de ramos e diâmetro do caule de plantas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA). Vacaria, RS, 2008 a 2010.

Ano	Estatura planta (m)			Número ramos			Diâmetro tronco (cm)		
	CA	TA	Média	CA	TA	Média	CA	TA	Média
‘Royal Gala’									
2008	2,5 b	3,0 a	2,8	19 a	20 a	20	4,5 a	4,5 a	4,5
2009	2,7 b	3,0 a	2,9	18 a	17 a	18	4,6 a	4,6 a	4,6
2010	2,7 b	3,0 a	2,9	18 a	15 b	17	5,1 a	5,0 a	5,1
Média	2,6	3,0		19	17		4,7	4,7	
‘Fuji Suprema’									
2008	2,6 b	3,2 a	2,9	25 a	25 a	25	5,6 a	5,8 a	5,7
2009	2,4 b	3,2 a	2,8	21 a	20 a	21	5,7 b	6,7 a	6,2
2010	2,4 b	3,1 a	2,8	23 a	19 b	21	5,9 b	7,0 a	6,5
Média	2,5	3,2		23	21		5,7	6,5	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O número de folhas, a área média de cada folha, o índice de área foliar (IAF) e índice de forma não diferiram entre os ambientes (Tabela 6). Middleton & McWaters (2002) observaram tamanho maior em folhas de macieiras sob tela, em relação àquelas em céu aberto. No entanto, isto não se confirmou no pomar avaliado.

TABELA 6. Número de folhas, área foliar, índice de área foliar (IAF) e índice de forma (IF) médios de folhas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), nos ciclos 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10). Vacaria, RS.

Ciclo	Número folhas			AF (cm ²)			IAF			IF		
	CA	TA	Méd	CA	TA	Méd	CA	TA	Méd	CA	TA	Méd
‘Royal Gala’												
08/09	3170	3470	3320	28,2	26,6	27,4	2,6	2,6	2,6	2,1	2,1	2,1
09/10	4088	3817	3953	28,2	26,6	27,4	3,3	2,9	3,1	2,0	2,0	2,0
Méd	3629	3644		28,2	26,6		3,0	2,8		2,1	2,1	
‘Fuji Suprema’												
08/09	4555	4086	4321	23,6	26,4	25,0	3,1	3,1	3,1	0,6	0,7	0,7
09/10	3894	3964	3929	24,1	26,4	25,3	2,6	3,0	2,8	0,6	0,6	0,6
Méd	4225	4025		23,9	26,4		2,9	3,1		0,6	0,7	

Ausência de letras indica que não há diferença significativa das médias na linha, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Méd = média

Os resultados de índice de forma confirmaram que folhas da cultivar ‘Royal Gala’ são mais alongadas que as da cultivar ‘Fuji Suprema’ (Tabela 6). Porém, não houve diferença na forma das folhas em função da cobertura por tela antigranizo (Figura 40). Tamanho e forma de folhas são determinados geneticamente, em cada espécie, e por fatores como tamanho dos primórdios foliares, velocidade de divisão e alongamento celular e pela duração do período de crescimento (Iuchi, 2006).

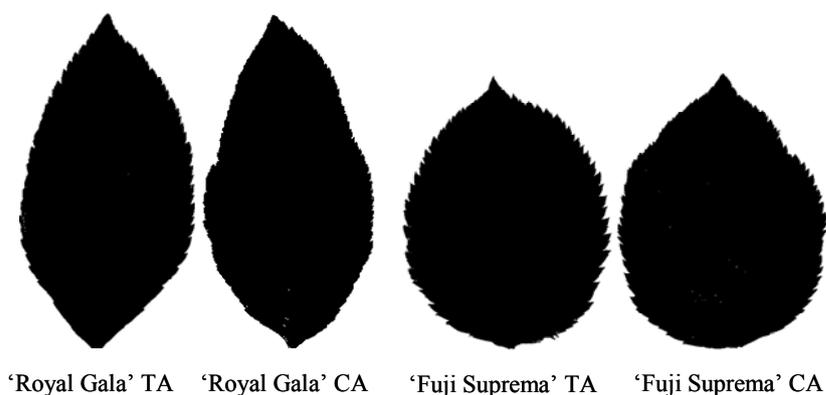


FIGURA 40. Projeção de folhas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em imagens obtidas por fotografia digital. Vacaria, RS, 2009.

O índice de área foliar (IAF) é uma medida adimensional da cobertura vegetal e representa a razão entre a soma das áreas das folhas e a área de solo ocupada pela planta. Através dessa variável, pode ser determinada a densidade foliar de um dossel e a eficiência de interceptação da radiação solar. Para a cultivar ‘Royal Gala’, no ciclo 2008/2009 houve tendência do IAF ser superior sob tela durante todo o período, enquanto em 2009/2010 o IAF foi superior em céu aberto, até 12/03/2010. Para a cultivar ‘Fuji Suprema’, o IAF não diferiu entre ambientes em 2008/2009, sendo que em 2009/2010 houve tendência de ser superior sob tela, em praticamente todo o período (Figura 41). Verifica-se, portanto, que o IAF variou entre ambientes e entre cultivares, seguindo a tendência do número de folhas, conforme verificado na Tabela 5.

O IAF aumentou rapidamente até início de dezembro, sendo observada uma pequena redução e/ou estabilização em meados de novembro. Entre 16/12/2008 e 15/01/2009 ocorreu redução de IAF devido à poda verde realizada nos dois ambientes. No ciclo 2009/2010, porém, não foi realizada poda verde (Figura 41).

Para a cultivar ‘Royal Gala’ o máximo IAF ocorreu em 10/02/2009 e 08/01/2010, em céu aberto, e em 17/02/2009 e 08/01/2010, sob tela antigranizo. Para a cultivar ‘Fuji Suprema’ o IAF máximo em céu aberto ocorreu em 04/03/2009 e 21/01/2010 e, sob tela, em 10/02/2009 e 21/01/2010 (Figura 41).

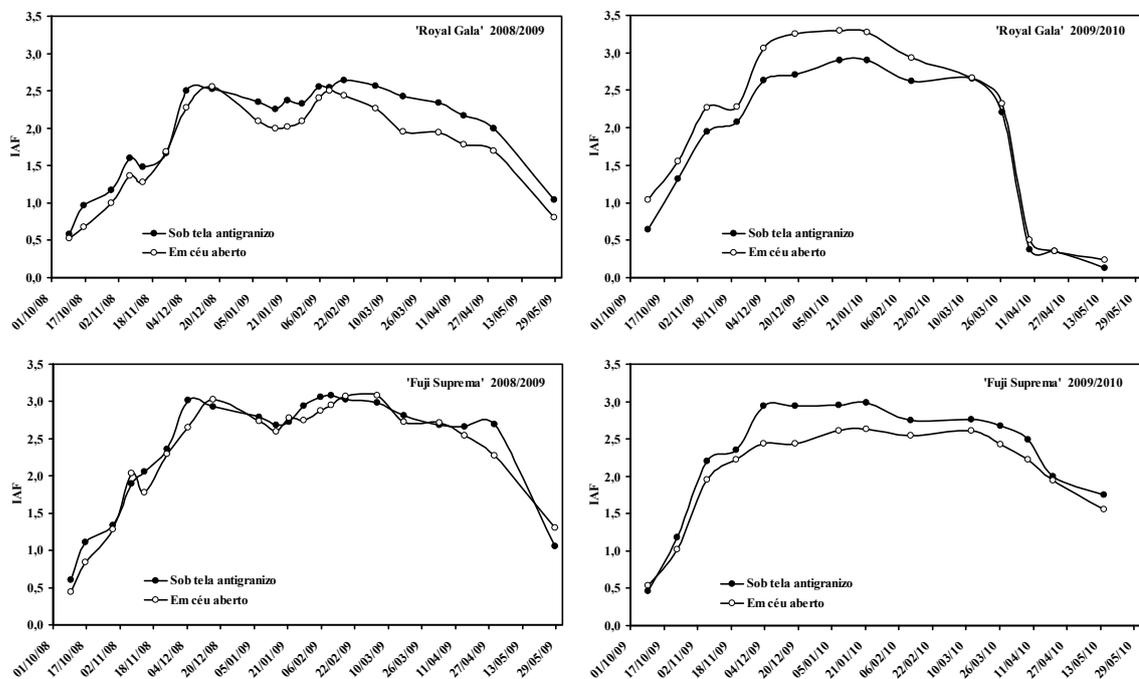


FIGURA 41. Índice de Área foliar (IAF) observado em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, ao longo dos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria, RS.

No ciclo 2008/2009 o início da queda das folhas da cultivar ‘Royal Gala’, em céu aberto, ocorreu na segunda quinzena de fevereiro (17/02). Sob tela, ela ocorreu no início de março (04/03). Em 2009/2010, observou-se que o início da queda das folhas ocorreu em 11/02 nos dois ambientes. Neste ciclo, a queda de folhas foi intensificada entre 01 e 08 de abril, pela ocorrência de mancha foliar causada por *Glomerella* sp., que atingiu apenas a

cultivar 'Royal Gala'. Na cultivar 'Fuji Suprema' sob tela a queda das folhas, em 2008/2009, começou a ocorrer na segunda quinzena de fevereiro (17/02) e, em céu aberto, isto se deu na segunda quinzena de março (17/03). No entanto, em 2009/2010, a queda iniciou em fevereiro (11/02) nos dois ambientes (Figura 41).

Modelos de estimativa de índice de área foliar em função de graus-dia acumulados são considerados simples, acurados e importantes para simular a distribuição da radiação solar e estimar a eficiência de interceptação de radiação pelo dossel vegetativo. Observou-se relação quadrática entre IAF observado e graus-dia acumulados nos ciclos produtivos 2008/2009 e 2009/2010, para o conjunto de ambientes e cultivares (Figura 42). Um único ajuste do modelo pode ser utilizado para determinar IAF de cada cultivar, pois as diferenças de IAF e de temperaturas entre ambientes não foram significativas (Tabelas 3 e 6).

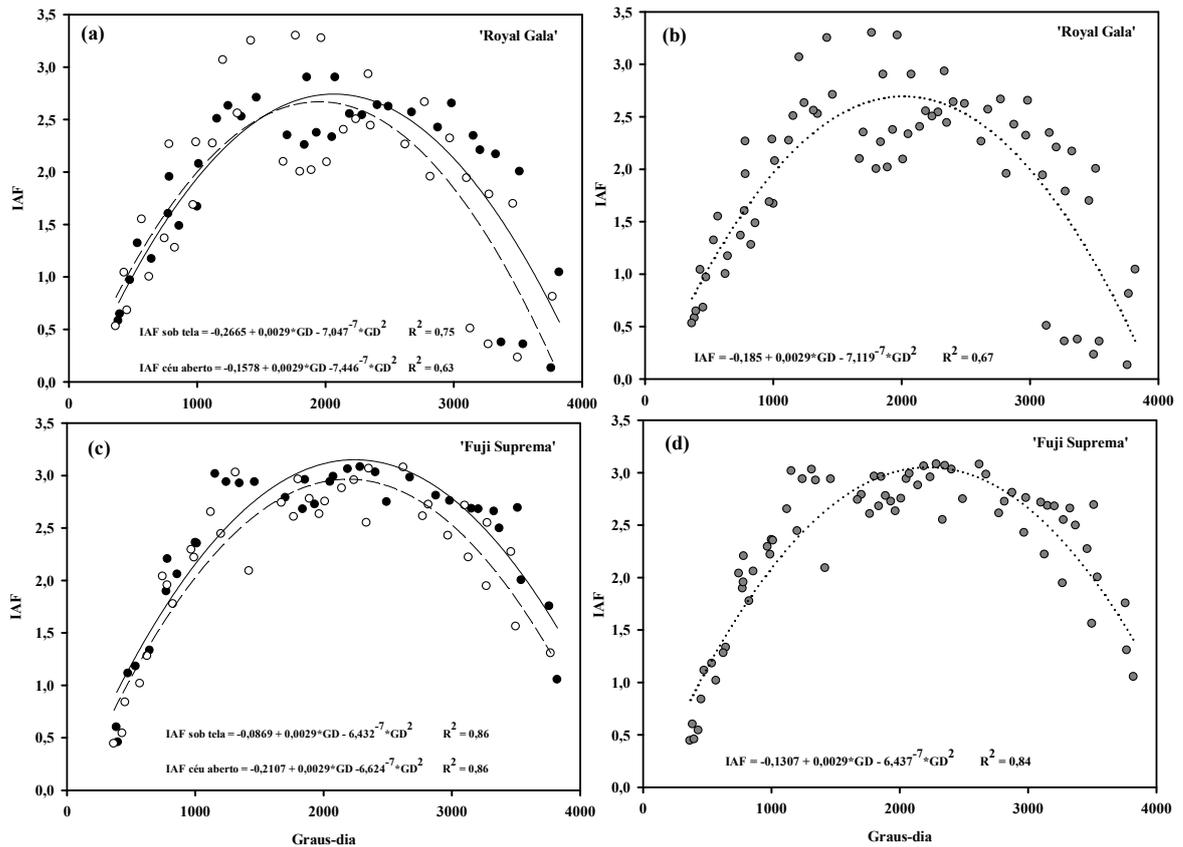


FIGURA 42. Índice de área foliar (IAF) observado sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○) e estimado em função de graus-dia acumulados em pomar de macieiras 'Royal Gala' (a, b) e 'Fuji Suprema' (c, d), nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010. Linhas sólidas, tracejadas e pontilhadas representam valores estimados sob tela antigranizo, em céu aberto e para ambos, respectivamente. Vacaria, RS.

4.3.3 Interação da radiação solar com o dossel vegetativo

4.3.3.1 Intercepção da radiação solar

Os padrões de intercepção da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e o coeficiente de extinção para RFA podem ser alterados pelo ambiente de cultivo e pelas características do dossel (Cardoso *et al.*, 2010). No item 4.2.2 verificou-se que a RFA absorvida foi a fração da RFA incidente com maior participação no balanço de radiação. A razão entre RFA absorvida e RFA interceptada pela cultura foi cerca de 0,98 nos dois ambientes. Portanto, praticamente toda a radiação interceptada foi absorvida pelo dossel. A RFA interceptada foi maior em céu aberto, na maior parte do período, nos três anos. Na

média dos três ciclos verificou-se que o dossel coberto por tela antigranizo interceptou 38% menos radiação fotossinteticamente ativa que o dossel em céu aberto (Figura 43). Isto foi devido, sobretudo, à redução de 32% na incidência de RFA promovida pela cobertura de tela antigranizo.

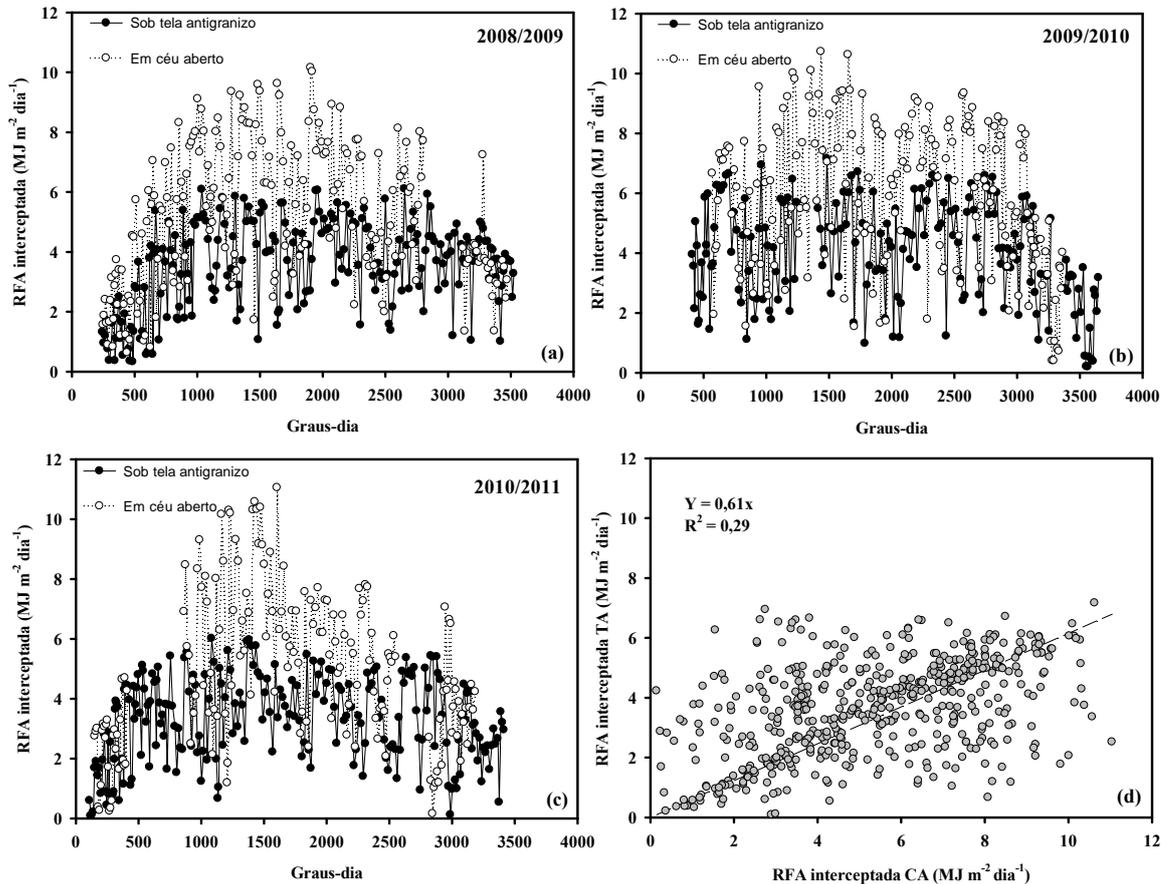


FIGURA 43. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada pelo dossel em função de graus-dia acumulados após a quebra de dormência em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○), nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b) e 2010/2011 (c). Relação entre RFA interceptada pelo dossel sob tela antigranizo e em céu aberto durante os três ciclos (d). Vacaria, RS.

A eficiência de interceptação estima a capacidade do dossel de plantas em interceptar a RFA incidente, sendo dependente da área foliar e da distribuição das folhas no dossel (Wünsche *et al.*, 1996; Grappadelli, 2003). A eficiência de interceptação aumentou rapidamente do início da brotação ao final de outubro, entre 500 e 600 GD, com padrão de evolução semelhante entre os ambientes (Figura 44). Neste período ocorre

intensa brotação, aumentando a quantidade e o tamanho das folhas. No final do ciclo vegetativo verificou-se que a eficiência de interceptação foi maior sob tela, onde a área foliar se manteve elevada por mais tempo. A eficiência de interceptação entre ambientes não diferiu, sendo na média dos três ciclos, 1,5% maior sob tela antigranizo. No ciclo 2008/2009 a eficiência de interceptação não diferiu entre ambientes, sendo que a máxima eficiência foi 0,92 em céu aberto e 0,86 sob tela antigranizo. Nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011, esta relação tendeu a se inverter, pois a máxima eficiência de interceptação foi de 0,9 em céu aberto e 0,92 sob tela. Juntando os três ciclos, a relação entre os dois ambientes demonstrou que a eficiência de interceptação de RFA não diferiu, próxima à linha 1:1 (Figura 44).

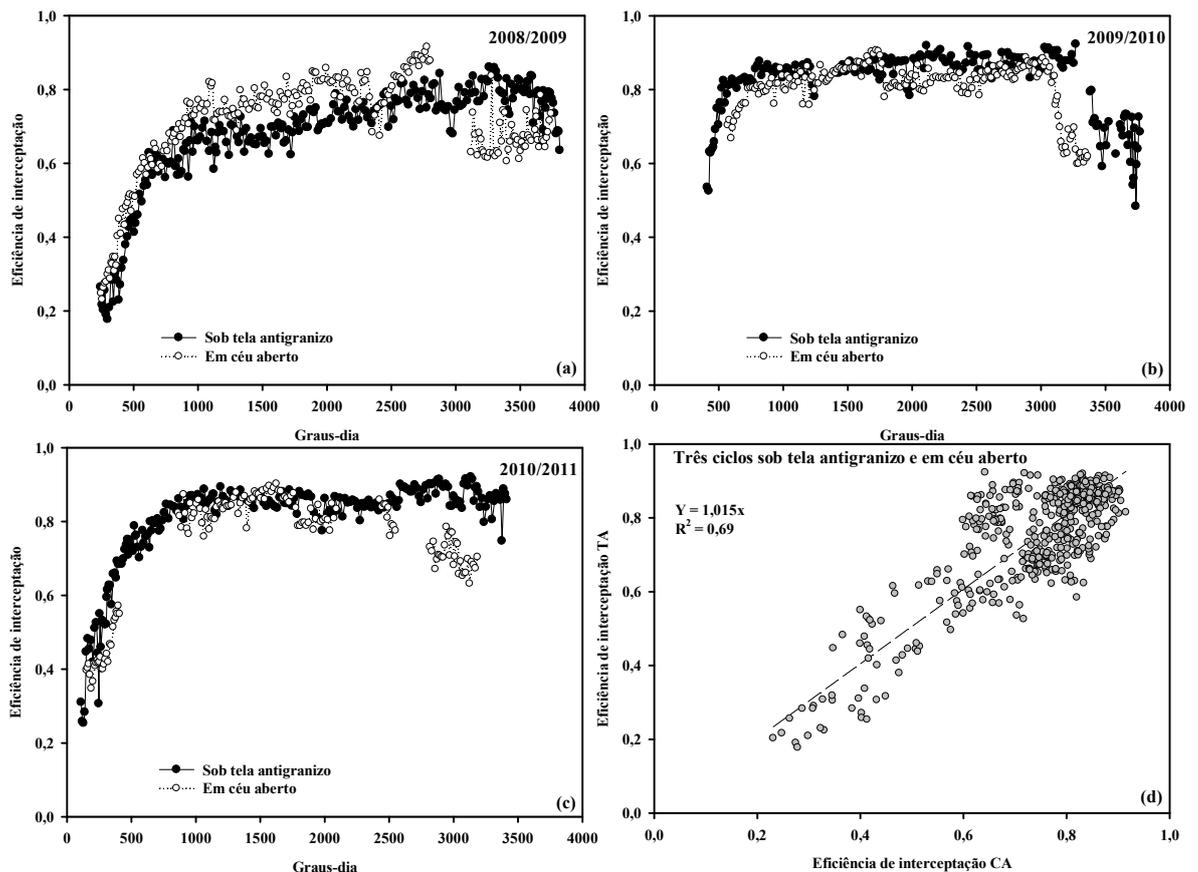


FIGURA 44. Eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em função de graus-dia acumulados após a quebra de dormência, em pomar de macieira 'Royal Gala' sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○), nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b) e 2010/2011 (c). Relação entre a eficiência de interceptação do dossel sob tela antigranizo e em céu aberto durante os três ciclos (d). Vacaria, RS.

A evolução da eficiência de interceptação de RFA em função do IAF da cultura se ajustou a um modelo sigmoidal, nos dois ambientes e três ciclos (Figura 45). Este modelo descreveu a evolução da eficiência de interceptação, com o aumento do IAF até um ponto de estabilização. A máxima eficiência de interceptação de RFA ocorreu quando IAF foi de 1,5 sob tela e de 2,5 em céu aberto. No conjunto dos três ciclos observou-se que, em IAF baixo, a inclinação da curva de eficiência de interceptação foi maior sob tela que em céu aberto. Isto indica aumento mais rápido da interceptação de radiação no ambiente com menor incidência de RFA. Em consequência, a mesma eficiência de interceptação foi obtida com menor IAF sob tela antigranizo que em céu aberto (Figura 45).

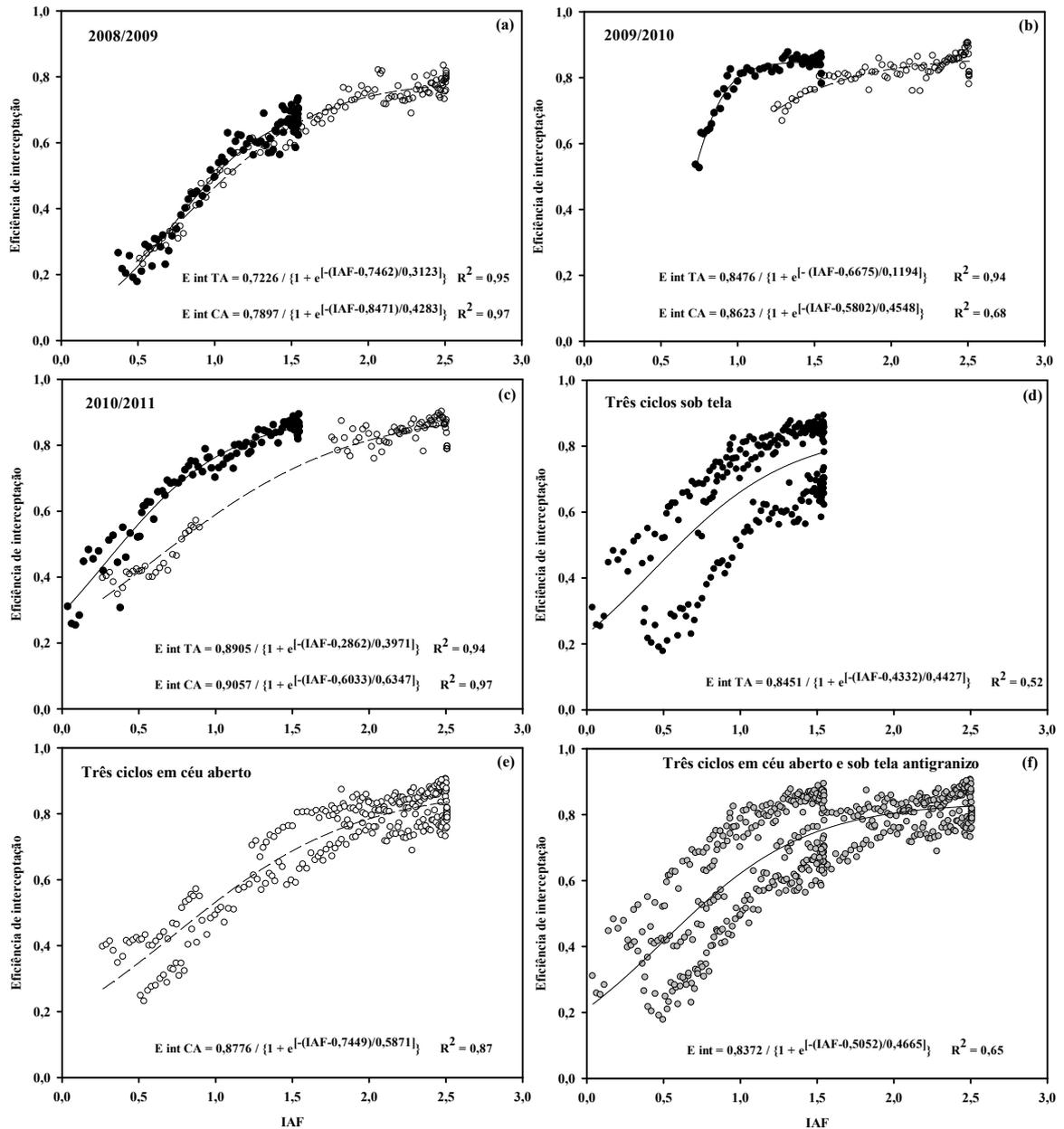


FIGURA 45. Eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em função do índice de área foliar (IAF) em pomar de macieira ‘Royal Gala’, sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○), nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b), 2010/2011 (c) separadamente, dos três ciclos, conjuntamente, sob tela (d) e em céu aberto (e) e com os dados dos três ciclos e dos dois ambientes juntos (f). Vacaria, RS.

As características morfológicas e estruturais das plantas de macieira são influenciadas pela forma de condução e pelo arranjo das plantas. Elas determinam o padrão de atenuação da radiação solar que atravessa o dossel, que se expressa através do coeficiente de extinção da radiação (k). Quanto menor for o coeficiente de extinção, para um mesmo IAF, maior é a fração de radiação solar que ultrapassa o dossel e incide sobre o

solo. Esta relação entre a extinção de radiação pelo dossel e o respectivo IAF é importante para estimar a produção de biomassa e frutos, visando desenvolver melhores cultivares de macieira e práticas de manejo (Grappadelli, 2003).

Pela Lei de Beer, adaptada por Monsi & Saeki (1953) para comunidades de plantas, a quantidade de radiação transmitida pelo dossel se reduz em escala logarítmica com o aumento do índice de área foliar. O parâmetro que descreve esta razão é o coeficiente de extinção, que depende da arquitetura do dossel. Pela Figura 46, verifica-se que o coeficiente de extinção foi maior sob tela que em céu aberto. Ou seja, para um mesmo IAF houve maior extinção de radiação no pomar sob tela antigranizo. No ciclo 2008/2009 o coeficiente de extinção foi 0,72 sob tela antigranizo e 0,64 em céu aberto. Nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011 o coeficiente de extinção foi de 1,35 e 1,36 sob tela, respectivamente, e de 0,83 em céu aberto (Figura 46). No conjunto dos três ciclos obteve-se coeficiente de 1,09 sob tela e de 0,76 em céu aberto. Monsi & Saeki (1953) mostraram que o coeficiente de extinção pode variar de 0,3 a 2,0. Normalmente, em dosséis com folhas horizontais (como é o caso da macieira) os valores variam entre 0,7 e 1,0, sendo maiores que em espécies com folhas eretas. Segundo Cardoso *et al.* (2010) dosséis com baixos coeficientes de extinção são mais efetivos na transmissão da radiação solar, podendo proporcionar melhor aproveitamento da energia incidente. Outro fator que interfere na quantidade de radiação dentro de um dossel é a nebulosidade. Segundo Grappadelli (2003), sob climas típicos de países do norte da Europa ou do nordeste dos EUA, há grande quantidade de radiação difusa durante o verão, que aumenta a penetração de radiação no interior do dossel. Nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011 houve maior número de dias nublados e o coeficiente de extinção foi menor que no ciclo 2008/2009, no qual a radiação direta foi mais elevada.

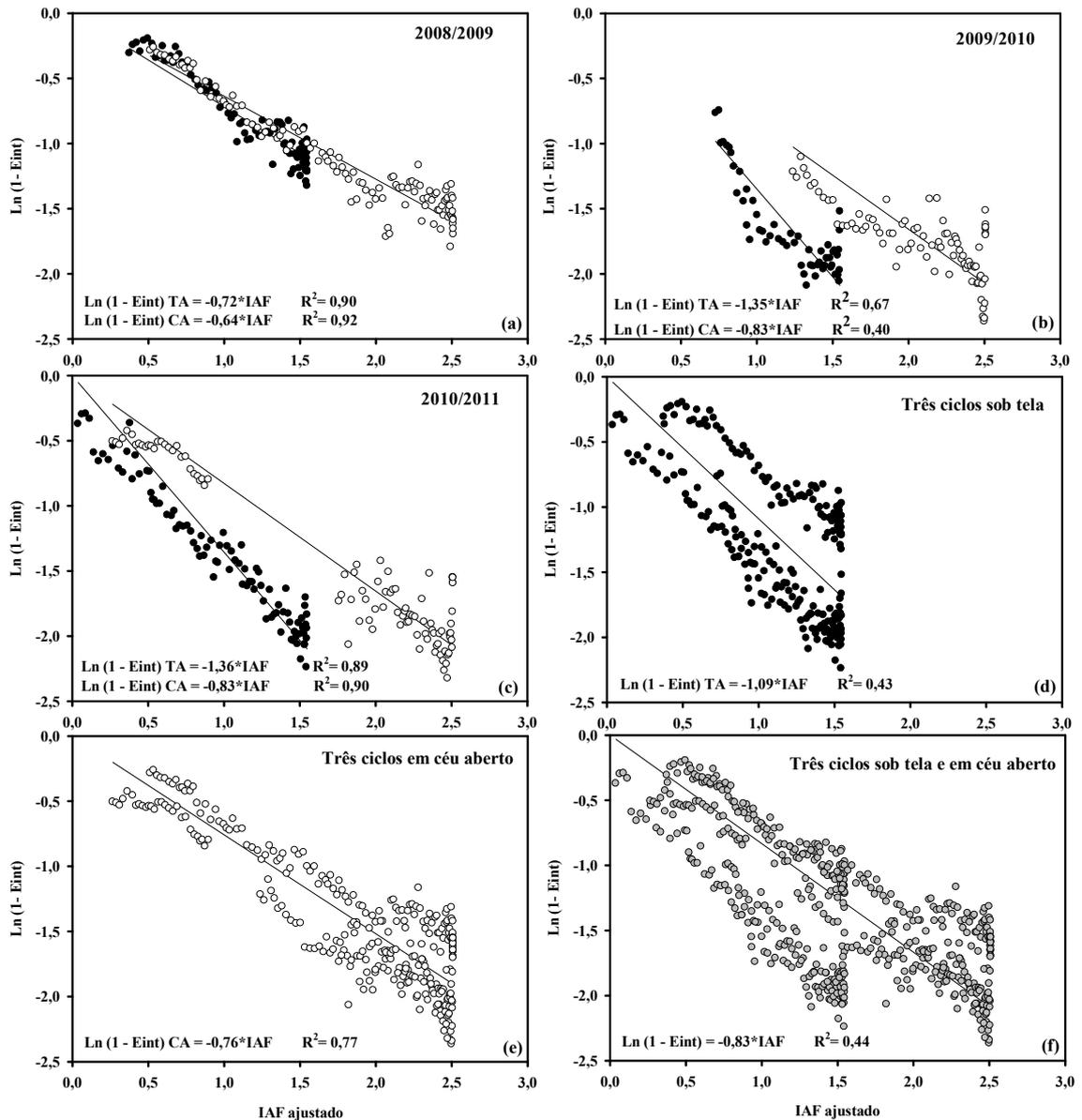


FIGURA 46. Coeficiente de extinção da radiação solar fotossinteticamente ativa (Eint) em função do índice de área foliar (IAF) ajustado em pomar de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA; ●) e em céu aberto (CA; ○) nos ciclos 2008/2009 (a), 2009/2010 (b), 2010/2011 (c) separadamente, dos três ciclos, conjuntamente, sob tela (d) e em céu aberto (e) e com os dados dos três ciclos e dos dois ambientes juntos (f). Vacaria, RS.

4.4 Variáveis fisiológicas

4.4.1 Caracterização dos dias de avaliação

A primeira avaliação em termos de variáveis fisiológicas foi realizada em 23/10/2009, com as cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ em frutificação efetiva. Neste

estádio ocorre intenso crescimento vegetativo e reprodutivo, assim como os processos de respiração, fotossíntese e absorção de nutrientes. Esse dia foi ensolarado, com nuvens a partir das 12 h (horário local) e temperaturas médias de 19,9 °C e 19,7 °C sob tela antigranizo e em céu aberto, respectivamente.

A segunda avaliação foi efetuada em 11/02/2010, quando os frutos da cultivar ‘Royal Gala’ já haviam sido colhidos, em céu aberto, e estavam em maturação, sob tela. A cultivar ‘Fuji suprema’, tanto em céu aberto quanto sob tela, estava no período de crescimento de frutos, que ainda estavam com coloração verde. Esse dia foi ensolarado, com nuvens a partir das 11 h (horário local) e temperaturas médias de 21,6 °C (sob tela) e 20,9 °C (em céu aberto).

A terceira avaliação foi feita em 20/04/2010, quando a cultivar ‘Fuji Suprema’ estava sem frutos e em senescência foliar. Esse dia foi nublado, desde o amanhecer, com temperaturas médias de 16,9 °C (sob tela) e 16,5 °C (em céu aberto). Deve-se enfatizar que, a partir de 31/03/2010, foram encontradas lesões de *Glomerella* sp. nas folhas da cultivar ‘Royal Gala’, que ocasionou desfolhamento severo tanto sob tela quanto em céu aberto. Em consequência, no dia 20/04/2010, restavam poucas folhas sadias nas plantas, o que comprometeu as avaliações fisiológicas.

Nos dias da primeira e da segunda avaliação as condições meteorológicas foram semelhantes, com exceção da precipitação pluvial ocorrida nos quatro dias anteriores à avaliação (Tabela 7). No dia da terceira avaliação, em pleno outono, RFA estava em declínio, a temperatura do ar estava mais baixa e a umidade relativa do ar estava mais elevada que nos outros dias avaliados. Além disso, durante as avaliações dois e três as macieiras sob tela antigranizo e em céu aberto estavam em diferentes estádios de desenvolvimento, resultando em maturação e colheita mais tardia dos frutos sob tela.

TABELA 7. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA; MJ m⁻² s⁻¹); temperatura do ar (Tar, °C); umidade relativa do ar (UR, %); velocidade do vento (m s⁻¹) médias do período entre 8 e 13 h (horário local) e precipitação pluvial (mm) em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA). Vacaria, RS.

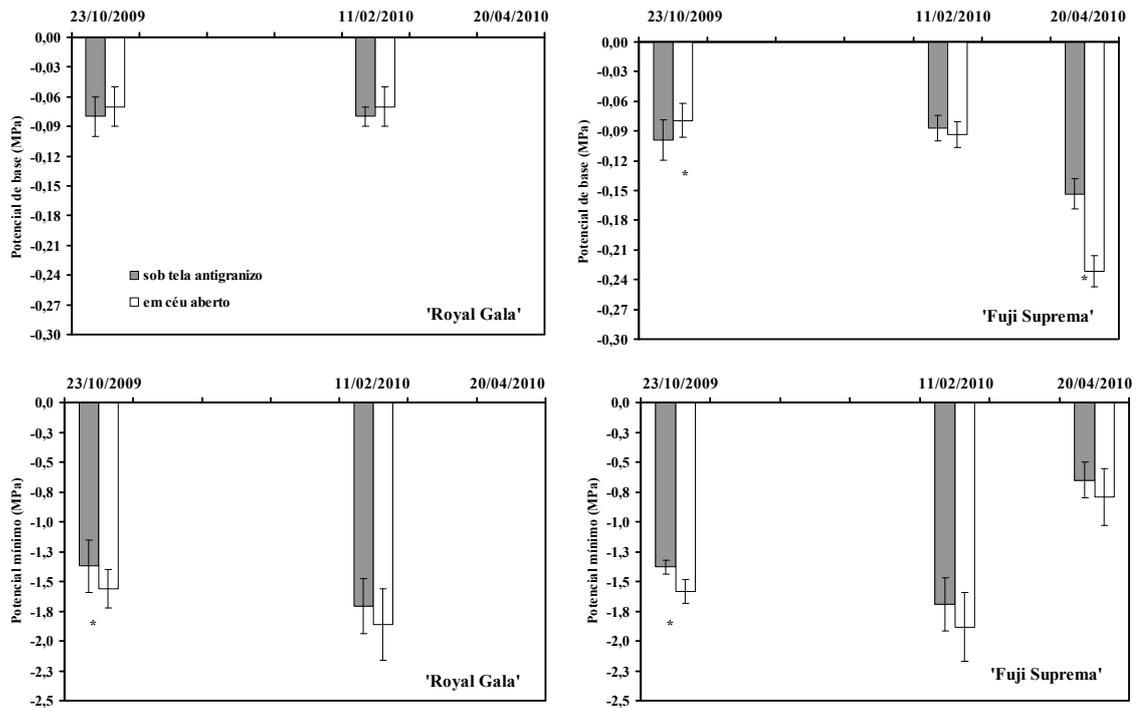
Variáveis	23/10/2009		11/02/2010		20/04/2010	
	TA	CA	TA	CA	TA	CA
RFA	1,14	1,22	0,60	1,1	0,05	0,06
Tar	21,6	21,0	23,7	22,6	19,1	18,3
UR	83	85	88	84	90	89
Vento	1,2	1,5	1,1	1,3	0,2	1,0
Precipitação*	36,0		138,0		0,0	

* precipitação pluvial acumulada nos 4 dias anteriores a cada medição.

4.4.2 Potencial de base e potencial mínimo da água na folha

O potencial da água da folha descreve o estado energético da água, e seus gradientes explicam os fluxos no sistema solo-planta-atmosfera. Este parâmetro indica o estado hídrico da planta e tem sido utilizado em estudos das relações hídricas dos vegetais (Bergonci *et al.*, 2000; Nogueira *et al.*, 2001). O potencial de base é obtido a partir de medições feitas antes da abertura estomática. Ele expressa o equilíbrio entre o potencial da água na planta e o potencial da água no solo e tem como vantagem, em relação a outras variáveis que descrevem o estado hídrico da planta, sua independência em relação às condições ambientais diurnas (Katerji & Hallaire, 1984 apud Bergonci *et al.*, 2000).

Nas avaliações realizadas em outubro e fevereiro verificou-se que o potencial de base de ‘Royal Gala’ não diferiu entre ambientes e épocas, variando de -0,06 a -0,10 MPa sob tela e de -0,05 a -0,10 MPa em céu aberto. Em macieiras ‘Fuji Suprema’ o potencial de base variou entre -0,06 e -0,12 MPa, tanto sob tela quanto em céu aberto, sendo significativamente maior (menos negativo) em céu aberto na primeira avaliação (Figura 47). Porém, na avaliação realizada em abril o potencial de base em ‘Fuji Suprema’ foi significativamente menor em céu aberto (-0,23 MPa) que sob tela (-0,15 MPa).



* Diferenças significativas a 5% de probabilidade do erro pela análise de variância

FIGURA 47. Potencial de base e potencial mínimo da água em folhas de macieira 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto e seu respectivo desvio padrão, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

O potencial mínimo da água na folha está relacionado com a atividade transpiratória e com a fotossíntese das plantas, uma vez que é medido em horário de intensa atividade metabólica, quando alta condutância estomática e transpiração intensa diminuem o potencial da água na folha (Lakso *et al.*, 1989 apud Smit, 2007). O potencial mínimo da água na folha variou de -1,0 a -1,8 MPa na primeira avaliação, de -1,4 a -2,3 MPa na segunda avaliação e de -0,4 a -1,2 MPa na terceira avaliação. Estes valores são próximos ao potencial mínimo normalmente observado em macieira, que é de -1,5 MPa (Brough *et al.*, 1986; Iuchi, 2006).

O potencial mínimo da água na folha foi maior (menos negativo) sob tela que em céu aberto, nas avaliações realizadas em ambas as cultivares. No entanto, diferença significativa só ocorreu na primeira avaliação de cada cultivar (Figura 47). Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Smit (2007), que também verificou maior potencial mínimo da água em folhas de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji' sob tela.

O potencial da água na folha é um parâmetro que varia muito ao longo do dossel e de um dia, portanto não se pode afirmar que esse foi alterado pela tela antigranizo, uma vez que poucas alterações micrometeorológicas foram observadas nesse ambiente. Portanto, o potencial da água máximo e mínimo na folha observados podem ter sido influenciados pelo estágio fenológico das plantas e pelas condições atmosféricas e hídricas do solo. Em experimentos realizados com milho, verificou-se que o potencial mínimo é um indicador adequado da condição hídrica das plantas, sendo que seus dados acompanharam a variação do potencial da água no solo (Bianchi *et al.*, 2005). No presente estudo, porém, não foram feitas avaliações da condição hídrica do solo, o que remete a mais estudos para caracterizar melhor a condição hídrica de macieiras. As relações hídricas são complexas e dinâmicas, pois ocorrem interações temporais entre solo, planta e atmosfera. Segundo Lakso *et al.* (2003) é impossível entender essas interações com uma visão reducionista, sendo que o entendimento de cada processo é essencial para o desenvolvimento de pesquisas mais complexas.

4.4.3 Anatomia foliar, clorofila e taxa fotossintética de folhas de macieira

A espessura do limbo foliar pode ser influenciada, principalmente, pela exposição à radiação solar, turgescência das folhas e herança genética das cultivares. Folhas expostas a maiores fluxos de radiação solar, geralmente, são mais espessas que aquelas sob menor incidência de radiação (Taiz & Zeiger, 2009). Segundo Pompelli *et al.* (2010) em condições de radiação direta a capacidade fotossintética por unidade de área foliar aumenta, resultando em maior espessura das folhas e maior número camadas de células no parênquima paliçádico. Em alguns casos pode ocorrer aumento da densidade estomática, em função da maior disponibilidade de radiação solar (Ashton & Berlyn, 1992). Os tecidos com maior potencial da água apresentam maior capacidade de expansão celular, sendo que

diferentes cultivares podem apresentar maior ou menor plasticidade em resposta às variações das condições meteorológicas (Taiz & Zeiger, 2009; Xu *et al.*, 2009).

Neste estudo, nas diferentes avaliações e ambientes, observou-se que a espessura média das epidermes adaxial e abaxial da cultivar ‘Royal Gala’ foi de 18 μm e 14 μm , respectivamente. Na cultivar ‘Fuji Suprema’ a epiderme adaxial teve espessura média 18 μm e a epiderme abaxial teve 13 μm . Verifica-se, portanto, que a espessura da epiderme adaxial foi maior que a da epiderme abaxial e que as mesmas não diferiram entre cultivares. Com redução de 32% da radiação solar, sob tela, não houve mudanças significativas na espessura das epidermes adaxial e abaxial em folhas de macieiras ‘Fuji Suprema’ e ‘Royal Gala’, pelas avaliações realizadas (Tabela 8; Figuras 48 e 49). Possivelmente, a redução da radiação solar sob tela não foi determinante para provocar modificações anatômicas nas epidermes. Como as alterações micrometeorológicas, de modo geral, foram pouco influenciadas pela tela, as folhas sob tela e em céu aberto se desenvolveram sob condições ambientais semelhantes. Esses resultados são diferentes daqueles encontrados em trabalho desenvolvido com folhas de macieira ‘Fuji Kiku’ e ‘Pinova’ em céu aberto e sob telas coloridas que reduziram entre 10 a 23% a RFA. A espessura das epidermes das folhas em céu aberto foi 27% maior que sob tela (Solomakhin & Blanke, 2010a).

TABELA 8. Espessura (μm) da epiderme adaxial (EAdax.), abaxial (EAbax.), do parênquima paliçádico (PP) e lacunoso (PL), espessura total (ET), razão entre PP e PL (PP/PL) e índice estomático (IE) de folhas de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Variável	23/10/2009			11/02/2010			20/04/2010		
	TA	CA	Méd	TA	CA	Méd	TA	CA	Méd
‘Royal Gala’									
EAdax	17,1a	16,6a	16,9	19,6a	18,7a	19,2	-	-	-
PP	92a	99a	96	103b	135a	119	-	-	-
PL	132a	128a	130	120b	153a	136	-	-	-
EAbax	13,2a	14,6a	13,9	13,0a	15,8a	14,4	-	-	-
ET	254a	258a	256	256b	322a	289	-	-	-
PP/PL	0,7a	0,8a	0,8	0,9a	0,9a	0,9	-	-	-
IE	12,7a	14,6a	13,7	11,7a	13,2a	12,5	-	-	-
‘Fuji Suprema’									
EAdax	16,5a	16,5a	16,5	17,6a	16,9a	17,3	20,7a	19,1a	19,9
PP	93a	102a	98	111a	113a	112	103a	123a	113
PL	137a	149a	143	136a	137a	137	138a	149a	143
EAbax	13,5a	13,5a	13,5	14,3a	12,3a	13,3	11,9a	14,1a	13,0
ET	0,7a	0,7a	0,7	0,8a	0,8a	0,8	0,7a	0,8a	0,8
PP/PL	260a	281a	271	279a	279a	279	273a	306a	289
IE	13,3a	13,9a	13,6	12,6a	12,1a	12,4	13,0a	13,6a	13,3

Letras minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). - indica que não há dados devido a senescência foliar de ‘Royal Gala’ pela incidência de *Glomerella* sp.

O parênquima paliçádico está diretamente relacionado com a fotossíntese, através da captação de luz, uma vez que suas células são ricas em cloroplastos. No parênquima lacunoso existem amplos espaços intercelulares, que possibilitam o processo de difusão luminosa e aumento do aproveitamento da radiação solar no parênquima paliçádico. Além disso, ele aumenta a circulação do dióxido de carbono e a flexibilidade das folhas (Taiz & Zeiger, 2009; Mauseth, 1988). Nas cultivares avaliadas observou-se a existência de duas

camadas de células do parênquima paliçádico (Figuras 48 e 49). Na cultivar ‘Royal Gala’ as espessuras médias dos parênquimas paliçádico e lacunoso foram de 107 μm e 138 μm , respectivamente. A espessura dos parênquimas não diferiu entre ambientes na primeira avaliação, sendo que na avaliação realizada em fevereiro, folhas sob tela apresentaram parênquima paliçádico (21%) e lacunoso (24%) mais finos que em céu aberto. As espessuras dos parênquimas paliçádico e lacunoso de ‘Fuji Suprema’ não diferiram entre ambientes nas três avaliações, com médias de 107 μm (paliçádico) e 133 μm (lacunoso) (Tabela 8). Garriz *et al.* (2001) verificaram que folhas de macieira ‘Braeburn’ submetidas a 80% de sombreamento apresentaram parênquimas com menor espessura em comparação a folhas expostas à radiação solar direta, demonstrando que, sob intensa restrição de radiação solar, a anatomia de folhas de macieira pode ser alterada. Além disso, com alteração da razão entre vermelho e vermelho-distante, as plantas tendem a reconhecer condições de sombreamento, adaptando-se por meio de alterações anatômicas, com aumentos do teor de pigmentos e da capacidade fotossintética (Taiz & Zeiger, 2009). Nesse estudo, não foram verificadas alterações na razão vermelho e vermelho-distante entre os ambientes, o que corrobora com os resultados acima detalhados.

Nas folhas dos dois ambientes e cultivares, e nos diferentes momentos de avaliação, verificou-se menor espessura do parênquima paliçádico que do parênquima lacunoso, sendo que a razão entre ambas variou entre 0,7 e 0,9, indicando que o espaço utilizado por ambos não é diferente. Em videiras, Chavarria (2008) verificou que, sob cobertura plástica, as folhas apresentaram equilíbrio entre as espessuras dos parênquimas paliçádico e lacunoso, enquanto que nas folhas em céu aberto a espessura do parênquima paliçádico foi menor em relação ao lacunoso. Sendo assim, verifica-se que o efeito da tela na anatomia das plantas de macieira não foi tão significativo quanto no uso de cobertura plástica em videiras.

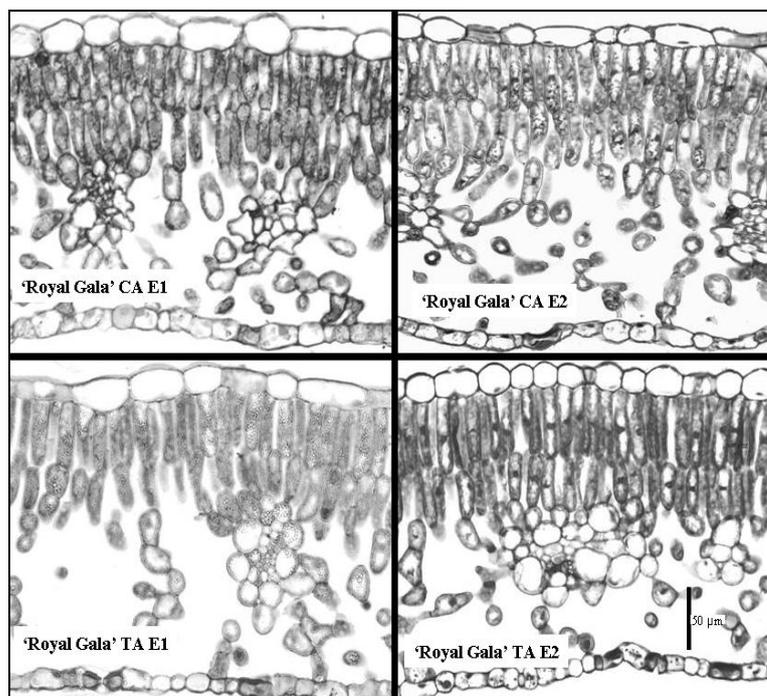


FIGURA 48. Micrografia de folhas de macieira 'Royal Gala' em céu aberto (CA) e sob tela antigranizo (TA) em 23/10/2009 (E1) e 11/02/2010 (E2), com aumento de 40 vezes. Vacaria, RS, 2009/2010.

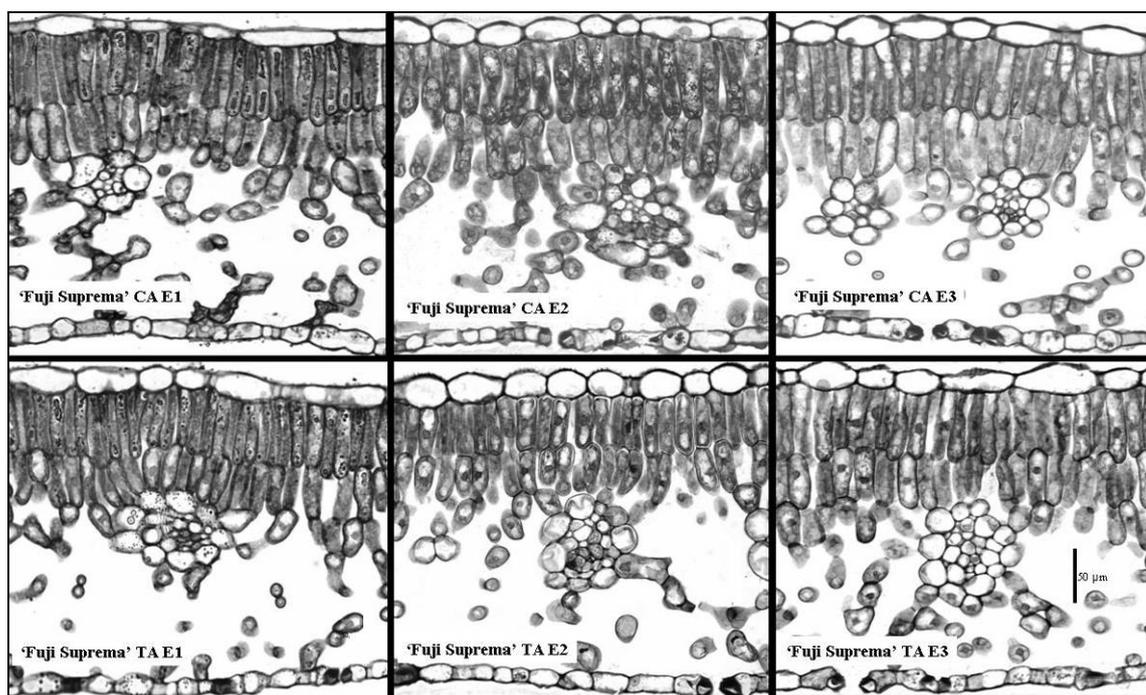


FIGURA 49. Micrografia de folhas de macieira 'Fuji Suprema' em céu aberto (CA) e sob tela antigranizo (TA) em 23/10/2009 (E1), 11/02/2010 (E2) e 20/04/2010 (E3), com aumento de 40 vezes. Vacaria, RS, 2009/2010.

Na face abaxial das folhas de ambas cultivares e nos dois ambientes verificou-se a presença de pilosidade, que é considerada uma função adaptativa da planta, a fim de

reduzir perdas de água, através da retenção de umidade no ar da camada limite da folha (Jackson, 2003). A presença de estômatos foi verificada apenas na epiderme abaxial das folhas, de acordo com descrição realizada por Jackson (2003). Os estômatos são estruturas que permitem entrada de CO₂ para a fotossíntese, processo determinante para o rendimento vegetal. Na caracterização estomática foi determinado o índice estomático (IE), que leva em consideração o número de estômatos e de células epidérmicas, numa determinada área. Por isto, IE é considerado constante dentro da mesma espécie, sendo variável quando as plantas são submetidas a diferentes condições de desenvolvimento (Pompelli *et al.*, 2010). O IE não diferiu entre ambientes, embora com tendência de ser maior em céu aberto. Ele variou entre 11,7 e 14,6 para a cultivar ‘Royal Gala’ e entre 12,1 e 13,9 para ‘Fuji Suprema’ (Tabela 8). Este é um indício de que as plantas sob tela não possuíam aparato fotossintético diferente daquelas em céu aberto.

A quantidade de clorofila por unidade de área foliar é considerada um indicador da capacidade fotossintética das plantas e pode ser influenciada por fatores bióticos e abióticos (Taiz & Zieger, 2009; Vantini *et al.*, 2004). Os teores de clorofilas a, b e total em folhas de ‘Royal Gala’ não diferiram entre ambientes, na avaliação realizada em outubro. Porém, na avaliação realizada em fevereiro, os teores de clorofilas a, b e total nas folhas em céu aberto foram maiores que sob tela antigranizo (Tabela 9). Por outro lado, Amarante *et al.* (2007) verificaram que o teor de clorofila das folhas de ‘Royal Gala’ foi maior sob tela que em céu aberto. Garriz *et al.* (2001) verificaram que, em folhas com severa restrição de radiação, também ocorreu maior acúmulo de clorofila que em folhas expostas à radiação direta.

Na avaliação de fevereiro houve incremento médio em relação à avaliação de outubro de 30% (sob tela) e 47% (céu aberto) de clorofila a, e de 32% (sob tela) e 59% (céu aberto) de clorofila b. Para a cultivar ‘Fuji Suprema’ não foram verificadas diferenças nos teores de clorofila entre ambientes (Tabela 10), o que está de acordo com dados

obtidos por Amarante *et al.* (2009). Esses autores afirmam que o aumento do teor de clorofila em resposta ao sombreamento depende da cultivar. O incremento de clorofila para ‘Fuji Suprema’, entre a primeira e a segunda avaliação, foi menor que aquele ocorrido nas folhas de ‘Royal Gala’ e não diferiu entre ambientes.

Na avaliação de abril, observou-se diminuição dos teores de clorofilas a e b, sendo que, em céu aberto, a redução de clorofila a foi mais acentuada que sob tela. Assim, em folhas mais velhas a rota da quebra de clorofilas estava mais avançada. Neste processo formam-se produtos hidrossolúveis e incolores, que são exportados do cloroplasto senescente e armazenados no vacúolo, além de ocorrer reciclagem de proteínas, de modo que haja menor utilização de nitrogênio pela planta (Taiz & Zeiger, 2009).

TABELA 9. Teor de clorofila em folhas de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Ambiente	23/10/2009	11/02/2010	20/04/2010
Clorofila a (mg cm ⁻²)			
Céu aberto	0,16 A	0,24 A	-
Sob tela	0,14 A	0,19 B	-
Média	0,15	0,22	-
Clorofila b (mg cm ⁻²)			
Céu aberto	0,05 A	0,09 A	-
Sob tela	0,05 A	0,07 B	-
Média	0,05	0,08	-
Clorofila a + b (mg cm ⁻²)			
Céu aberto	0,21 A	0,33 A	-
Sob tela	0,19 A	0,26 B	-
Média	0,20	0,30	-
Clorofila a:b			
Céu aberto	3,20 A	2,67 A	-
Sob tela	2,80 A	2,71 A	-
Média	3,00	2,69	-

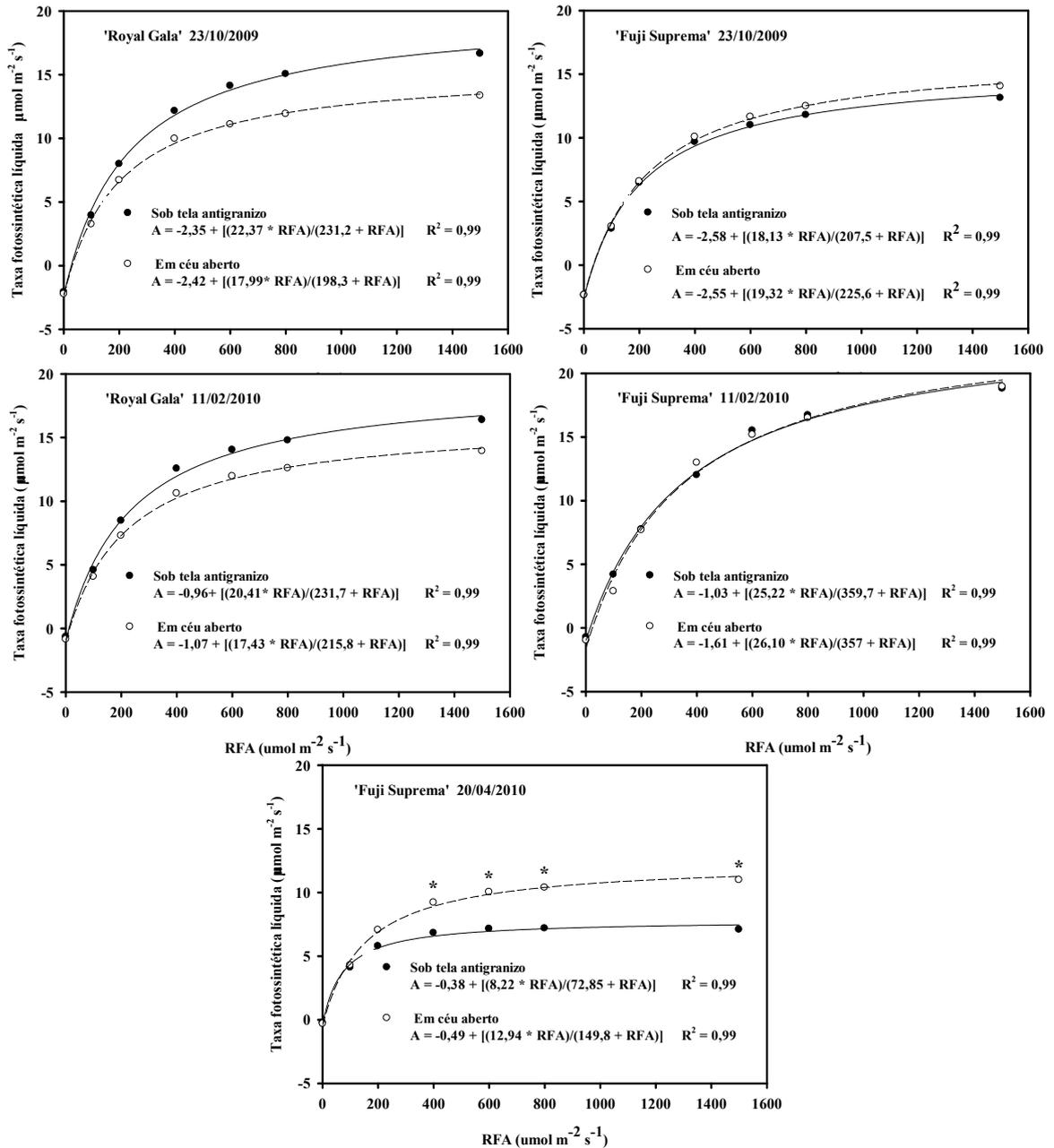
Letras maiúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). - indica que não há dados devido a senescência foliar de ‘Royal Gala’ pela incidência de *Glomerella* sp.

TABELA 10. Teor de clorofila em folhas de macieira ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Ambiente	23/10/2009	11/02/2010	20/04/2010
Clorofila a (mg cm ⁻²)			
Céu aberto	0,17 A	0,22 A	0,15 A
Sob tela	0,17 A	0,21 A	0,16 A
Média	0,17	0,22	0,16
Clorofila b (mg cm ⁻²)			
Céu aberto	0,06 A	0,07 A	0,07 A
Sob tela	0,06 A	0,07 A	0,05 A
Média	0,06	0,07	0,06
Clorofila a + b (mg cm ⁻²)			
Céu aberto	0,23 A	0,29 A	0,22 A
Sob tela	0,23 A	0,28 A	0,21 A
Média	0,23	0,29	0,22
Clorofila a:b			
Céu aberto	2,83 A	3,10 A	2,10 A
Sob tela	2,83 A	3,00 A	3,20 A
Média	2,83	3,05	2,65

Letras maiúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Conforme descrito anteriormente o teor de clorofila é indicador da capacidade fotossintética das plantas. Assim como nos teores de clorofila, verificou-se que a taxa fotossintética líquida não diferiu entre ambientes, mesmo para os diferentes fluxos de radiação, tanto para ‘Royal Gala’ quanto para ‘Fuji Suprema’ (Figura 50). Somente na última avaliação (20/04/2010) as folhas de ‘Fuji Suprema’, em céu aberto, apresentaram taxa fotossintética significativamente maior quando expostas a maiores fluxos de radiação (400 a 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Estes resultados se assemelham àqueles obtidos por Stampar *et al.* (2002) e Solomakhin & Blanke (2008), que não verificaram diferenças significativas na taxa fotossintética de plantas de macieira sob tela preta e em céu aberto. No entanto, divergem daqueles encontrados por Amarante *et al.* (2007) e Amarante *et al.* (2009), que verificaram maior taxa fotossintética em plantas em céu aberto.



* Diferenças significativas a 5% de probabilidade do erro pela análise de variância

FIGURA 50. Taxa fotossintética líquida (A) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em plantas de macieira 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Nas três avaliações verificou-se que a taxa máxima de fotossíntese líquida, o ponto de compensação de luz, a respiração no escuro e a eficiência quântica aparente não diferiram entre ambientes, com valores característicos de plantas C_3 , como é o caso da macieira (Tabela 11). Na última avaliação observou-se decréscimo desses parâmetros em relação às primeiras avaliações. Isto ocorreu porque as folhas estavam em senescência e os

frutos já haviam sido colhidos, contribuindo para a redução do processo fotossintético. Giuliani *et al.* (1997) verificaram que diferentes condições vegetativas e reprodutivas de plantas de macieira afetaram a interação entre dossel e ambiente, induzindo a diferenças no equilíbrio fisiológico. Estes autores verificaram que a condutância estomática foi positivamente afetada pela presença de frutos, uma vez que os frutos são drenos que atuam na indução da atividade fotossintética e na redução de CO₂ na cavidade subestomática, através de mecanismos hormonais.

A utilização da tela antigranizo no pomar de macieira reduziu a radiação solar, mas esta redução não foi limitante para a fotossíntese. As plantas apresentaram respostas diferenciadas entre cultivares, principalmente em função de diferenças genéticas.

TABELA 11. Taxa máxima de fotossíntese líquida ($A_{N\text{máx}}$; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), ponto de compensação de luz (Γ ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respiração no escuro (R_e ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência quântica aparente (Φ_a) em plantas de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA), em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Variáveis	23/10/2009			11/02/2010			20/04/2010		
	TA	CA	Média	TA	CA	Média	TA	CA	Média
‘Royal Gala’									
$A_{N\text{máx}}$	22,6a	18,2a	20,4	18,0a	17,5a	17,8	-	-	-
Γ	28,0a	31,5a	29,8	11,3a	14,5a	12,9	-	-	-
R_e	2,35a	2,44a	2,40	0,96a	1,08a	1,02	-	-	-
Φ_a	0,05a	0,04a	0,04	0,05a	0,04a	0,05	-	-	-
‘Fuji Suprema’									
$A_{N\text{máx}}$	18,3a	19,6a	19,0	25,3a	26,3a	25,8	8,3a	13,0a	10,7
Γ	35,0a	38,0a	36,5	14,8a	24,3a	19,6	3,3a	5,3a	4,3
R_e	2,60a	2,55a	2,58	1,06a	1,66a	1,36	0,42a	0,50a	0,46
Φ_a	0,05a	0,05a	0,05	0,04a	0,04a	0,04	0,03b	0,05a	0,04

Letras minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). - indica que não há dados devido a senescência foliar de ‘Royal Gala’ pela incidência de *Glomerella* sp.

4.5 Caracterização dos frutos em “pós-colheita”

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a temperatura do ar, aliadas à densidade e forma de condução das plantas, podem influenciar as características de qualidade dos frutos, sendo que aqueles localizados no estrato inferior do dossel são mais suscetíveis ao sombreamento e, conseqüentemente, à redução de cor e teor de açúcares (Grappadelli, 2003; Solomakhin & Blanke, 2007). Levando em consideração essas afirmações, foram realizadas análises em frutos colhidos, separadamente, nos estratos superior e inferior do dossel de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’, tanto sob tela antigranizo quanto em céu aberto. Não foram verificadas interações entre os fatores estrato e ambiente. Verificou-se que não houve diferenças significativas entre estratos nos diferentes parâmetros de qualidade dos frutos avaliados (Tabelas 12 a 19). A exceção foi o número de sementes por fruto da cultivar ‘Royal Gala’ nos ciclos 2008/2009 e 2009/2010, em que se observou uma semente a mais por fruto no estrato superior que no estrato inferior (Tabela 14).

Na cultivar ‘Royal Gala’ observou-se diferença na acidez dos frutos entre ambientes, sendo que em 2008/2009 a ATT média foi 17% maior sob tela e em 2009/2010 ela foi 11% maior em céu aberto. No ciclo 2008/2009 o teor de sólidos solúveis (SST) foi 2% maior em céu aberto, porém sem diferença significativa, enquanto que, em 2009/2010, o teor SST foi 3% maior em céu aberto que aqueles sob tela. A relação SST/ATT, é considerada como melhor indicativo da maturação e sabor dos frutos que o teor de SST e ATT observados individualmente. Durante a maturação a relação SST/ATT aumenta, devido à diminuição dos ácidos e aumento dos açúcares, sendo que o valor absoluto depende da cultivar utilizada (Fachinello *et al.*, 1996). A relação SST/ATT não diferiu entre ambientes, indicando que frutos colhidos sob tela, possuem características sensoriais semelhantes daqueles em céu aberto. No entanto, deve-se destacar que as colheitas dos

frutos sob tela foram retardadas, a fim de permitir completa maturação dos mesmos (Tabela12).

TABELA 12. Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e razão entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) em frutos de macieira ‘Royal Gala’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	ATT (meq. ác. málico/100mL)			SST (°Brix)			SST/ATT		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	2,6	2,7	2,7B	12,5	12,4	12,5A	4,8	4,8	4,8A
Sob tela	3,1	3,3	3,2A	12,4	12,1	12,3A	4,4	3,9	4,2A
Média	2,9a	3,0a		12,5a	12,3a		4,6a	4,4a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	4,9	4,5	4,7A	14,2	13,8	14,0A	2,9	3,1	3,0A
Sob tela	4,3	4,1	4,2B	13,8	13,3	13,6A	3,2	3,3	3,3A
Média	4,6a	4,3a		14,0a	13,6a		3,1a	3,2a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	2,6	2,6	2,6	13,3	12,9	13,1	4,7	4,9	4,8
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
- indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

Nos frutos da cultivar ‘Fuji Suprema’ o teor de acidez não diferiu entre ambientes, nos dois ciclos avaliados. O teor de sólidos foi 2% maior em céu aberto no ciclo 2008/2009, porém sem diferença significativa. No ciclo 2009/2010 o teor de sólidos foi 5% maior em céu aberto que sob tela, sem diferença significativa. No entanto, a razão

SST/ATT não diferiu entre ambientes, assim como se observou para ‘Royal Gala’ (Tabela 13).

TABELA 13. Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e razão entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) em frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	ATT (meq. ác. málico/100mL)			SST (°Brix)			SST/ATT		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	2,4	2,3	2,4A	15,9	15,6	15,8A	6,8	6,7	6,8A
Sob tela	2,4	2,3	2,4A	15,8	15,0	15,4A	6,8	6,5	6,7A
Média	2,4a	2,3a		15,9a	15,3a		6,8a	6,6a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	4,0	3,9	4,0A	16,7	16,2	16,5A	4,2	4,2	4,2A
Sob tela	4,2	3,7	4,0A	16,1	15,2	15,7A	4,0	3,8	3,9A
Média	4,1a	3,8a		16,4a	15,7a		4,1a	4,0a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	2,8	2,7	2,8	14,6	13,7	14,2	5,3	5,1	5,2
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
- indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

A firmeza de polpa está relacionada à textura dos tecidos dos frutos, sendo que durante a maturação ocorre redução da firmeza da polpa em virtude da atividade de enzimas que degradam os polissacarídeos pécnicos da parede celular e da lamela média (Bartley & Knee, 1982). A firmeza de polpa de frutos das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ não diferiu entre ambientes no ciclo 2008/2009, porém se verificou que ela foi

significativamente maior em céu aberto para ambas as cultivares em 2009/2010 (Tabelas 14 e 15).

O número de sementes por fruto é um indicador da qualidade de polinização, realizada por abelhas e pode influenciar no tamanho dos frutos. A atividade destas, sob tela, pode sofrer alterações em virtude da tela dificultar a sua movimentação (Leite *et al.*, 2002). No entanto, Middleton & McWaters (2002) destacam que, havendo abelhas no pomar sob tela e espaço vazio entre a tela e as plantas, não haverá problemas quanto à polinização, pois as abelhas poderão transitar livremente entre as plantas do dossel. Na Tabela 14, verifica-se que o número de sementes por frutos diferiu entre ambientes, mas essa diferença é de duas sementes, no máximo, o que não influencia no tamanho e forma dos frutos. Para ‘Royal Gala’ observou-se maior número de sementes nos frutos em céu aberto, no ciclo 2008/2009, enquanto que, em 2009/2010, havia mais sementes sob tela (Tabela 14). Nos frutos de ‘Fuji Suprema’ verificou-se maior número de sementes sob tela, nos dois ciclos (Tabela 15). Esta é uma evidência de que a tela antigranizo não interfere negativamente na atividade polinizadora das abelhas, concordando com Middleton & McWaters (2002), que verificaram atividade similar de abelhas em ambiente sob tela e em céu aberto. Esta constatação também está relacionada ao fato de que, em ambiente sob tela, as condições micrometeorológicas não diferiram daquelas em céu aberto. A atividade das abelhas está relacionada, principalmente, à temperatura do ar e à velocidade do vento, uma vez que, sob temperaturas do ar extremas e ventos intensos, ocorre comprometimento do processo de fecundação das flores (Nachtigall *et al.*, 2009).

Levando em consideração diferentes estratos e ciclos, o número médio de sementes por fruto de ‘Royal Gala’ foi de 5,8 sob tela e de 5,5 em céu aberto. Para macieiras ‘Fuji Suprema’ ele foi de 7,5 sob tela e de 6,0 em céu aberto. Estes dados são semelhantes àqueles encontrados na literatura, de 6,2 sementes por fruto de ‘Royal Gala’ (Amarante *et al.*, 2007) e 6,6 sementes por fruto de ‘Fuji Suprema’ (Amarante *et al.*, 2009).

A ocorrência de *russeting* em maçãs resulta de danos na cutícula no período inicial de formação dos frutos. Ele pode ocorrer devido a um conjunto de fatores, mas principalmente devido à suscetibilidade da cultivar, exposição ao ambiente (alta umidade relativa do ar e reduzida radiação solar) e práticas culturais (Miklos & Shear, 1972). O *russeting* é um importante distúrbio fisiológico, que deixa a epiderme dos frutos áspera e de coloração ferruginosa, diminuindo sua classificação e seu valor econômico (Basso, 2006). Este distúrbio foi verificado nos frutos dos dois ambientes e nos três ciclos. Porém, apenas no ciclo 2008/2009 observou-se diferenças significativas entre ambientes, com *russeting* em 89% e 82% dos frutos de ‘Royal Gala’ em céu aberto e sob tela, respectivamente. Nos frutos da cultivar ‘Fuji Suprema’ a incidência de *russeting* foi menor que em ‘Royal Gala’, não diferindo entre os ambientes (Tabelas 14 e 15). Após avaliações de cinco ciclos, Noé & Eccher (1996) e Leite *et al* (2002) concluíram que houve redução de *russeting* em maçãs devido ao sombreamento ocasionado por telas. No entanto, esses autores utilizaram telas que diminuem a radiação solar em maiores proporções que as utilizadas nesse trabalho, as quais, normalmente, são utilizadas para proteger frutos de danos ocasionados pela radiação solar direta.

TABELA 14. Firmeza de polpa, número de sementes por fruto e porcentagem de frutos com *russeting* em frutos de macieira 'Royal Gala' nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Firmeza (N)			N° semente/fruto			% Frutos com Russeting		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	79,7	77,3	78,5A	7	6	7A	89	89	89 A
Sob tela	77,5	76,1	76,8A	6	5	6B	82	82	82 B
Média	78,6a	76,7a		7a	6b		86a	86a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	79,4	75,8	77,6A	5	4	5B	79	69	74A
Sob tela	66,7	65,5	66,1B	6	6	6A	77	78	78A
Média	73,1a	70,7a		6a	5b		78a	74a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	66,6	66,1	66,4	6	6	6	60	65	63
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
 - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

TABELA 15. Firmeza de polpa, número de sementes por fruto e porcentagem de frutos com *russeting* em frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Firmeza (N)			N° semente/fruto			% Frutos com Russeting		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	68,6	67,0	67,8A	5	5	5B	35	62	49A
Sob tela	70,3	68,5	69,4A	7	7	7A	49	55	52A
Média	69,5a	67,8a		6a	6a		42a	59a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	68,2	66,3	67,3A	7	7	7A	52	62	57A
Sob tela	64,3	58,6	61,5B	8	8	8A	50	53	52A
Média	66,3a	62,3a		8a	8a		51a	58a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	63,9	66,6	65,3	7	8	8	56	70	63
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
 - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

A coloração vermelha de maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ é fator determinante para valor de mercado e aceitação dos consumidores. Quanto mais vermelho o fruto, mais valorizado será (Almeida & Alves, 2006), sendo que os vermelho-rajados sobre fundo amarelo são os mais procurados (Camilo & Denardi, 2006). Segundo o diagrama de cores, através das coordenadas a e b, as cores dos frutos nos estratos superior e inferior do dossel não diferiram nos três ciclos e para as duas cultivares, cuja coloração foi caracterizada como vermelho-amarelada (Figura 51). Com isto, pode-se deduzir que o espaçamento entre as fileiras da planta (3,5 m) e a forma de condução em líder central permitiram que a radiação solar não fosse limitante aos frutos da base do dossel. Também é importante

destacar que ao longo dos anos foram sendo selecionados clones de macieira com frutos mais coloridos em relação aos clones antigos, o que pode determinar diferenças menos expressivas entre ambientes de cultivo.

Entre ambientes também não foram verificadas diferenças, nos ciclos e cultivares avaliados. Embora tenham sido observadas diferenças significativas de RFA nos diferentes estratos do dossel, a redução não foi suficiente para influenciar a coloração dos frutos. Frutos expostos à radiação solar direta e sob temperaturas entre 15 e 20 °C, durante pelo menos 20 dias antes da colheita, permitem sintetizar maior concentração de antocianinas, que caracterizam a cor vermelha dos frutos (Arakawa, 1991; Arakawa, 1988). A quantidade e a qualidade da radiação que chega até os frutos influenciam a síntese de antocianinas (Ubi, 2004). Estudos têm mostrado que a radiação nos comprimentos de onda do azul-violeta e ultravioleta são mais efetivas na formação de antocianina que radiação no vermelho-distante, que pode ter efeito inibitório (Reay & Lancaster, 2001). A razão V:VD também pode influenciar o conteúdo de antocianinas. Awad *et al.* (2001) verificaram que quando V:VD foi inferior a 1,0 houve redução no conteúdo de antocianinas e flavonóides. A síntese de antocianinas pode estar relacionada, também, a fatores hormonais, através da redução das giberelinas ou do aumento do nível de etileno e/ou ácido abscísico (Saure, 1990). Conforme visto no item 4.2.4, a qualidade da radiação não foi alterada pela tela, sendo que a razão V:VD, medida logo abaixo da tela, foi maior que 1,0. A interação da radiação solar com o dossel (estratos médio e inferior) provocou alterações na qualidade da mesma sob tela, mas que não foram suficientes para modificar a cor dos frutos. Uma hipótese a ser considerada é que a redução de RFA sob tela possa ter sido compensada por alterações no espectro de radiação nos estratos médio e inferior desse ambiente.

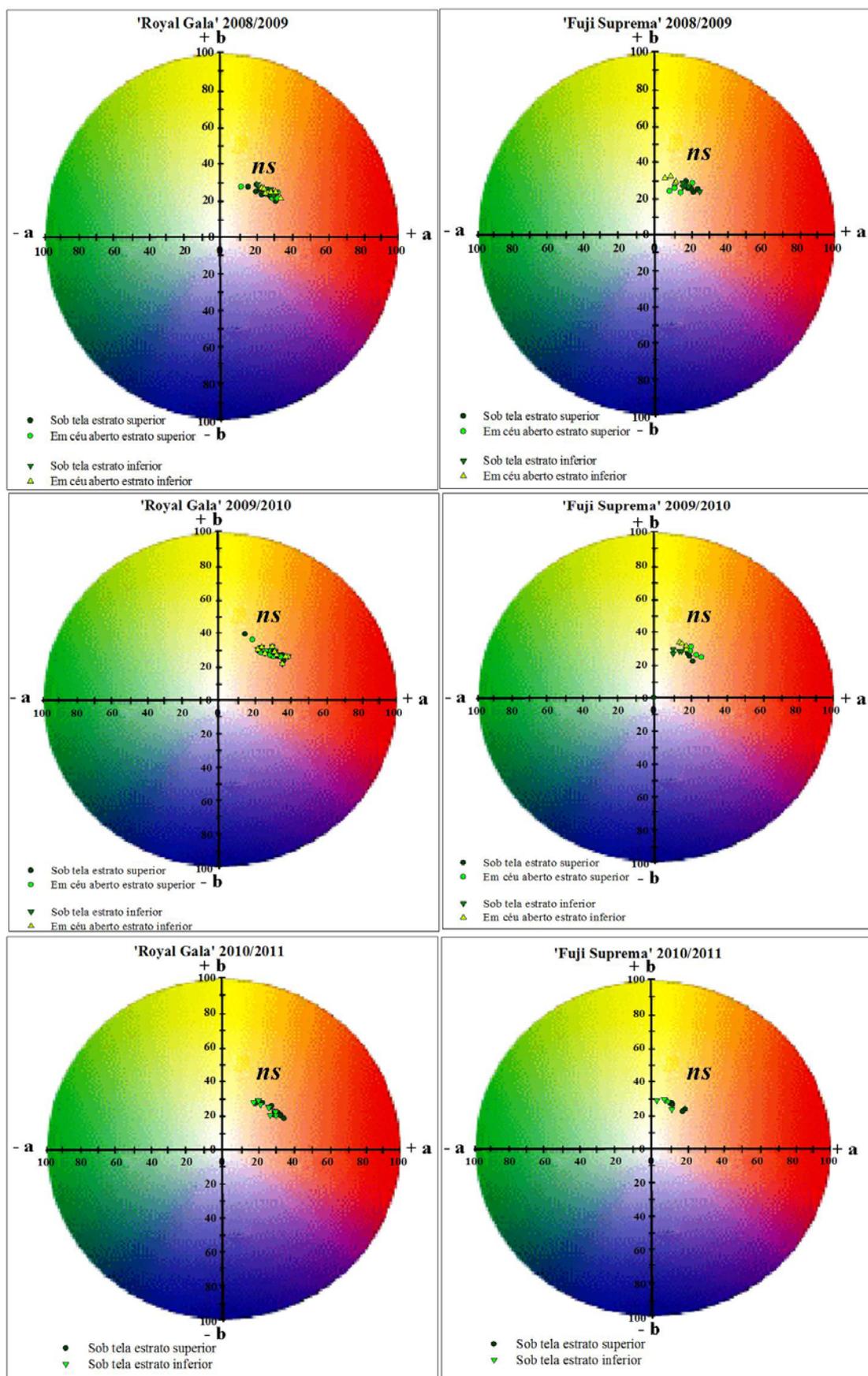


FIGURA 51. Diagrama de cores dos frutos, com coordenadas a e b obtidas em colorímetro em maçãs 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' nos estratos superior e inferior do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS. ns = não significativo ($p < 0,05$) para ambiente e estrato do dossel.

Guerrero-Prietto *et al.* (2010), Smit (2007) e Dussi *et al.* (2005) concluíram que a tela de cor preta não altera a cor dos frutos. No entanto, outros trabalhos relatam que ocorre redução da cor dos frutos sob tela, em relação àqueles em céu aberto (Solomakhin & Blanke, 2010b; Amarante *et al.*, 2009; Amarante *et al.*, 2007; Jakopic *et al.*, 2007; Iglesias & Alegre, 2006; Stampar *et al.*, 2002; Leite *et al.*, 2002). Desses trabalhos cabe destacar que havia diferentes cultivares e que os frutos sob tela foram colhidos no mesmo dia que aqueles em céu aberto, ficando evidentes as diferenças entre ambientes. Isto ocorreu porque frutos sob tela são colhidos depois que frutos em céu aberto, devido ao atraso na maturação nesse ambiente (Solomakhin & Blanke, 2010b; Jakopic *et al.*, 2007; Iglesias & Alegre, 2006; Stampar *et al.*, 2002). Além disso, nos trabalhos de Amarante *et al.* (2009), Amarante *et al.* (2007) e de Leite *et al.* (2002) a determinação da cor dos frutos foi realizada por meio de análise visual subjetiva, e por meio de valores de brilho (L) e ângulo Hue, avaliando a cor dos frutos em dois pontos: nas áreas com maior e menor intensidade de coloração vermelha. Neste trabalho a cor foi medida por meio do colorímetro e em um ponto apenas do fruto, escolhido aleatoriamente, sem definição do ponto mais ou menos avermelhado. A cultivar de macieira, o momento e o método de determinação da cor dos frutos podem influenciar na interpretação dos resultados.

O ângulo Hue (tonalidade), o índice de cor e o chroma (intensidade cor) não apresentaram diferenças significativas entre ambientes, nos dois ciclos avaliados (Tabela 16 e 17). Portanto, os resultados destas variáveis também indicam que a tela antigranizo não influenciou a coloração dos frutos, corroborando com as pequenas alterações microclimáticas observadas sob tela.

TABELA 16. Indicadores da coloração de frutos ângulo Hue ($^{\circ}$ h) ou de cor, índice de cor (IC) e chroma em frutos de macieira 'Royal Gala' nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Coloração ($^{\circ}$ h)			Índice de cor (IC)			Chroma		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	33,8	38,3	36,1A	1,5	1,2	1,4A	38,6	38,1	38,4A
Sob tela	32,6	34,9	33,8A	1,2	1,2	1,2A	36,9	38,5	37,7A
Média	33,2a	36,6a		1,4a	1,2a		37,8a	38,3a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	37,8	40,0	38,9A	1,4	1,3	1,4A	43,9	43,6	43,8A
Sob tela	39,7	40,8	40,3A	1,2	1,1	1,2A	43,1	40,8	42,0A
Média	38,8a	40,4a		1,3a	1,2a		43,5a	42,2a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	36,6	28,6	32,6	1,4	1,4	1,4	38,2	40,0	39,1
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
 - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

TABELA 17. Indicadores da coloração de frutos ângulo Hue ($^{\circ}$ h) ou de cor, índice de cor (IC) e chroma em frutos de macieira 'Fuji Suprema' nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Coloração ($^{\circ}$ h)			Índice de cor (IC)			Chroma		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	34,8	31,2	33,0A	0,7	0,4	0,6A	31,4	33,5	32,5A
Sob tela	41,6	33,0	37,3A	0,9	0,8	0,9A	34,5	34,5	34,5A
Média	38,2a	32,1a		0,8a	0,6a		33,0a	34,0a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	50,1	61,3	55,7A	0,9	0,6	0,8A	36,7	37,1	36,9A
Sob tela	49,5	54,9	52,2A	0,9	0,6	0,8A	33,4	32,5	33,0A
Média	49,8b	58,1a		0,9a	0,6a		35,1a	34,8a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	28,9	23,4	26,2	0,7	0,6	0,7	31,6	31,1	31,4
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
 - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

O valor comercial dos frutos da macieira é determinado pela aparência, qualidades organolépticas, capacidade de conservação e resistência à manipulação (Tsuneta & Hauagge, 1988). Dentre esses requisitos o tamanho e o formato de fruto são importantes para definir o valor comercial. Para os consumidores de maçã o formato tronco-cônico é preferido ao achatado (Almeida & Alves, 2006). Os diâmetros longitudinal e equatorial de frutos 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' não diferiram entre os estratos superior e inferior do dossel, nos três ciclos avaliados (Tabelas 18 e 19).

TABELA 18. Diâmetros longitudinal e transversal (cm) e índice de forma (IF) de frutos de macieira ‘Royal Gala’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Diâmetro longitudinal			Diâmetro transversal			Índice de forma (IF)		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	6,60	6,55	6,58A	5,98	5,87	5,93A	0,91	0,90	0,91A
Sob tela	6,20	6,45	6,33B	5,67	5,85	5,76A	0,91	0,91	0,91A
Média	6,40a	6,50a		5,83a	5,86a		0,91a	0,91a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	6,99	7,00	7,00A	6,72	6,73	6,73A	0,96	0,96	0,96A
Sob tela	6,83	6,75	6,79B	6,37	6,34	6,36A	0,93	0,94	0,94A
Média	6,91a	6,88a		6,55a	6,54a		0,95a	0,95a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	6,43	6,91	6,67	6,92	6,91	6,92	0,93	1,00	0,97
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
 - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

Entre ambientes verificou-se maior diâmetro longitudinal de frutos de ‘Royal Gala’ em céu aberto que sob tela (Tabela 18). No entanto, nos frutos da cultivar ‘Fuji Suprema’ observou-se que os diâmetros não diferiram significativamente entre ambientes, embora com tendência de serem maiores sob tela, em 2008/2009, e em céu aberto, em 2009/2010 (Tabela 19). Segundo Argenta (2006), vários são os fatores que influenciam o crescimento e o tamanho dos frutos, tais como genética, clima e condições do período de floração, sendo estas influenciadas pela localização e finalidade das gemas, pelo tipo de estrutura vegetativa (lamburda ou brindila) e pela divisão e expansão celular, quantidade de frutos por unidade de área foliar, número de sementes por fruto, distribuição e posição dos frutos

na planta, suprimento de água e nutrientes e a idade da planta. Sendo assim, verifica-se que, associado ao efeito da tela antigranizo, outros fatores podem estar definindo o tamanho dos frutos. Stampar *et al.* (2002) concluíram que a qualidade interna dos frutos é mais influenciada pelas condições meteorológicas de cada ano e pela carga de frutos por planta que pelo uso de tela antigranizo.

TABELA 19. Diâmetros longitudinal e transversal (cm) e índice de forma (IF) de frutos de macieira ‘Fuji Suprema’ nos estratos superior (Sup.) e inferior (Inf.) do dossel em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Diâmetro longitudinal			Diâmetro transversal			Índice de forma (IF)		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
Ciclo 2008/2009									
Céu aberto	5,55	5,73	5,62A	6,95	7,21	7,08A	0,80	0,79	0,80A
Sob tela	6,04	6,08	6,06A	7,41	7,53	7,47A	0,82	0,81	0,82A
Média	5,80a	5,91a		7,18a	7,37a		0,81a	0,80a	
Ciclo 2009/2010									
Céu aberto	6,27	6,52	6,40A	7,63	7,70	7,67A	0,82	0,85	0,84A
Sob tela	6,16	6,10	6,13A	7,27	7,30	7,29A	0,85	0,83	0,84A
Média	6,22a	6,31a		7,45a	7,50a		0,84a	0,84a	
Ciclo 2010/2011									
Céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sob tela	5,92	5,93	5,93	7,22	7,15	7,19	0,82	0,83	0,83
Média	-	-		-	-		-	-	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
 - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

O formato dos frutos das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ não diferiu entre estratos, nos três ciclos avaliados. Entre ambientes também não houve diferenças, sendo que valores próximos de 1,0 indicam que frutos de ‘Royal Gala’ têm formato arredondado

(Tabela 18), enquanto que frutos de ‘Fuji Suprema’, com valores mais distantes de 1,0, têm formato mais achatado (Tabela 19).

4.6 Análise sensorial

A análise sensorial é definida como o exame das características organolépticas de um produto pelos órgãos dos sentidos. Portanto, este exame utiliza como “instrumentos” de medição os sentidos da visão, olfato, tato e paladar, a fim de avaliar e quantificar características de alimentos. A análise sensorial de alimentos é utilizada, principalmente, no desenvolvimento de produtos alimentícios, no caso de um produto totalmente novo, ou para modificar e aperfeiçoar um produto já existente no mercado. Também, é utilizada para estudo de vida de prateleira, determinação de diferenças e similaridades entre dois produtos obtidos por métodos diferentes e para melhoria da qualidade (Dutcosky, 2011).

As características físico-químicas das maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ nos diferentes ambientes, através da análise sensorial, podem ser visualizadas na Figura 52 e na Tabela 20. Os frutos foram colhidos em momentos diferentes devido ao atraso da maturação daqueles frutos sob tela e por isso foram armazenados em câmara fria, por um período inferior a 50 dias, que não interferiu nas características dos frutos (Tabela 20). Os frutos de ‘Royal Gala’ em céu aberto estavam mais avermelhados, com maior acidez, firmeza de polpa e massa de fruto, e menor teor de sólidos solúveis totais que aqueles sob tela, sendo que o tamanho de fruto não diferiu entre ambientes.

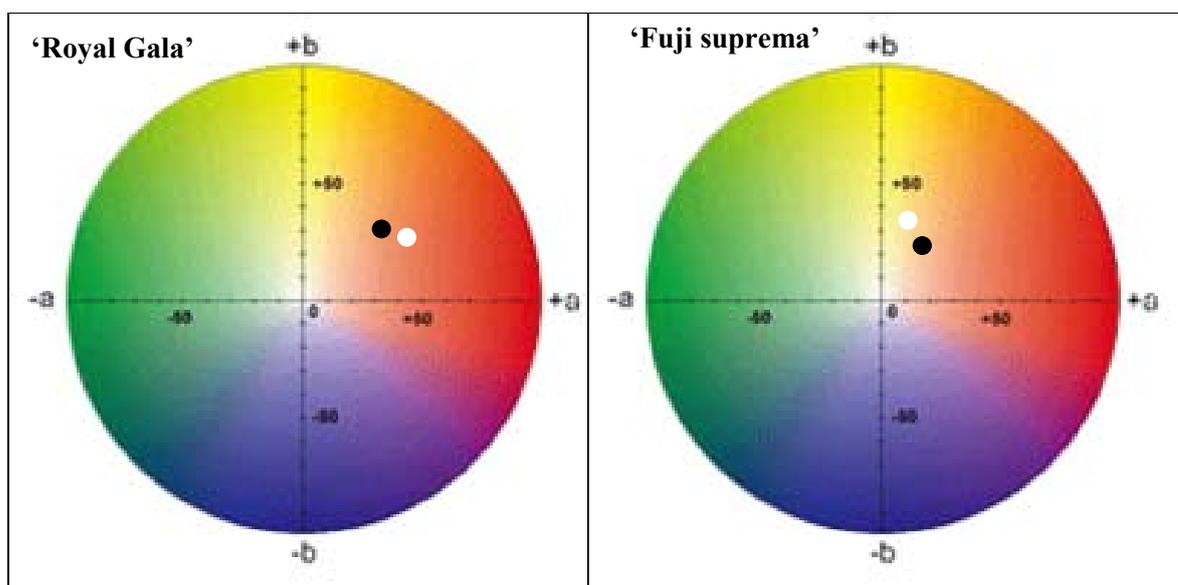


FIGURA 52. Diagrama de cores de maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ produzidas sob tela antigranizo (círculo preto) e em céu aberto (círculo branco) no ciclo 2009/2010, que foram submetidos à análise sensorial. Vacaria, RS.

TABELA 20. Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa, ângulo Hue, chroma, diâmetro longitudinal, massa unitária de maçãs produzidas em céu aberto (CA) e sob tela antigranizo (TA) e número dias de armazenagem em câmara fria até a análise sensorial. Vacaria, RS, 2009/2010.

Características físico-químicas	‘Royal Gala’		‘Fuji Suprema’	
	CA	TA	CA	TA
ATT (meq. ác. Málico/100mL)	4,1	3,4	4,1	3,7
SST (°Brix)	13,0	14,0	16,0	15,0
Firmeza de polpa (N)	69,2	60,6	63,5	63,0
Hue (°)	28,9	32,8	54,2	48,0
Chroma	46,6	45,4	36,9	34,4
Diâmetro longitudinal (cm)	7,12	6,96	7,34	7,77
Massa fruto (g)	177,5	159,5	221,0	195,4
Dias na câmara fria	49	35	34	21

Mesmo com diferenças nas características físico-químicas avaliadas em laboratório, os atributos de aparência, cor da casca, sabor doce, sabor ácido e aceitação global não diferiram significativamente entre frutos produzidos em céu aberto e sob tela antigranizo. De acordo com a Tabela 21, os valores de F (análise de variância) obtidos em amostras

foram menores que F crítico para todos os atributos avaliados, indicando que não houve diferenças significativas entre as amostras de frutos.

TABELA 21. Análise de variância para atributos sensoriais de maçãs ‘Royal Gala’ produzidas sob tela antigranizo e em céu aberto, no ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Fonte de variação	GL	QM	F _{calculado}	Probab. (p)	F _{crítico}
<i>Atributo visual (aparência)</i>					
Provadores	33	3,77	2,23	0,012	1,788
Amostras	1	2,12	1,253	0,271	4,139
Erro	33	1,69			
Total	67				
<i>Atributo visual (cor da casca)</i>					
Provadores	33	2,84	1,25	0,265	1,788
Amostras	1	3,76	1,655	0,207	4,139
Erro	33	2,28			
Total	67				
<i>Atributo gustativo (sabor doce)</i>					
Provadores	33	2,131	1,780	0,051	1,788
Amostras	1	0,0141	0,012	0,912	4,139
Erro	33	1,19			
Total	67				
<i>Atributo gustativo (sabor ácido)</i>					
Provadores	33	4,65	1,96	0,0282	1,788
Amostras	1	2,88	1,22	0,278	4,139
Erro	33	2,37			
Total	67				
<i>Atributo aceitação global</i>					
Provadores	33	2,26	1,959	0,028	1,788
Amostras	1	2,48	2,157	0,151	4,139
Erro	33	1,15			
Total	67				

GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F_{calculado} > F_{crítico} = existe diferença significativa entre ambientes

Os frutos de ‘Fuji Suprema’ produzidos em céu aberto estavam menos avermelhados, tinham maior acidez, teor de sólidos solúveis totais e massa que aqueles produzidos sob tela antigranizo. Porém, a firmeza de polpa não diferiu entre ambientes e o tamanho de frutos foi menor em maçãs produzidas em céu aberto (Figura 52, Tabela 20).

Portanto, houve diferenças nas características físico-químicas, dentre as quais a cor de fruto, que influenciaram a análise sensorial. Os atributos de aparência e cor da casca foram considerados melhores para maçãs ‘Fuji Suprema’ produzidas sob tela antigranizo (Tabela 22), em função dos frutos serem mais avermelhados, conforme verificado no diagrama de cores (Figura 52). O sabor doce, sabor ácido e a aceitação global de frutos foram não diferiram significativamente entre ambientes (Tabela 22).

TABELA 22. Análise de variância para atributos sensoriais de maçãs ‘Fuji Suprema’ produzidas sob tela antigranizo e em céu aberto, no ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Fonte de variação	GL	QM	F _{calculado}	Probab. (p)	F _{crítico}
<i>Atributo visual (aparência)</i>					
Provadores	31	2,44	1,58	0,11	1,82
Amostras	1	8,27	5,32	0,03	4,16
Erro	31	1,56			
Total	63				
<i>Atributo visual (cor da casca)</i>					
Provadores	31	3,45	1,73	0,07	1,827
Amostras	1	16	8,0	0,009	4,16
Erro	31	2			
Total	63				
<i>Atributo gustativo (sabor doce)</i>					
Provadores	31	1,25	1,61	0,09	1,82
Amostras	1	1	1,29	0,26	4,16
Erro	31	0,77			
Total	63				
<i>Atributo gustativo (sabor ácido)</i>					
Provadores	31	2,39	0,91	0,60	1,82
Amostras	1	1	0,38	0,54	4,16
Erro	31	2,61			
Total	63				
<i>Atributo aceitação global</i>					
Provadores	31	1,54	1,30	0,24	1,824
Amostras	1	0,77	0,65	0,43	4,16
Erro	31	1,187			
Total	63				

GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F_{calculado} > F_{crítico} = existe diferença significativa entre ambientes

4.7 Rendimento e componentes do rendimento

No ciclo 2008/2009, verificou-se maior número de frutos por planta para ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo, porém com menor massa de frutos, embora as diferenças tenham sido significativas apenas para ‘Royal Gala’. O rendimento de frutos foi maior sob tela para ‘Royal Gala’ e não diferiu entre ambientes para ‘Fuji Suprema’ (Tabelas 23 e 24). No ciclo 2009/2010, os componentes do rendimento de frutos avaliados não diferiram entre ambientes para as duas cultivares (Tabelas 23 e 24). No ciclo 2010/2011 ocorreu granizo na área experimental, que provocou perda total de produção de frutos *in natura* no pomar em céu aberto.

TABELA 23. Número de frutos por planta, massa média de fruto e rendimento de frutos de macieira ‘Royal Gala’ em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Nº frutos por planta	Massa de fruto (g)	Rendimento (t ha ⁻¹)
Ciclo 2008/2009			
Céu aberto	150B	137,9A	59,3B
Sob tela	231A	123,8B	90,0A
Média	191	130,9	74,7
Ciclo 2009/2010			
Céu aberto	66A	161,1A	30,9A
Sob tela	84A	142,8A	36,2A
Média	75	152,0	33,6
Ciclo 2010/2011			
Céu aberto	-	-	-
Sob tela	211	157,3	95,2
Média	-	-	-

Letras maiúsculas na coluna distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

TABELA 24. Número de frutos por planta, massa média de fruto e rendimento de frutos de macieira 'Fuji Suprema' em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto nos ciclos 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Vacaria, RS.

Ambiente	Nº frutos por planta	Massa de fruto (g)	Rendimento (t ha ⁻¹)
Ciclo 2008/2009			
Céu aberto	116A	180,3A	59,7A
Sob tela	147A	169,4A	62,0A
Média	132	174,9	60,9
Ciclo 2009/2010			
Céu aberto	46A	200,8A	26,7A
Sob tela	78A	177,7A	41,2A
Média	62	189,3	34,0
Ciclo 2010/2011			
Céu aberto	-	-	-
Sob tela	235	165,3	111,9
Média	-	-	-

Letras maiúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). - indica que não há dados devido à perda total de produção em céu aberto pela incidência de granizo.

O número, massa e o rendimento de frutos foram inferiores no ciclo de 2009/2010 em relação à 2008/2009. No ciclo 2009/2010, observou-se menor número de frutos, porém, incremento da massa de cada fruto (Tabelas 23 e 24). A variação observada no rendimento de frutos é um indício de que a produção do ciclo 2008/2009 pode ter influenciado a produção de 2009/2010, considerando que a macieira está entre as espécies mais suscetíveis à alternância de produção (Fachinello *et al.*, 1996). Stampar *et al.* (2002) verificaram aumento do rendimento de frutos sob tela preta em relação a céu aberto em um ciclo produtivo, sendo que o rendimento de frutos não diferiu entre ambientes no ciclo seguinte. Esses autores destacaram a necessidade de analisar as condições meteorológicas e culturais do pomar do ano anterior para avaliar o rendimento do ano estudado. Caprio & Quamme (1999) destacaram que a produção de maçãs está associada às condições meteorológicas do período de iniciação das gemas florais, que ocorre no verão que antecipa cada ciclo de produção. As causas e a intensidade da alternância de produção

ainda não são bem conhecidas. No entanto, alguns autores atribuem este efeito às condições meteorológicas (Caprio & Quamme, 1999), ao número de frutos e ao tempo que estes permanecem nas plantas após a maturação. A alternância também pode estar relacionada ao excesso de giberelinas produzidas pela semente, as quais interferem na diferenciação das gemas floríferas para o ciclo seguinte (Fachinello *et al.*, 1996).

No verão do ciclo de 2008/2009 ocorreu indução e a iniciação das gemas reprodutivas do ciclo 2009/2010, sendo que as condições meteorológicas de 2008/2009 se caracterizaram por incidência de radiação solar superior àquela ocorrida em 2009/2010. As temperaturas do ar médias mensais máximas e mínimas não diferiram entre os ciclos, sendo de 25 °C a temperatura máxima e 13 °C a mínima. Segundo Tromp (1976) citado por Caprio & Quamme (1999), temperaturas entre 25 °C e 27 °C durante o dia e entre 9 °C e 13 °C durante a noite, além de períodos longos sem precipitação pluvial, podem reduzir a formação das gemas reprodutivas. Verificou-se que, no ciclo 2008/2009, ocorreu precipitação pluvial abaixo da normal climatológica e foi necessária irrigação do pomar durante o verão, visando evitar déficit hídrico. Portanto, é provável, que mesmo assim, possa ter ocorrido déficit hídrico no período de diferenciação das gemas reprodutivas, suficiente para comprometer a iniciação e diferenciação de gemas.

Outro fator que pode ter contribuído para diferenças de número de frutos e rendimento de frutos entre os ciclos foi o raleio, que não foi realizado em 2008/2009, mas foi realizado em 2009/2010. O raleio é uma prática que tem como finalidade ajustar o número de frutos em relação à área foliar, aumentando o tamanho dos frutos e evitando que a planta esgote suas reservas, que prejudicaria a formação de gemas floríferas para o ano seguinte (Camilo & Pereira, 2006). Portanto, como não foi realizado raleio no ciclo 2008/2009, o número de frutos e o rendimento de frutos do pomar foi maior que em 2009/2010, mesmo com frutos de menor calibre.

4.8 Ocorrência de granizo

No período de setembro de 2008 a maio de 2011 ocorreram sete precipitações de granizo no pomar Ferrovia da Empresa Agropecuária Schio, onde foi conduzido o presente estudo (Tabela 25). No entanto, apenas duas delas atingiram as quadras experimentais (em 15/12/2008 e 24/11/2010). A primeira precipitação de granizo foi considerada um evento fraco, sem perdas na produção. Porém, a segunda foi considerada como evento forte, provocando danos severos em ramos, folhas e frutos no pomar em céu aberto.

TABELA 25. Datas de ocorrência de granizo no pomar Ferrovia da Empresa Agropecuária Schio, com respectiva porcentagem de perdas de produção. Vacaria, RS.

Intensidade/Anos	Sem perda	10 a 20% de perda	Mais de 50% de perda
2008	15 Dezembro*	-	-
2009	-	15 Março	16 e 25 Janeiro
2010	05 Março	-	24* e 28 Novembro
2011	-	-	-

*Precipitações de granizo que atingiram as quadras experimentais

A precipitação de granizo ocorrida em 24/11/2010 foi provocada por intensas áreas de instabilidade, que influenciaram o tempo nos estados da região Sul, durante o mês de novembro de 2010. Na previsão do tempo para o dia 24/11/2010 observou-se a seguinte descrição (CPTEC/INPE, 2011a): *“Hoje (24/11) o deslocamento de um outro cavado em nível médio, também um escoamento difluente em altitude e o padrão termodinâmico, favorecerão instabilidade para o sul do Brasil. Esta instabilidade virá de oeste e será significativa, inclusive na faixa norte do RS e serras de SC há condição para queda de granizo.”*

As imagens de satélite desse dia demonstram condições meteorológicas favoráveis à queda de granizo. Sobre Vacaria, formaram-se nuvens de grande desenvolvimento vertical, identificadas por temperaturas abaixo de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 53).

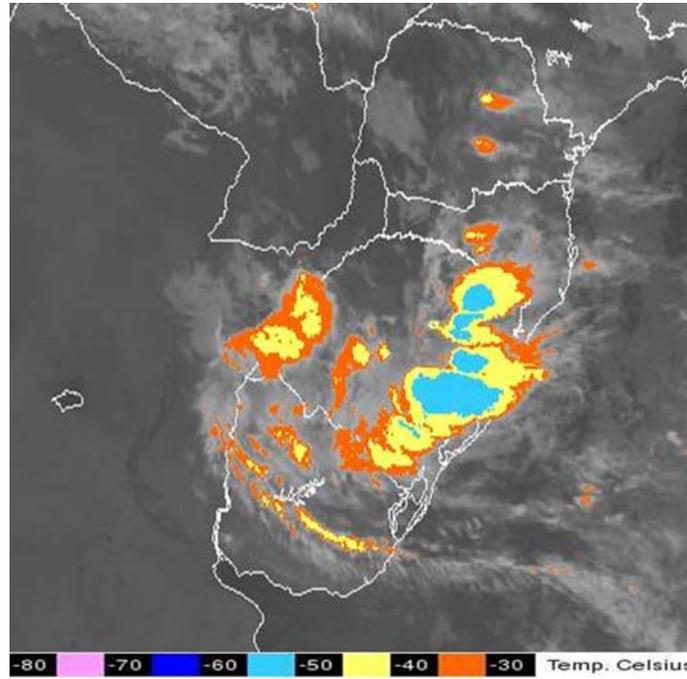


FIGURA 53. Imagem realçada do satélite GOES 1 do dia 24/11/2010, às 6 horas horário local. Fonte: CPTEC/INPE, 2011b.

No Boletim Agroclimatológico de novembro de 2010, está descrito que cinco frentes frias atuaram sobre a região Sul, com deslocamento muito rápido, especialmente no Rio Grande do Sul. Porém, nesse boletim encontra-se descrito que, no dia 24/11/2010, áreas de instabilidade se formaram e ocasionaram queda de granizo apenas em Chapecó, SC (INMET, 2010). Isto indica que a ocorrência de granizo no Pomar Ferrovia, em Vacaria, RS, foi um evento de pequena abrangência, característico de tempestades desse tipo. Segundo Cunha *et al.* (2001) precipitações de granizo, normalmente, ocorrem durante um tempo menor que precipitações pluviais e atingem áreas entre 8 e 16 km.

Avaliações de incidência e danos provocados por granizo foram feitas no dia 11/01/2011. A incidência de danos por granizo foi observada em ramos, folhas e frutos (Figura 54). Em céu aberto, a incidência foi de 99% para ‘Royal Gala’ e de 97% para ‘Fuji

Suprema'. Sob tela antigranizo, também foi verificada incidência de danos, sendo de 54% para 'Royal Gala' e de 25% para 'Fuji Suprema'. Os danos observados em frutos sob tela podem ser atribuídos à passagem do granizo pelas aberturas existentes nas entrelinhas do pomar, associadas à ocorrência de vento. Diante disso, supõe-se que a forma de instalação da tela antigranizo sobre o pomar de macieira não é a mais adequada, necessitando melhorias nos sistemas de implantação das coberturas para minimizar a possibilidade de danos aos frutos, diante da ocorrência de precipitações intensas de granizo.

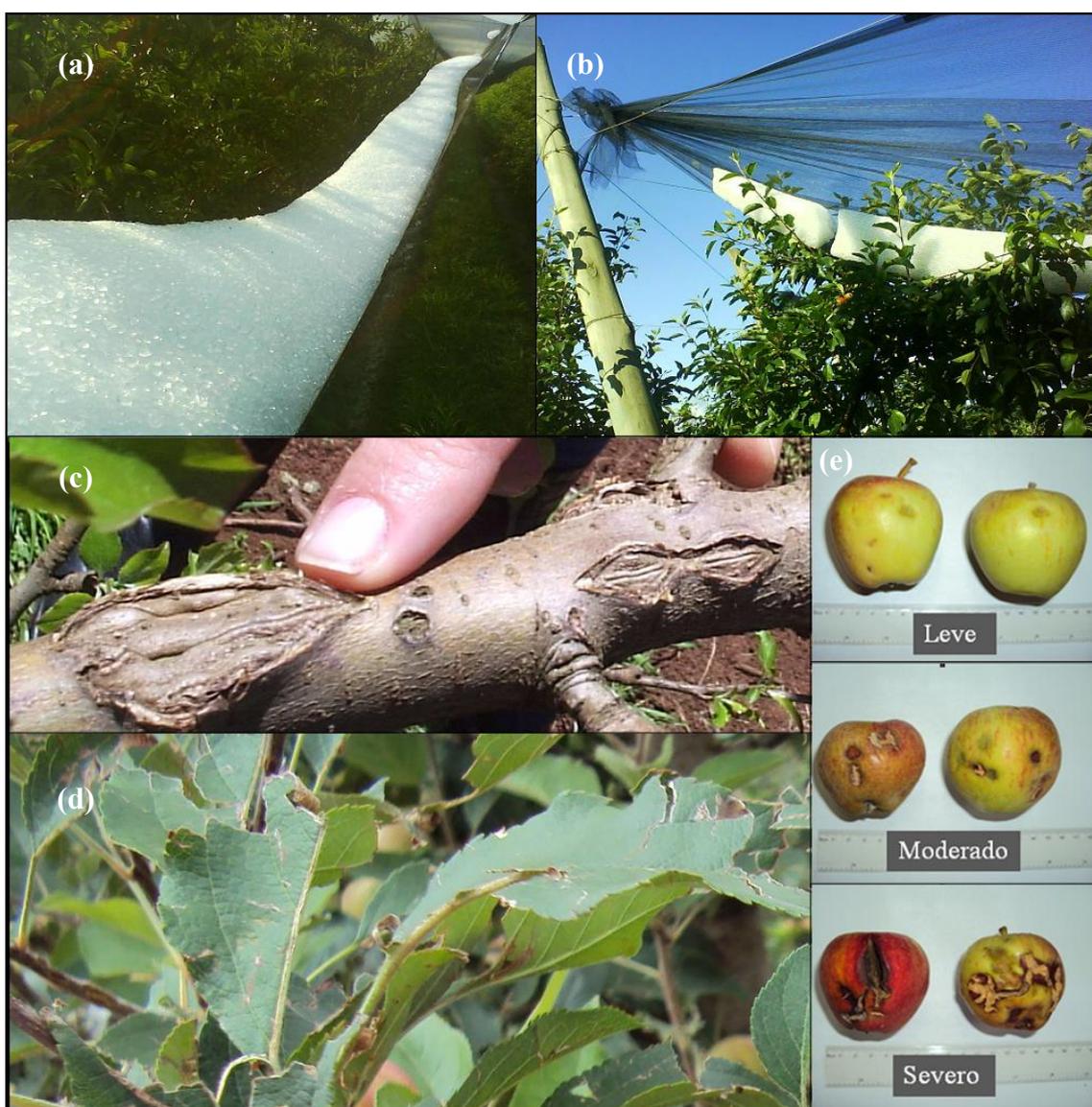


FIGURA 54. Detalhes do granizo acumulado sobre a tela (a e b) e danos provocados pelo granizo em ramos (c), folhas (d) e frutos (e) em pomar de macieiras 'Royal Gala' em céu aberto. Vacaria, RS, 2010.

O número de folhas danificadas foi 95% maior em céu aberto que sob tela, mas não houve diferença significativa de danos entre estratos do dossel. Devido aos danos nas folhas a área foliar média diminuiu, sendo 32% menor em céu aberto que sob tela antigranizo (Tabela 26).

TABELA 26. Número folhas danificadas por granizo nos estratos superior e inferior do dossel e área foliar média (AF) em macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ em pomar sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS, 2010.

Ambiente	Número de folhas danificadas			AF
	Superior	Inferior	Média	
‘Royal Gala’				
Céu aberto	1124	1096	1110A	19,9 B
Sob tela	43	66	55B	27,9 A
Média	583,5a	581a		23,9
‘Fuji Suprema’				
Céu aberto	1127	1560	1344A	18,9 B
Sob tela	51	104	78B	29,2 A
Média	589a	832a		24,1

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na análise de severidade dos danos em frutos, tanto para ‘Royal Gala’ quanto para ‘Fuji Suprema’, observou-se em céu aberto maior percentual de danos de frutos nos níveis moderado e severo. No entanto, sob tela antigranizo a quase totalidade dos danos foi leve (Tabela 27). Cabe destacar que frutos com danos leves são considerados frutos com defeitos e são classificados em categorias de qualidade inferior em relação aqueles frutos sem defeito (Petri *et al.*, 2006b).

Entre estratos do dossel, os danos de nível severo foram maiores no estrato superior das plantas, no ambiente em céu aberto. No entanto, sob tela antigranizo os danos de nível leve foram encontrados em maior proporção no estrato inferior das plantas.

Os danos em frutos sob tela não reduziram a produção para destino *in natura*. No entanto, no pomar em céu aberto, todos os frutos foram danificados e utilizados somente para indústria de sucos, comprometendo toda sua produção do ciclo 2010/2011. Como hipótese, é possível que os danos verificados nas plantas possam afetar a vida útil das mesmas e as produções dos anos seguintes.

TABELA 27. Severidade de danos em frutos provocada por granizo em pomar de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto. Vacaria, RS, 2010.

Ambiente	Leve			Moderado			Severo		
	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média	Sup.	Inf.	Média
‘Royal Gala’									
Céu aberto	10	28	19B	44	54	49A	46	18	32A
Sob tela	41	64	53A	0	4	2B	0	0	0B
Média	26a	46a		22a	29a		23a	9b	
‘Fuji Suprema’									
Céu aberto	16	29	23A	48	40	44A	36	14	25A
Sob tela	19	25	22A	0	6	3B	0	0	0B
Média	18a	27a		24a	23a		18a	7b	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

5 CONCLUSÕES

Em pomar de macieira a cobertura por tela antigranizo reduz a radiação fotossinteticamente ativa incidente, interceptada, absorvida, transmitida e refletida pelo dossel.

A composição espectral da radiação solar que passa pela tela e incide sobre o estrato superior do dossel não é alterada.

A cobertura por tela antigranizo promove redução da velocidade do vento ao nível do estrato superior de pomar de macieiras conduzidas em líder central.

Na média do ciclo vegetativo, a evapotranspiração de referência ao nível do topo das plantas não é alterada pela presença da tela sobre pomar de macieira.

Em condições de alta demanda evaporativa atmosférica, a evapotranspiração de referência é menor sob tela antigranizo que em céu aberto.

A cobertura por tela antigranizo não altera as temperaturas do ar média, mínima e máxima e a umidade do ar ao nível do microclima do pomar. A tela, também, não altera a precipitação pluvial sobre o dossel de plantas.

A redução da radiação solar causada pela cobertura antigranizo retarda a maturação de frutos e, conseqüentemente, prolonga o ciclo vegetativo de macieiras.

A cobertura por tela antigranizo promove aumento na estatura de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’.

A cobertura por tela antigranizo modifica a distribuição da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em pomar de macieira, sem, contudo, alterar a eficiência de interceptação de RFA pelo dossel.

O uso de tela antigranizo sobre macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ não influencia o potencial da água, a taxa fotossintética e a estrutura anatômica de folhas. Por outro lado, estudos mais detalhados são necessários com relação a esses parâmetros que expressam relações hídricas entre plantas e ambiente.

A cobertura por tela antigranizo não reduz o rendimento de frutos de macieira ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’.

A redução da radiação solar sob tela não promove alterações na razão entre sólidos solúveis totais e acidez titulável, assim como na coloração de maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’. Para as mesmas cultivares, características organolépticas de maçãs não são alteradas pelo uso de tela antigranizo sobre pomares.

A cobertura de pomares por tela antigranizo promove proteção de macieiras à precipitação de granizo, assegurando a produção dos frutos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAPOMI - Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã. **Dados estatísticos**. 2011. Disponível em: <<http://www.agapomi.com.br/dadosestatisticos.php>>. Acesso em: 20 set. 2011.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 301p. Irrigation and Drainage Paper, 56.

ALMEIDA, G. V. B.; ALVES, A. A. Mercado de maçã: situação atual, ameaças, oportunidades e estratégias para o futuro. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2006, São Joaquim, SC. **Resumos...** São Joaquim: Epagri, 2006. p. 56-65. v. 1.

ALVES DE BRITO, C. J. F., ALQUINI, Y. A new method for staining botanical material embedded in glycol methacrylate. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 949-951, 1996.

AMAP - Associação de Produtores de Maçã e Pêra de Santa Catarina. **Número de produtores associados**. 2011. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br/portugues/abpm/associados/associacaosaojoaquim.htm>>. Acesso em: 20 set. 2011.

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

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

ANDRIOLO, J. L. Sistemas de produção de hortaliças. In: OLERICULTURA GERAL: princípios e técnicas. Santa Maria: UFSM, 2002. p. 63-110.

ARAKAWA O. Characteristics of colour development in some apple cultivars: changes in anthocyanin synthesis during maturation as affected by bagging and light quality. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kyoto, v. 57, n. 3, p. 373-380, 1988.

ARAKAWA O. Effect of temperature on anthocyanin accumulation in apple fruit as affected by cultivar, stage of fruit ripening and bagging. **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 66, n. 6, p.763-768, 1991.

- ARGENTA, L. C. Fisiologia pós-colheita: maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 691-732.
- ARJONA, C.; RODRÍGUEZ, M. E.; PODESTÁ, L. La tela antigranizo en la maduración de ciruelas japonesas (*Prunus salicina* Lindl.). **Revista FCA UNCuyo**, Mendoza, v. 34, n. 1, p. 99-108, 2002.
- ARNOTT, H.J. Leaf clearings. **Turttox News**, Chicago, v. 37, n. 8, p. 192-194, 1959.
- ASHTON, P. M. S.; BERLYN, G. P. Leaf adaptation of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, Cambridge, v. 121, n. 4, p. 587-596, 1992.
- AWAD, M. A.; WAGENMAKERS, P. S.; JAGER, A. Effects of light on flavanoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 88, n. 1-4, p. 289-298, 2001.
- BARTLEY, I. M.; KNEE, M. The chemistry of textural changes in fruit during storage. **Food Chemistry**, London, v. 9, n. 1-2, p. 47-58, 1982.
- BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. cap.17, p. 609-636.
- BEREZUK, A. G. Eventos extremos: estudo da chuva de granizo de 21 de abril de 2008 na cidade de Maringá-PR. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 153-164, 2009.
- BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H. (Org.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. p. 25-32.
- BERGONCI, J. I. et al. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, 2000.
- BERLATO, M. A.; MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Risco de ocorrência de granizo no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 121-132, 2000.
- BIANCHI, C. A. M. et al. Ajuste osmótico em milho cultivado em diferentes sistemas de manejo de solo e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 645-651, 2005.
- BONETI, J. I. S.; CESA, J. D.; PETRI, J. L.; BLEICHER, J. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006a. p. 37-57.
- BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; BLEICHER, J. Doenças da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006b. p. 527-608.
- BRANDT, M. Notas sobre a detecção e a prevenção do granizo nos pomares de maçã do município de Fraiburgo - SC. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro, v. 4, n. 2, p. 83-95, 2006.

BROUGH, D. W.; JONES, H. G.; GRACE, J. Diurnal changes in water content of the stems of apple trees as influenced by irrigation. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 9, n. 1, p.1-8, 1986.

BURGO, M. N. **Caracterização espacial de riscos na agricultura e implicações para o desenvolvimento de instrumentos para seu gerenciamento**. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BURIOL, G. A. et al. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.

CAMILO, A. P.; PEREIRA, A. J. Raleio de frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 419-461.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 113-168.

CAPRIO, J. M.; QUAMME, H. A. Weather conditions associated with Apple production in the Okanagan Valley of British Columbia. **Canadian Journal of plant Science**, Ottawa, v. 79, n. 1, p. 129-137, 1999.

CARDOSO, L. S. **Alterações microclimáticas em vinhedos de *Vitis vinífera* L. cv. Moscato Giallo pelo uso de cobertura plástica**. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CARDOSO, L. S. et al. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 441-447, 2008.

CARDOSO, L. S. et al. Padrões de interceptação de radiação solar em vinhedos com e sem cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 161-171, 2010.

CARDOSO, L. S. **Modelagem aplicada à fenologia de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ no sul do Brasil**. 2011. 166 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CERMEÑO, Z. S. **Cultivo de plantas hortícolas em estufa**. Litexa-Portugal: Ed. Lisboa, 1993. 366p.

CHAVARRIA, G. et al. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 477-482, 2007.

CHAVARRIA, G. **Ecofisiologia e fitotecnia do cultivo protegido de videiras cv. Moscato Giallo (*Vitis vinifera* L.)**. 136 f. 2008. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

- CHAVARRIA, G. et al. Potencial produtivo de videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 141-147, 2009.
- CIE - Commission Internationale de l'Eclairage. **Colorimetry**. Vienna: Publication CIE n.15.2, 1986.
- CNM - Conselho Nacional de Municípios. **Desastres naturais no Brasil**: estudo técnico. 2010. Disponível em: <<http://portal.cnm.org.br/>>. Acesso em: 23 nov. 2010.
- COLL, F.; FERNANDEZ, M.; PAPASEIT, P. Algunos los llaman plasticultivos. **Horticultura**, San Javier, Espanha, v. 15, n. 1 (110), p. 25-29, 1996.
- CONCEIÇÃO, M. A. F.; MARIN, F. R. Condições microclimáticas em um parreiral irrigado coberto com tela plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 423-431, 2009.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. **Microclima em vinhedo coberto com tela plástica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. p. 1-6. (Comunicado Técnico, 98).
- CONCEIÇÃO, M. A. F. et al. Demanda hídrica e coeficientes de cultura (Kc) para macieiras em Vacaria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 459-462, 2011.
- CORRADI, C. di. La difficile scelta tra assicurazione, reti antigrandine o fondo aziendale. **Terra e Vita – Tecnica e tecnologia**, Milão, n. 34, p. 58-61, 2008.
- CPTEC/INPE. **Análise Sinótica 24/11/2010**. 2011a. Disponível em: <http://pituna.cptec.inpe.br/repositorio5/goes12/goes12_web/su_realcada_alta/2010/11/S11219794_20101124_0800.jpg>. Acesso em: 03 out. 2011.
- CPTEC/INPE. **Banco de Dados de Imagens**. 2011b. Disponível em: <<http://tempo1.cptec.inpe.br/boletimTecnico/faces/impressao.jsp?idBoletim=1168>>. Acesso em: 03 out. 2011.
- CRETÉ, X. Filets paragrêle, des incidences sur la qualité. **Fruits et legumes**, Agen, n. 191, p. 61-63, 2000.
- CUNHA, G. R.; SCHEEREN, P. L.; SILVA, M. S. **Granizo e cereais de inverno no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001, 24 p.
- DENARDI, F. Porta-enxertos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 169-227.
- DINIZ, G. et al. Identificação de regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 303-312, 2003.
- DUAN, J. J.; WEBER, D. C.; DORN, S. Flight behavior of pre- and postdiapause apple blossom weevils in relation to ambient temperature. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 88, n. 1, p. 97-99, 1998.

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

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p. (Coleção Exatas, 4).

EPAGRI. **A Cultura da Macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. 743 p.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura**: fundamentos e práticas. Pelotas: UFPEL, 1996. 311 p.

FAO. **Statistical databases**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 17 set. 2011.

FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. **Apples**: botany, production and uses. Wallingford: CABI, 2003. 660 p.

FERREIRA, M. A. et al. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira ‘Cabernet Sauvignon’ sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 439-445, 2004.

FIORAVANÇO, J. C. et al. **Cultura da macieira no Rio Grande do Sul**: análise situacional e descrição varietal. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010a. (Série Documentos, 71).

FIORAVANÇO, J. C. et al. **Condições Meteorológicas e sua Influência na Safra de Maçã 2009/2010 na Região de Vacaria, RS**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010b. (Comunicado Técnico, 100).

FITTER, A. H.; HAY R. K. **Environmental physiology of plants**. 2. ed. Londres: Academic Press, 1987. 367 p.

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

FRUTIPAR - Associação dos Fruticultores do Paraná. **Número de produtores associados**. 2011. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br/portugues/abpm/associados/frutipar.htm>>. Acesso em: 20 set. 2011.

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

GARNAUD, J. C. Las mallas antigranizo em frutales. **Horticultura Internacional**, Reus v. 1, n. 19, p. 19-23, 1998.

GARRIZ, I. P.; COLAVITA, G. M.; ALVAREZ, H. L. Leaf characteristics and fruit growth as influenced by shade in ‘Braeburn’ apple trees. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 278, p. 437-444, 2001.

GIULIANI, R. et al. Influência dos fatores planta e ambiente na fotossíntese e transpiração em macieiras. **Tree Physiology**, Oxford, v. 17, n. 10, p. 637-645, 1997.

GLICKMAN, T. S. **Glossary of meteorology**. Boston: American Meteorological Society, 2000. 855 p.

GONÇALVES, A. L. **Efeito do sombreamento artificial contínuo no microclima, crescimento e produção da videira 'Niagara Rosada'**. 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

GOMES, P. **Diário catarinense**. 2011. Disponível em: <<http://arcadenoe.ning.com/profiles/blogs/quebra-na-safra-da-maca-chega>>. Acesso em: 17 set. 2011.

GRAPPADELLI, L. C. Light relations. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. **Apples: botany, production and uses**. Wallingford: CABI, 2003. cap. 9, p. 195-213.

GUERRERO-PRIETO, V. M. et al. Color de la manzana 'Red Delicious' bajo malla antigranizo em México. **Revista Tecnociência**, Chihuahua, v. 4, n. 1, p. 7-11, 2010.

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, n. 12, p. 974-980, 2010.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: banco de dados agregados do IBGE: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=10>. Acesso em: 17 set. 2011.

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.

INMET. **Boletim Agroclimatológico Mensal de Novembro 2010**. Brasília: Coordenação Geral de Desenvolvimento e Pesquisa, 2010, 40p.

IPAGRO. **Atlas Agroclimático do Rio Grande do Sul**. [Porto Alegre]: Instituto de Pesquisa Agropecuário, 1989.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, p.59-104, 2006.

JAKOPIC, J.; VEBERIC, R.; STAMPAR, F. The effect of reflective foil and hail nets on the lighting, color and anthocyanins of 'Fuji' apple. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 115, n. 1, 2007, p. 40-46.

JACKSON, J. E. Leaves, canopies and light interception. In: JACKSON, J. E. **Biology of apples and pears**. Cambridge: Cambridge University Press. 2003. cap. 7, p. 210-236.

JUNIPER, B. E.; WATKINS, R.; HARRIS, S. A. The origins of the apple. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 484, p. 27-34, 1998.

- KAMOTA, F. Presente y futuro del cultivo de frutales bajo invernadero em Japón. **Horticultura internacional**, Reus, v. 1, n. 15, p. 66-67, 1997.
- KATERJI, N.; HALLAIRE, M. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. **Agronomie**, Paris, v. 4, n.10, p.999-1008, 1984.
- KNUDSON, L. L.; TIBBITTS, T. W.; EDWARDS, G. E. Measurement of ozone Injury by determination of leaf chlorophyll concentration. **Plant Physiology**, Madison, v. 60, n.4, p. 606-608, 1977.
- KORBAN, S. S.; SKIRVIN, R. M. Nomenclature of the cultivated apple. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n.1, p. 177-180, 1984.
- KÜHRT, U., SAMIETZ, J., DORN, S. Plant architecture, hail nets and thermal behaviour influencing developmental rate and modelling of the codling moth. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 707. In: Proc. VIIth IS on Modelling in Fruit Research. p.197-203, 2006.
- LAKITAN, B. Empirical model for estimating leaf area in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Geneva, v.32, p.19-21, 1989.
- LAKSO, A. N., ROBBINSON, T. L., POOL, R. M. Canopy microclimate effects on patterns of fruiting and fruit development in apples and grapes. In: WRIGHT, J. C. **Manipulation of fruiting**. London: Butterworths, 1989. p. 6.
- LAKSO, A. N. Water relations of apples. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. **Apples: botany, production and uses**. Wallingford: CABI, 2003. cap. 8, p. 168-194.
- LANDSBERG, J. J.; POWELL, D. B. B.; BUTLER, D. R. Microclimate in an apple orchard. **The Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 10, n. 3, p. 881-896, 1973.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e textos, 2000. 531 p.
- 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.
- LEITE, G. B.; FINARDI, N. L.; FORTES, G. R. Propagação da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 299-333.
- LOSSO, M. Manejo do solo. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 299-333.
- LULU, J.; CASTRO, J. V.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa 'Romana' (A1105) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 422-425, 2005.
- MACHADO, J. P. et al. Comportamento da precipitação e da temperatura no Rio Grande do Sul baseado na análise de agrupamento. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 49 - 63, 2010.

MAIA, E. et al. Desenvolvimento de bananeiras cultivadas em ambiente protegido sob efeito do paclobutrazol aplicado nas folhas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 989-993, 2008.

MAIA, G. B. S. et al. Seguros agrícolas: experiências internacionais e reflexões para o caso brasileiro. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 34, p. 53-100, dez. 2010.

MALUF, J. R. T. et al. **Zoneamento agroclimático da macieira no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2011. 80 p. (Boletim FEPAGRO, 19).

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola 2009**. Brasília, 2011a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politicaagricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 04 out. 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural: relatório 2010**. Brasília, 2011b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Politica_Agricola/seguro_rural/RELATORIO_PSR_2010.pdf>. Acesso em: 04 out. 2011.

MARCELINO, I. P. V. O.; MENDONÇA, M.; RUDORFF, F. M. Ocorrência de granizo no estado de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p.795-805. 1 CD-ROM.

MARTELLETO, L. A. P. et al. Cultivo orgânico do mamoeiro ‘Baixinho de Santa Amália’ em diferentes ambientes de proteção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 662-666, 2008.

MAUSETH, J. D. **Plant anatomy**. Menlo Park: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1988. 574 p.

MELLO, L. M. R. **Produção e mercado brasileiro de maçã**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2004. p. 1-4. (Comunicado Técnico, 50.)

MIKLOS F.; SHEAR, C. B. *Russetting* of apples, an interpretive review. **HortScience**, Alexandria, v. 7, n. 3, p. 233-235, 1972.

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

MONSI, M.; SAEKI, T. The light factor in plant communities and its significance for dry matter production. **Japanese Journal of Botany**, Tokyo, v.14, p.22-52, 1953.

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

MOTA, F. S.; ALVES, E. G. P. Regiões edafoclimáticas preferenciais para macieira no Rio Grande do Sul. **Revista Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 18-24, 1990.

MOTA, C. S. et al. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 432-439, 2009.

MORAIS, H. et al. Caracterização microclimática de cafeeiros cultivados sob malha de sombreamento e a pleno sol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 15, n. 2, p. 133-142, 2007.

NACHTIGALL, G. R.; FIORAVANÇO, J. C.; HOFFMANN, A. Macieira. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. p. 451-464.

NAVA, G. A. et al. Effect of high temperatures in the pre-blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of 'Granada' peach. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 122, n. 1, p. 37-44, 2009.

NIENOW, A. A. et al. Produção da figueira em ambiente protegido submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 421-424, 2006.

NOÈ, N.; ECCHER, T. 'Golden Delicious' apple fruit shape and russeting are affected by light conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 65, p. 209-213, 1996.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

NORA, I.; HICKEL, E. R. Pragas da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 463-498.

NTEPI - Maçã - **Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Maçã**. Instrução Normativa da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, n.01 de 14 de setembro de 2006.

OJER, M. et al. Durazneros bajo tela antigranizo: efecto sobre rendimiento y coloración de piel. **Revista FCA UNCuyo**, Mendoza, v. 34, n. 1, p. 17-23, 2002.

OZAKI, V. A. O papel do seguro na gestão do risco agrícola e os empecilhos para o seu desenvolvimento. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 75-92, 2007.

PALMER, J. W. Canopy manipulation for optimum utilization of light. In: WRIGHT, C. J. (Ed.). **Manipulation of fruiting**. Londres: Butterworths, 1989. p. 245-262.

PALMER, J. W.; PRIVÉ, J. P.; TUSTIN, S. Temperature. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. **Apples**: botany, production and uses. Wallingford: CABI, 2003. cap. 10, p. 217-236.

PAULA, V. A. **Caracterização e modelagem de riscos climáticos para epidemias de sarna da macieira na região de Vacaria, RS**. 2011. 147 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**, Campinas, n. 8, p. 139-162, 2007.

- PENROSE, L. J.; NICOL, H. J. Aspects of microclimate variation within apple tree canopies and between sites in relation to potential *Venturia inaequalis* infection. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 24, n. 6, p.2 59-266, 1996.
- PEREIRA, A. J.; PETRI, J. L. Poda e condução da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 391-418.
- PEREIRA, L. B.; SIMIONI, F. J.; CARIO, S. A. F. Evolução da produção de maçã em Santa Catarina: novas estratégias em busca da competitividade. In: CONGRESSO DA SOBER, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2006.
- PEREIRA, T. P.; FONTANA, D. C.; BERGAMASCHI, H. O Clima da Região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e hídricas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 145-157, 2009.
- PETRI, J. L. et al. **Manejo da planta e do solo na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2002. p. 1-8. (Circular técnica, 32).
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006a. p. 261-298.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; CESA, J. D. Padronização e classificação da maçã. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006b. p. 733-743.
- PETRI, J. L. Fatores edafoclimáticos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 105-112.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p.1-3, 2008.
- PHIPPS, J. B. et al. A checklist of the subfamily *Maloideae* (*Rosaceae*). **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 68, p. 2209–2269, 1990.
- POMPELLI, M. F. et al. What is the influence of ordinary epidermal cells and stomata on the leaf plasticity of coffee plants grown under full-sun and shady conditions? **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 70, n. 4, p. 1083–1088, 2010.
- RADIN, B. et al. Eficiência de use da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1017-1023, 2003.
- RANA, G. et al. Microclimate and plant water relationship of the overhead table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia horticultrae**, Amsterdam, v. 102, n. 1, p. 105-120, 2004.
- REAY, P. F.; LANCASTER, J. E. Accumulation of anthocyanins and quercetin glycosides in ‘Gala’ and ‘Royal Gala’ apple fruit skin with UV-B-Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 57–68, 2001.

- REIS, N. S. **Variações fenotípicas em espécies lenhosas do Cerrado em três áreas no Triângulo Mineiro**. 2003. 91f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- RICHARDSON, E. A.; SEELEY, S. D.; WALKER, D. R.; ANDERSON, J. L. M.; ASHCROFT, G. L. Pheno-climatography of spring peach bud development. **HortScience**, Alexandria, v.10, n.3, p. 236-237, 1975.
- SAÚCO, V. G. **Cultivo de frutas em ambiente protegido**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 81 p.
- SANSAVINI, S.; GRAPPADELLI, L. C. Canopy efficiency of apple as affected by microclimatic factors and tree structure. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 322, p. 69-78, 1992.
- SAURE, M. C. External control of anthocyanin formation in apple. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 181-218, 1990.
- SCHMITT, J.; WULFF, R. D. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. **Trends in Ecology & Evolution**, Londres, v. 8, n. 2, p. 47-51, 1993.
- SCHOLANDER, P. F. et al. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Washington, v. 148, n. 3668, p. 339-346, 1965.
- SHAHAK, Y. et al. ColorNets: a new approach for light manipulation in fruit trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 636, p. 609-616, 2004.
- SILVA, J. C. et al. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007.
- SMIT, A. **Apple tree and fruit responses to shade netting**. 2007. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Horticultura, Universidade de Stellenbosch, Stellenbosch África do Sul, 2007.
- SMITH, H.; CASAL, J. J.; JACKSON, G. M. Reflection signals and the perception by phytochrome of the proximity of neighbouring vegetation. **Plant Cell Environment**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 73-78, 1990.
- SOBCZAK, A. O perigo que vem do céu: com um clima cada vez mais imprevisível, os fruticultores têm buscado alternativas para minimizarem os prejuízos. **Revista Panorama Rural**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.1-6, 2011.
- SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M.M. Overcoming adverse effects of hailnets on fruit quality and microclimate in an apple orchard. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 87, n. 14, p. 2625-2637, 2007.
- SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Coloured hailnets alter light transmission, spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction of apple. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 56, n. 3, p. 211-218, 2008.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. The microclimate under coloured hailnets affects leaf and fruit temperature, leaf anatomy, vegetative and reproductive growth as well as fruit coloration un apple. **Annals of Applied Biology**, Londres, v. 156, p. 121-136, 2010a.

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

STAMPAR, F. et al. Yield and fruit quality of apples cv. 'Jonagold' under hail protection nets. **Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, n. 67, v. 5, p. 205–210, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAGLIARI, P. S. Produção Integrada de Maçã (PIM) – mais qualidade e proteção ambiental. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, março, 2005.

TANNY, J. et al. The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 807, p. 103-108, 2009.

TROMP, J. Flower-bud formation and shoot growth as affected by temperature. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 5, p. 331-338, 1976.

TSUNETTA, M.; HAUAGGE, R. Cultivares e porta-enxertos. In: A CULTURA da macieira no Paraná. Londrina: IAPAR, 1988. p. 22-33. (IAPAR. Circular, 50).

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. F. **Meteorologia descritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980. 374p.

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

VANTINI, P. P. et al. Teores de clorofila e área foliar de *Antropogon gayanus* Kunth submetido a adubação mineral e orgânica. **Científica**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 40-45, 2004.

VARLET-GRANCHER, C. et al. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. **Agronomie**, Paris, v. 9, n.5, p. 419-439, 1989.

VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; MUNOZ, V. A. Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul associados a complexos convectivos de mesoescala. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 91-105, 2009.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Principais fenômenos atmosféricos. In: VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991, p. 309-376.

VILLA NOVA, N. A. et al. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base em função das temperaturas máxima e mínima. **Ciência da Terra**, São Paulo, v. 1, n. 30, p. 1-8, 1972.

VITTONI, G.; BALLATORE, D. I costi della protezione nel melo: l'esperienza piemontese premia le reti. **Frutticoltura**, [S.l.], n. 5, p. 68-69, 2008.

XU, F. et al. Leaf morphology correlates with water and light availability: What consequences for simple and compound leaves? **Progress in Natural Science**, Beijing, v. 19, n. 12, p. 1789-1798, 2009.

ZHU, L. H.; BORSBOOM, O.; TROMP, J. The effect of temperature on flower-bud formation in apple including some morphological aspects. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 70, n. 1, p. 1-8, 1997.

WAY, R. D. et al. Apples (*Malus*). In: MOORE, J. N.; BALLINGTON, J. R. (Ed.). **Genetic resources of temperate fruit and nut crops**. Wageningen: International Society for Horticultural Sciences, 1990. p. 3-62.

WESTPHALEN, S. L.; MALUF, J. R. T. Zoneamento agroclimático da macieira no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas, 1979. p. 315-326.

WILLAUME, M.; LAURI, P. É.; SINOQUET, H. Light interception in apple trees influenced by canopy architecture manipulation. **Trees**, Berlin, v. 18, n. 6, p. 705-713, 2004.

WINTERMANS, J. F. G. M.; DEMOTS, A. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls *a* and *b* and their phenophytins in etanol. **Biochimica et Biophysica Acta**, The Hague, v.109, p.448-453, 1965.

WREGGE, M. S.; HERTER, F. G. **Sistema de Produção da amoreira-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. (Sistemas de Produção, 12). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/clima.htm>>. Acesso em: 20 set. 2011.

WÜNSCHE, J. N. et al. The bases of productivity in apple production systems: the role of light interception by different shoot types. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 121, n. 5, p. 886-893, 1996.

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) - Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

7 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

SETEMBRO 2008

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
20/09/08	125,6	5,3	10,9	13,9	9,0	88	3,0	9,0	8,7	0,64
21/09/08	248,4	10,4	7,9	12,7	2,8	85	3,0	10,1	1,2	1,43
22/09/08	258,9	10,8	9,2	14,3	4,7	94	3,1	7,9	3,8	1,20
23/09/08	411,9	17,2	11,2	17,2	5,3	85	2,5	6,4	0,2	2,82
24/09/08	571,6	23,9	11,3	20,1	3,4	73	1,7	5,6	0,0	4,46
25/09/08	501,5	21,0	11,8	18,0	5,6	81	2,7	6,8	0,0	3,65
26/09/08	357,7	15,0	12,7	18,9	8,7	81	2,7	6,8	1,3	2,67
27/09/08	456,2	19,1	12,6	19,5	6,9	82	2,7	7,7	7,0	3,36
28/09/08	486,2	20,4	14,0	20,7	8,2	78	3,3	7,7	0,0	3,86
29/09/08	333,4	14,0	13,8	17,2	11,1	80	4,0	9,5	3,1	2,62
30/09/08	173,7	7,3	14,1	18,6	11,4	93	1,3	7,0	9,6	0,84

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

OUTUBRO 2008

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/10/08	310,3	13,0	15,3	20,6	11,5	92	2,9	7,6	24,3	1,94
02/10/08	425,9	17,8	15,5	20,4	8,8	84	2,7	7,8	1,6	3,33
03/10/08	634,1	26,5	14,6	23,3	5,8	68	0,8	4,8	0,1	5,66
04/10/08	141,3	5,9	14,2	15,9	12,4	92	2,2	8,9	7,4	0,61
05/10/08	307,2	12,9	11,2	15,6	7,3	89	1,5	5,7	2,1	1,96
06/10/08	489,3	20,5	11,6	19,7	4,2	83	0,7	4,4	0,1	3,76
07/10/08	621,2	26,0	13,2	20,8	6,5	72	1,5	7,1	0,2	5,13
08/10/08	630,4	26,4	10,5	18,7	3,2	72	2,7	7,7	0,0	4,69
09/10/08	542,7	22,7	9,9	15,1	3,7	75	3,9	8,8	0,0	3,77
10/10/08	485,6	20,3	14,0	20,5	8,4	78	4,5	9,3	0,0	3,78
11/10/08	149,8	6,3	13,7	15,5	12,8	92	4,1	8,5	2,8	0,76
12/10/08	496,9	20,8	17,8	23,5	12,8	81	2,3	6,5	0,0	4,32
13/10/08	287,6	12,0	18,4	23,7	14,1	88	2,4	7,1	22,9	2,21
14/10/08	165,7	6,9	16,3	22,7	14,8	94	2,1	9,3	22,3	0,81
15/10/08	70,6	3,0	15,3	16,7	13,6	98	1,5	9,0	25,1	0,00
16/10/08	299,4	12,5	16,3	21,1	11,8	90	2,4	7,0	2,1	1,96
17/10/08	112,6	4,7	12,4	14,1	11,1	97	2,5	6,6	23,9	0,21
18/10/08	270,0	11,3	12,0	16,8	8,5	92	2,6	7,3	2,5	1,58
19/10/08	588,8	24,6	13,6	19,2	6,3	81	3,2	7,6	0,0	4,44
20/10/08	522,0	21,9	15,5	21,3	10,6	79	3,7	9,7	0,0	4,23
21/10/08	629,6	26,4	18,4	24,7	14,7	81	4,4	9,7	0,0	5,36
22/10/08	192,3	8,0	17,8	21,9	16,3	91	2,2	6,4	1,6	1,20
23/10/08	218,1	9,1	17,5	24,3	15,7	95	1,3	8,9	40,6	1,26
24/10/08	451,0	18,9	19,8	24,8	15,7	89	1,8	5,2	10,5	3,89
25/10/08	82,6	3,5	16,7	19,1	15,1	97	3,0	9,4	68,7	0,00
26/10/08	102,7	4,3	15,8	17,4	14,6	97	2,8	8,8	69,1	0,15
27/10/08	498,9	20,9	16,4	20,8	10,4	87	2,2	5,2	0,7	3,99
28/10/08	605,1	25,3	16,3	23,9	9,4	82	2,8	7,2	2,9	4,98
29/10/08	82,5	3,5	15,3	17,2	14,3	97	1,9	7,01	4,1	0,00
30/10/08	562,2	23,5	14,8	19,6	6,9	81	1,5	5,25	0,3	4,68
31/10/08	732,6	30,7	14,1	22,9	6,4	71	1,7	5,49	0,1	6,31
	377,7	15,8	15,0	20,1	10,6	86	2,4	7,4	336,0	87,0

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

NOVEMBRO 2008

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/11/08	536,1	22,4	15,6	22,1	12,8	86	3,4	7,9	24,0	4,1
02/11/08	167,3	7,0	15,6	18,4	13,5	96	1,4	8,7	7,6	0,8
03/11/08	392,6	16,4	17,5	23,3	14,2	86	1,0	3,8	0,0	3,3
04/11/08	568,8	23,8	19,5	26,5	14,3	78	1,9	5,2	0,0	5,3
05/11/08	575,9	24,1	20,0	26,9	15,0	79	1,8	5,9	0,6	5,4
06/11/08	270,0	11,3	17,4	21,2	14,2	92	1,8	6,8	7,8	1,9
07/11/08	721,5	30,2	17,6	24,2	10,6	75	2,3	7,2	0,1	6,6
08/11/08	572,4	24,0	19,1	26,0	13,0	79	2,8	7,3	1,3	5,2
09/11/08	450,3	18,8	18,8	25,6	15,2	88	1,5	6,0	9,2	3,9
10/11/08	667,8	28,0	18,6	25,8	13,4	81	2,4	8,4	0,0	6,0
11/11/08	304,9	12,8	16,3	22,0	13,3	87	2,9	7,2	20,7	2,3
12/11/08	251,2	10,5	12,7	15,0	10,0	92	3,3	6,9	8,3	1,4
13/11/08	362,6	15,2	13,9	18,2	10,0	88	2,2	6,4	5,3	2,6
14/11/08	491,5	20,6	15,7	21,7	10,6	86	1,0	5,8	0,5	4,1
15/11/08	631,9	26,5	18,0	25,3	12,3	73	1,4	7,5	0,0	5,9
16/11/08	236,5	9,9	12,3	15,6	9,9	85	2,8	6,3	0,1	1,6
17/11/08	518,8	21,7	15,0	21,9	9,4	77	2,5	8,7	0,0	4,3
18/11/08	471,2	19,7	16,1	23,0	12,3	76	2,0	6,9	0,2	4,1
19/11/08	306,2	12,8	13,6	19,4	10,8	84	2,3	8,5	6,9	2,2
20/11/08	493,9	20,7	13,4	21,1	9,5	85	2,8	9,6	1,4	3,6
21/11/08	249,6	10,4	12,8	16,8	9,7	88	2,9	7,2	10,5	1,6
22/11/08	550,0	23,0	15,0	22,4	11,5	85	3,5	8,8	0,7	4,1
23/11/08	603,6	25,3	16,0	22,2	10,6	81	3,0	8,8	0,0	4,9
24/11/08	614,4	25,7	17,7	24,3	11,2	77	2,7	8,4	0,0	5,5
25/11/08	620,4	26,0	19,1	24,5	15,1	74	3,8	8,5	0,0	5,8
26/11/08	686,1	28,7	19,2	25,2	15,1	72	3,3	7,7	0,0	6,5
27/11/08	577,6	24,2	19,6	26,0	15,1	74	3,6	7,9	0,0	5,5
28/11/08	658,3	27,6	19,6	25,7	15,4	71	3,6	8,9	0,0	6,4
29/11/08	653,0	27,3	20,1	27,1	15,3	70	2,9	10,2	0,0	6,5
30/11/08	431,8	18,1	19,0	26,2	15,9	81	3,3	7,7	20,0	3,7
	487,9	20,4	16,8	22,8	12,6	82	2,5	7,5	125,2	125,2

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

DEZEMBRO 2008

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/12/08	504,0	21,1	19,5	25,2	14,4	83	2,6	8,4	0,0	4,5
02/12/08	368,0	15,4	15,0	21,1	11,2	89	1,3	8,4	13,2	2,8
03/12/08	469,4	19,7	11,8	16,7	8,1	86	2,0	8,0	1,8	3,3
04/12/08	508,1	21,3	12,5	18,8	8,0	80	0,8	5,2	0,1	4,0
05/12/08	556,0	23,3	14,1	22,6	6,8	78	1,1	6,1	0,1	4,7
06/12/08	684,1	28,6	17,8	25,9	11,6	73	1,4	6,6	0,0	6,5
07/12/08	694,1	29,1	20,2	27,8	13,0	68	1,4	5,5	0,0	7,0
08/12/08	649,1	27,2	22,0	30,3	15,7	64	1,5	6,6	0,0	6,9
09/12/08	478,5	20,0	21,3	31,2	16,5	77	1,4	7,2	7,5	4,7
10/12/08	342,7	14,3	19,0	23,7	16,0	89	1,3	7,6	0,9	2,8
11/12/08	443,7	18,6	16,9	22,0	12,4	84	2,6	7,1	0,0	3,7
12/12/08	546,9	22,9	16,9	23,5	11,8	79	2,6	8,1	0,0	4,7
13/12/08	784,1	32,8	17,8	26,8	10,1	67	1,3	7,3	0,0	7,6
14/12/08	262,1	11,0	16,2	20,3	13,5	88	1,9	6,5	2,8	1,9
15/12/08	350,4	14,7	16,0	20,7	13,8	89	2,5	9,3	5,3	2,6
16/12/08	326,1	13,6	16,0	21,0	12,6	85	2,1	6,8	2,7	2,5
17/12/08	550,8	23,1	17,4	24,9	10,7	80	1,4	5,7	0,0	4,9
18/12/08	743,6	31,1	17,4	26,2	10,2	74	1,3	5,2	0,1	7,0
19/12/08	677,9	28,4	19,3	28,3	12,4	72	1,6	6,1	0,0	6,6
20/12/08	739,7	31,0	21,4	29,8	14,7	68	1,4	5,4	0,0	7,7
21/12/08	733,1	30,7	22,2	30,9	14,7	65	1,8	8,3	0,0	7,9
22/12/08	700,3	29,3	22,3	30,9	14,9	67	1,3	6,0	0,0	7,4
23/12/08	582,3	24,4	21,6	30,6	17,7	74	1,8	5,6	2,0	5,9
24/12/08	145,3	6,1	17,2	19,4	14,1	93	0,5	6,1	13,4	0,6
25/12/08	707,2	29,6	18,6	25,3	11,6	75	1,1	7,2	0,1	6,8
26/12/08	802,7	33,6	17,1	26,1	8,2	67	1,6	9,3	0,3	7,6
27/12/08	781,7	32,7	18,3	26,2	10,5	65	2,2	6,5	0,0	7,6
28/12/08	613,5	25,7	19,7	28,1	13,5	75	1,9	6,4	0,0	5,9
29/12/08	529,2	22,2	20,1	28,6	15,2	78	1,5	6,0	0,0	5,1
30/12/08	527,3	22,1	18,9	27,1	13,5	75	2,2	7,0	0,0	5,0
31/12/08	604,7	25,3	22,1	30,2	16,9	72	2,4	7,0	0,0	6,3
	561,5	23,5	18,3	25,5	12,7	77	1,7	6,9	50,3	162,3

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JANEIRO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/01/09	563,4	23,6	19,4	26,7	15,9	77	2,2	8,7	0,0	5,3
02/01/09	215,1	9,0	16,2	19,5	13,7	89	3,2	8,9	11,3	1,5
03/01/09	258,9	10,8	13,3	15,2	11,3	95	3,3	11,7	30,9	1,3
04/01/09	279,5	11,7	11,9	15,5	7,8	92	2,4	6,7	4,1	1,6
05/01/09	796,3	33,3	15,0	23,5	6,6	68	1,2	6,0	0,1	7,2
06/01/09	787,9	33,0	18,3	25,6	11,5	64	0,9	5,0	0,0	7,8
07/01/09	720,9	30,2	19,3	26,9	13,0	64	1,3	6,4	0,0	7,3
08/01/09	568,0	23,8	19,2	27,9	13,1	73	1,6	6,4	5,1	5,5
09/01/09	353,5	14,8	16,4	22,3	12,9	90	1,9	8,0	14,4	2,6
10/01/09	402,2	16,8	17,7	22,4	14,9	89	2,4	6,1	1,0	3,2
11/01/09	549,1	23,0	19,8	27,1	15,7	81	1,7	6,6	0,4	5,1
12/01/09	617,3	25,8	20,6	27,7	13,9	78	1,1	6,3	0,1	6,0
13/01/09	262,6	11,0	18,9	23,2	15,1	85	1,8	7,1	0,0	2,1
14/01/09	441,7	18,5	20,5	26,9	16,1	80	1,2	7,3	0,0	4,1
15/01/09	539,4	22,6	20,1	26,8	14,7	81	1,2	7,2	0,0	5,0
16/01/09	299,9	12,6	17,7	24,7	14,2	93	0,8	9,1	16,6	2,2
17/01/09	315,7	13,2	18,3	23,2	14,8	89	0,6	9,4	7,4	2,5
18/01/09	460,9	19,3	19,1	26,6	13,0	86	0,5	5,9	1,3	4,1
19/01/09	327,9	13,7	17,3	23,4	11,3	91	1,4	11,9	0,3	2,5
20/01/09	439,4	18,4	16,1	22,3	12,0	87	2,4	7,7	0,2	3,4
21/01/09	673,6	28,2	16,1	25,0	8,1	77	1,9	8,5	0,1	5,9
22/01/09	755,2	31,6	17,3	26,0	10,0	71	2,2	7,5	0,0	7,0
23/01/09	752,0	31,5	17,6	25,7	9,7	68	2,5	7,7	0,0	7,1
24/01/09	696,7	29,2	17,6	24,4	10,5	72	2,7	8,4	0,0	6,4
25/01/09	564,8	23,6	20,8	27,7	16,3	75	2,5	9,2	0,0	5,6
26/01/09	634,7	26,6	21,2	28,5	17,1	78	2,4	9,3	0,0	6,2
27/01/09	562,1	23,5	21,3	28,5	17,8	78	2,5	10,7	0,0	5,5
28/01/09	583,0	24,4	20,8	28,6	15,1	82	2,1	7,2	35,4	5,4
29/01/09	555,7	23,3	21,0	26,5	16,9	82	1,9	7,3	0,4	5,3
30/01/09	613,2	25,7	20,1	26,2	15,7	75	1,8	7,8	0,0	6,0
31/01/09	374,5	15,7	17,9	22,9	14,3	87	1,6	9,0	11,7	3,0
	515,0	21,6	18,3	24,8	13,3	81	1,8	7,9	140,8	143,7

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

FEVEREIRO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/02/09	704,5	29,5	18,9	27,0	12,1	81	0,6	4,8	0,3	6,8
02/02/09	477,7	20,0	20,2	27,9	15,8	76	1,8	7,7	2,7	4,6
03/02/09	398,7	16,7	19,3	23,6	16,6	83	2,6	9,5	0,0	3,5
04/02/09	498,8	20,9	19,6	25,4	14,1	87	1,5	8,0	0,4	4,4
05/02/09	700,4	29,3	19,0	27,9	10,7	78	1,0	6,4	0,2	6,7
06/02/09	463,7	19,4	21,3	27,8	17,9	80	2,2	7,3	0,0	4,4
07/02/09	645,2	27,0	21,1	28,1	15,3	81	1,1	5,8	0,0	6,4
08/02/09	639,7	26,8	22,1	29,1	16,4	77	0,9	5,6	0,0	6,5
09/02/09	583,8	24,4	21,1	28,5	15,2	75	0,8	4,4	0,1	5,8
10/02/09	448,8	18,8	21,3	27,5	17,3	80	2,8	7,7	0,0	4,3
11/02/09	202,9	8,5	19,7	24,2	14,6	90	2,2	7,7	15,7	1,3
12/02/09	657,4	27,5	16,9	23,1	11,0	78	1,0	4,8	0,0	6,0
13/02/09	650,8	27,2	17,7	26,0	10,4	76	1,3	6,5	0,0	6,1
14/02/09	621,0	26,0	18,7	26,6	12,8	75	1,3	5,6	0,0	5,9
15/02/09	600,2	25,1	19,6	25,9	14,0	76	1,5	6,8	0,0	5,8
16/02/09	500,5	21,0	20,8	27,3	16,1	82	2,9	10,9	0,2	4,6
17/02/09	376,5	15,8	20,8	26,6	17,4	86	1,9	11,1	8,6	3,3
18/02/09	330,6	13,8	20,4	26,1	18,3	93	1,4	9,8	21,7	2,6
19/02/09	408,0	17,1	21,4	28,4	17,6	85	1,9	8,8	0,0	3,7
20/02/09	333,9	14,0	19,9	26,4	16,7	92	1,7	8,1	53,8	2,5
21/02/09	392,6	16,4	20,0	25,1	16,2	90	0,8	9,5	1,5	3,4
22/02/09	636,7	26,7	22,3	29,1	16,8	82	0,8	5,2	0,0	6,4
23/02/09	420,8	17,6	20,5	27,7	17,1	88	1,1	9,7	2,2	3,7
24/02/09	199,0	8,3	16,0	18,5	13,9	93	2,4	11,2	14,1	1,1
25/02/09	178,7	7,5	16,5	19,3	14,4	90	1,3	6,4	1,5	1,0
26/02/09	278,9	11,7	17,9	21,7	14,9	92	1,0	6,4	0,5	2,0
27/02/09	364,1	15,2	19,0	25,0	15,4	90	0,6	6,6	0,1	3,0
28/02/09	398,3	16,7	19,9	25,8	14,9	90	0,6	4,4	0,9	3,5
	468,3	19,6	19,7	25,9	15,1	84	1,5	7,4	124,5	119,5

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

MARÇO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/03/09	499,1	20,9	22,1	28,1	18,7	89	1,0	10,2	1,5	4,7
02/03/09	325,8	13,6	20,4	27,6	17,2	93	1,0	11,8	15,8	2,5
03/03/09	635,5	26,6	20,5	27,2	16,2	84	0,3	6,1	0,1	6,3
04/03/09	561,6	23,5	22,6	29,2	16,9	83	1,1	7,5	0,0	5,5
05/03/09	329,2	13,8	19,9	23,7	15,6	86	1,5	8,9	0,9	2,8
06/03/09	559,5	23,4	18,4	24,5	14,1	86	0,6	8,7	0,4	5,1
07/03/09	607,0	25,4	19,8	27,3	13,5	79	1,1	7,6	0,1	5,8
08/03/09	460,4	19,3	20,2	26,4	16,2	87	2,2	7,5	13,7	4,0
09/03/09	456,8	19,1	18,3	24,5	13,9	85	0,8	8,2	0,2	4,0
10/03/09	366,2	15,3	18,2	24,1	12,7	86	1,6	7,5	0,0	3,0
11/03/09	389,2	16,3	19,1	25,3	14,5	88	0,8	6,1	23,0	3,3
12/03/09	242,2	10,1	18,7	23,5	15,6	94	0,4	6,6	6,8	1,6
13/03/09	441,8	18,5	18,1	24,0	13,2	86	1,0	8,0	0,3	3,8
14/03/09	618,3	25,9	16,3	23,1	10,0	80	0,8	6,5	0,1	5,5
15/03/09	537,8	22,5	16,5	23,9	9,8	84	1,1	13,8	4,1	4,6
16/03/09	633,6	26,5	16,1	25,3	7,5	76	0,8	6,3	0,1	5,7
17/03/09	465,5	19,5	17,9	23,3	14,0	84	2,0	10,3	0,0	4,0
18/03/09	507,6	21,2	17,2	24,8	11,7	83	1,5	6,2	0,0	4,4
19/03/09	458,4	19,2	18,3	23,8	15,1	81	2,5	9,8	0,0	4,0
20/03/09	355,2	14,9	18,4	24,5	15,2	83	1,4	6,2	0,0	3,0
21/03/09	502,9	21,1	19,9	27,0	15,4	79	0,7	4,7	0,0	4,8
22/03/09	464,7	19,5	19,5	27,0	14,2	80	1,2	9,3	0,4	4,3
23/03/09	386,6	16,2	18,6	26,7	14,5	87	1,3	8,2	7,3	3,2
24/03/09	462,9	19,4	18,0	24,2	13,6	84	1,1	5,6	0,1	4,0
25/03/09	534,4	22,4	18,0	24,7	12,9	80	1,1	6,6	0,0	4,9
26/03/09	430,0	18,0	18,9	23,9	15,4	80	1,7	8,3	0,0	3,9
27/03/09	159,4	6,7	16,5	20,3	13,0	93	1,0	5,1	2,0	0,7
28/03/09	512,1	21,4	17,7	26,0	12,6	85	0,3	6,5	0,2	4,6
29/03/09	527,1	22,1	19,4	27,5	13,6	77	0,5	3,8	0,1	5,0
30/03/09	361,4	15,1	19,9	26,0	15,8	81	0,6	5,2	0,0	3,2
31/03/09	443,2	18,6	20,2	28,0	15,1	80	0,7	8,9	0,0	4,1
	459,2	19,2	18,8	25,3	14,1	84	1,1	7,6	77,2	126,4

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

ABRIL 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/04/09	434,7	18,2	16,3	23,2	12,3	88	1,3	6,1	0,1	3,5
02/04/09	448,5	18,8	15,7	21,8	11,2	85	2,6	7,2	0,0	3,5
03/04/09	503,7	21,1	18,9	26,5	15,3	78	2,4	6,5	0,0	4,6
04/04/09	497,7	20,8	20,0	28,0	14,2	75	1,9	7,4	0,0	4,8
05/04/09	138,3	5,8	18,2	20,8	15,8	93	0,5	5,9	0,2	0,5
06/04/09	416,7	17,4	18,6	25,8	12,7	85	0,6	5,6	0,2	3,6
07/04/09	456,5	19,1	20,0	28,2	15,2	81	0,6	5,6	0,0	4,2
08/04/09	444,0	18,6	17,2	25,7	11,1	82	0,5	7,9	0,1	3,9
09/04/09	489,1	20,5	16,9	24,7	9,8	74	1,5	6,8	0,0	4,4
10/04/09	529,6	22,2	12,5	19,9	6,5	64	0,7	6,0	0,1	4,5
11/04/09	532,8	22,3	13,7	24,8	4,9	61	0,2	4,0	0,0	4,6
12/04/09	504,1	21,1	16,7	26,0	8,1	69	1,6	6,5	0,0	4,6
13/04/09	474,3	19,9	19,1	27,5	13,5	71	1,4	5,5	0,0	4,6
14/04/09	493,0	20,6	17,7	26,5	10,6	76	0,9	6,4	0,0	4,5
15/04/09	377,5	15,8	15,4	23,0	10,5	79	0,7	7,3	0,0	3,1
16/04/09	495,3	20,7	16,4	23,6	10,4	72	1,2	6,0	0,0	4,5
17/04/09	478,1	20,0	17,5	26,7	11,9	71	0,9	6,7	0,0	4,4
18/04/09	435,5	18,2	16,2	26,1	10,1	72	0,8	5,2	0,0	3,8
19/04/09	414,9	17,4	15,8	25,0	8,9	72	1,0	5,2	0,8	3,6
20/04/09	401,9	16,8	12,7	20,6	7,2	80	0,7	4,2	0,0	3,1
21/04/09	304,4	12,7	13,9	18,6	8,8	84	3,1	8,3	0,0	2,2
22/04/09	140,5	5,9	14,6	18,0	12,4	93	1,3	5,7	5,0	0,6
23/04/09	303,3	12,7	14,5	21,8	9,2	88	0,2	4,3	0,3	2,2
24/04/09	382,3	16,0	15,1	22,7	9,9	83	0,7	5,3	0,1	3,0
25/04/09	435,4	18,2	16,2	24,3	9,8	84	0,5	5,1	0,2	3,7
26/04/09	403,2	16,9	16,9	24,5	11,9	84	0,4	5,2	0,0	3,4
27/04/09	392,9	16,4	14,5	23,4	10,5	84	0,2	5,4	0,2	3,1
28/04/09	405,5	17,0	15,5	23,9	9,4	78	0,3	4,8	0,2	3,3
29/04/09	336,7	14,1	15,5	24,2	9,1	77	0,7	4,9	0,0	2,7
30/04/09	384,7	16,1	13,4	21,2	6,3	81	1,0	5,4	0,0	3,0
	415,2	17,4	16,2	23,9	10,6	79	1,0	5,9	7,5	105,5

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

MAIO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/05/09	366,2	15,3	13,6	20,2	8,6	81	1,2	6,0	0,0	2,8
02/05/09	392,5	16,4	14,4	21,7	9,0	76	0,8	5,6	0,0	3,2
03/05/09	413,3	17,3	14,2	21,6	8,8	75	1,0	5,2	0,0	3,4
04/05/09	370,3	15,5	15,7	21,3	9,3	80	1,8	6,7	0,0	3,0
05/05/09	305,5	12,8	15,4	22,6	10,5	77	0,7	5,1	0,0	2,4
06/05/09	430,5	18,0	11,7	16,7	6,9	65	1,2	7,7	0,0	3,5
07/05/09	427,0	17,9	12,9	22,6	5,3	64	0,4	5,0	0,0	3,5
08/05/09	151,1	6,3	12,0	17,2	6,8	87	0,3	4,3	2,5	0,6
09/05/09	328,4	13,7	14,9	22,1	10,9	85	0,4	4,2	0,0	2,5
10/05/09	332,5	13,9	15,8	23,3	10,7	82	0,7	4,5	0,0	2,6
11/05/09	331,5	13,9	16,5	25,9	10,2	81	1,3	5,6	0,0	2,6
12/05/09	138,3	5,8	15,8	25,1	13,7	94	1,2	6,6	17,0	0,5
13/05/09	306,4	12,8	17,8	25,2	12,4	85	1,7	7,3	45,0	2,4
14/05/09	59,8	2,5	12,6	16,0	7,2	100	1,6	7,9	15,0	0,0
15/05/09	167,7	7,0	6,9	9,2	4,4	92	1,8	8,0	0,0	0,7
16/05/09	414,1	17,3	6,5	14,4	-0,5	78	0,2	8,5	0,0	2,7
17/05/09	401,8	16,8	11,4	19,3	4,6	77	2,0	10,5	0,0	3,0
18/05/09	317,6	13,3	13,7	22,4	7,9	77	1,0	6,8	0,0	2,4
19/05/09	253,2	10,6	14,1	20,7	11,0	88	0,2	5,0	1,5	1,7
20/05/09	384,9	16,1	15,6	21,9	11,1	86	1,8	6,4	0,0	3,0
21/05/09	394,2	16,5	15,0	21,5	10,9	81	1,0	5,2	0,0	3,2
22/05/09	373,2	15,6	15,1	23,1	9,2	78	0,9	6,4	0,0	3,0
23/05/09	330,4	13,8	14,4	21,9	9,8	83	1,1	5,5	0,0	2,5
24/05/09	297,2	12,4	13,1	21,7	5,5	87	0,5	4,5	0,0	2,0
25/05/09	157,3	6,6	16,0	22,0	13,3	90	1,4	6,0	2,5	0,8
26/05/09	142,3	6,0	15,7	19,2	13,0	91	0,2	4,4	0,1	0,5
27/05/09	127,2	5,3	13,3	17,2	10,8	97	0,6	4,7	8,0	0,3
28/05/09	223,2	9,3	10,2	16,3	5,0	92	0,4	4,2	0,0	1,2
29/05/09	118,1	4,9	8,5	13,4	3,1	91	0,7	5,3	0,0	0,3
30/05/09	48,9	2,0	11,4	13,0	9,8	98	2,8	8,1	0,0	0,0
31/05/09	113,8	4,8	8,2	13,0	4,3	96	2,9	8,6	27,0	0,1
	278,0	11,6	13,3	19,7	8,5	84	1,1	6,1	118,6	60,2

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JUNHO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/06/09	101,0	4,2	4,5	5,8	3,8	95	2,5	5,7	4,0	0,1
02/06/09	255,0	10,7	4,1	7,6	1,2	82	2,2	13,8	0,0	1,3
03/06/09	378,3	15,8	4,9	13,0	0,5	73	0,4	6,2	0,0	2,3
04/06/09	339,4	14,2	6,9	16,4	0,2	66	1,6	6,4	0,1	2,4
05/06/09	270,0	11,3	8,5	16,7	2,2	72	1,3	7,3	0,0	1,8
06/06/09	305,0	12,8	5,6	14,6	-1,0	84	0,1	4,1	0,0	1,8
07/06/09	276,2	11,6	6,1	15,3	-0,9	86	1,2	5,1	0,0	1,5
08/06/09	314,9	13,2	10,6	18,1	3,7	79	1,8	6,5	0,0	2,2
09/06/09	72,3	3,0	11,4	13,8	9,2	97	0,8	4,8	28,0	0,0
10/06/09	211,9	8,9	11,3	17,3	6,1	86	0,1	4,0	0,0	1,1
11/06/09	279,8	11,7	6,0	14,6	-0,4	85	0,1	4,0	0,0	1,6
12/06/09	298,0	12,5	5,4	12,0	-0,5	88	0,5	6,1	0,0	1,6
13/06/09	314,2	13,2	7,1	14,4	1,5	79	1,2	6,0	0,0	2,0
14/06/09	324,0	13,6	7,6	15,1	2,5	78	1,6	6,4	0,0	2,0
15/06/09	301,5	12,6	8,5	15,7	2,5	81	1,7	6,0	0,0	1,9
16/06/09	48,7	2,0	9,0	11,2	7,3	98	1,3	6,4	40,0	0,0
17/06/09	102,4	4,3	7,7	11,0	4,8	94	0,6	4,9	0,0	0,1
18/06/09	312,7	13,1	11,2	16,9	7,0	88	0,7	4,7	0,0	2,1
19/06/09	311,5	13,0	11,7	18,8	7,4	85	1,8	5,9	0,0	2,1
20/06/09	329,3	13,8	12,5	19,7	7,4	82	1,6	6,2	0,0	2,4
21/06/09	311,4	13,0	12,9	20,6	7,8	79	1,5	6,3	0,0	2,3
22/06/09	250,7	10,5	13,4	21,3	8,3	84	1,3	7,3	0,0	1,6
23/06/09	78,1	3,3	13,6	15,9	9,5	94	0,9	6,4	10,0	0,0
24/06/09	101,3	4,2	7,7	9,6	5,2	97	1,0	6,0	9,0	0,1
25/06/09	190,1	8,0	9,8	16,1	3,6	90	0,2	4,1	0,0	0,9
26/06/09	283,1	11,8	9,8	16,6	3,0	86	0,6	4,6	0,0	1,7
27/06/09	146,0	6,1	10,1	13,5	5,7	95	0,7	4,4	0,1	0,5
28/06/09	191,6	8,0	11,6	16,2	6,3	89	2,7	9,3	1,0	1,0
29/06/09	262,1	11,0	15,3	21,9	11,7	84	3,8	12,1	14,0	2,0
30/06/09	307,3	12,9	8,3	13,6	1,8	76	1,6	11,1	0,0	2,0
	242,3	10,1	9,1	15,1	4,2	85	1,2	6,4	106,2	42,6

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JULHO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/07/09	323,8	13,6	7,4	16,8	-0,5	63	0,0	3,4	0,0	2,0
02/07/09	334,6	14,0	7,9	16,9	0,6	62	0,7	5,2	0,0	2,3
03/07/09	331,4	13,9	7,5	17,0	0,0	58	0,3	4,6	0,0	2,2
04/07/09	330,7	13,8	9,2	19,3	1,3	56	0,6	7,1	0,0	2,4
05/07/09	195,2	8,2	9,9	15,2	5,0	76	2,7	10,0	0,0	1,5
06/07/09	247,6	10,4	14,1	19,6	10,2	87	2,2	8,5	0,0	1,7
07/07/09	42,7	1,8	13,0	15,4	12,0	98	0,7	8,7	58,0	0,0
08/07/09	107,8	4,5	13,3	15,9	11,8	95	0,6	8,4	12,5	0,1
09/07/09	84,6	3,5	12,3	14,6	10,4	97	0,4	4,0	2,0	0,0
10/07/09	151,1	6,3	12,7	16,5	10,5	94	0,2	4,3	0,0	0,6
11/07/09	82,3	3,4	7,9	10,9	1,9	97	1,1	6,8	12,0	0,0
12/07/09	298,4	12,5	4,9	12,0	-0,9	83	0,3	7,7	0,0	1,7
13/07/09	308,3	12,9	9,6	16,6	3,4	79	1,6	7,2	0,0	2,0
14/07/09	327,8	13,7	7,6	12,7	3,8	82	0,3	4,4	0,0	2,1
15/07/09	139,6	5,8	7,8	11,2	3,0	93	3,0	8,6	50,0	0,5
16/07/09	30,5	1,3	10,7	12,3	8,8	99	2,7	7,9	28,0	0,0
17/07/09	114,1	4,8	11,6	14,9	4,7	96	1,1	6,3	0,0	0,2
18/07/09	316,7	13,3	6,2	13,2	1,7	94	0,5	4,7	0,0	1,8
19/07/09	247,1	10,3	9,8	16,1	4,9	83	2,0	7,7	0,0	1,5
20/07/09	328,0	13,7	8,6	15,2	2,9	82	2,4	7,9	0,0	2,1
21/07/09	297,6	12,5	11,6	16,6	7,6	85	4,5	10,4	0,0	2,0
22/07/09	164,3	6,9	10,2	14,5	4,4	90	2,2	11,7	18,0	0,8
23/07/09	228,8	9,6	5,4	10,6	-0,3	87	0,7	9,3	0,0	1,1
24/07/09	345,6	14,5	0,4	7,3	-4,6	80	0,9	5,1	0,0	1,7
25/07/09	366,3	15,3	2,8	12,7	-7,3	78	0,5	5,7	0,0	2,1
26/07/09	318,9	13,4	8,3	15,1	3,9	73	0,2	4,4	0,0	2,1
27/07/09	221,8	9,3	8,9	15,4	1,5	73	0,1	3,0	4,0	1,2
28/07/09	115,1	4,8	11,5	13,7	9,5	95	1,1	4,9	0,0	0,2
29/07/09	337,7	14,1	7,8	13,2	2,0	78	0,5	6,1	0,1	2,2
30/07/09	382,9	16,0	4,8	13,9	-2,0	68	0,1	5,3	0,5	2,4
31/07/09	151,7	6,4	7,5	12,1	2,5	89	2,4	8,5	0,3	0,6
	234,6	9,8	8,7	14,4	3,6	83	1,2	6,7	185,4	41,0

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

AGOSTO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/08/09	299,5	12,5	12,0	17,1	7,7	91	2,5	7,0	53,0	1,8
02/08/09	160,0	6,7	11,9	15,6	6,8	90	2,7	8,9	0,0	0,8
03/08/09	222,5	9,3	7,7	11,9	3,7	92	2,3	9,4	2,5	1,0
04/08/09	400,2	16,8	9,5	19,1	-0,2	75	1,4	5,2	0,0	2,8
05/08/09	336,8	14,1	16,0	25,3	8,4	72	2,2	7,2	0,0	3,0
06/08/09	46,8	2,0	12,5	17,6	7,7	92	1,2	6,7	38,0	0,0
07/08/09	34,8	1,5	10,7	12,7	8,2	97	3,0	10,3	0,0	0,0
08/08/09	86,8	3,6	14,0	16,8	12,2	96	0,9	6,1	32,0	0,0
09/08/09	65,9	2,8	13,0	16,0	10,7	98	1,6	9,2	60,0	0,0
10/08/09	148,4	6,2	7,7	10,8	3,1	94	2,2	8,4	0,0	0,5
11/08/09	388,5	16,3	8,3	16,8	1,9	77	0,6	5,1	1,0	2,6
12/08/09	383,7	16,1	10,4	20,5	3,5	74	1,7	6,0	0,0	2,8
13/08/09	418,1	17,5	13,3	22,2	7,0	70	2,3	7,5	0,0	3,5
14/08/09	399,9	16,7	15,5	24,2	7,9	66	1,3	5,1	0,0	3,6
15/08/09	406,5	17,0	16,4	24,5	9,3	63	1,8	7,3	0,0	3,9
16/08/09	401,2	16,8	17,8	25,7	10,2	62	2,6	8,3	5,0	4,3
17/08/09	64,1	2,7	14,4	17,8	11,2	92	1,2	6,6	10,0	0,0
18/08/09	144,5	6,0	12,6	16,2	10,8	93	1,8	7,1	40,0	0,6
19/08/09	312,8	13,1	13,3	19,6	8,4	86	1,1	5,9	0,0	2,2
20/08/09	284,8	11,9	11,7	15,6	6,6	87	2,6	8,9	0,0	1,8
21/08/09	242,6	10,2	6,9	12,3	2,6	86	0,9	5,4	1,0	1,3
22/08/09	431,4	18,1	9,1	15,9	2,3	76	2,2	8,0	0,0	3,0
23/08/09	232,0	9,7	11,3	16,9	7,8	77	1,8	8,1	0,0	1,6
24/08/09	313,1	13,1	11,9	19,4	5,5	79	1,0	7,3	0,0	2,2
25/08/09	436,9	18,3	13,5	21,2	7,0	78	0,8	6,1	0,0	3,5
26/08/09	444,6	18,6	14,0	22,2	6,9	73	1,6	6,2	0,0	3,7
27/08/09	432,9	18,1	14,9	22,0	9,8	74	0,8	5,3	0,0	3,6
28/08/09	447,4	18,7	15,8	24,4	8,0	67	0,3	4,0	0,0	3,9
29/08/09	456,3	19,1	17,3	27,1	10,1	60	1,2	6,3	0,0	4,4
30/08/09	463,4	19,4	18,0	28,2	9,7	51	1,3	6,7	0,0	4,8
31/08/09	469,1	19,6	17,4	26,1	6,4	57	0,5	6,2	0,0	4,4
	302,4	12,7	12,9	19,4	7,1	79	1,6	7,0	242,5	72,0

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

SETEMBRO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/09/09	414,1	17,3	18,9	27,4	11,5	65	0,8	6,7	0,0	3,9
02/09/09	67,8	2,8	14,3	17,0	12,6	96	2,4	9,3	50,0	0,0
03/09/09	115,4	4,8	15,4	18,5	13,9	96	1,8	7,0	0,0	0,3
04/09/09	344,7	14,4	16,0	21,2	12,1	88	1,1	6,9	10,0	2,6
05/09/09	462,7	19,4	14,2	19,5	10,5	76	0,5	7,6	0,0	3,8
06/09/09	225,7	9,4	15,2	19,2	11,0	91	1,9	6,4	0,0	1,4
07/09/09	148,8	6,2	14,4	21,2	10,8	90	2,9	12,9	68,0	0,8
08/09/09	109,5	4,6	12,4	16,7	8,5	97	1,9	11,2	13,0	0,1
09/09/09	53,5	2,2	8,9	11,3	7,7	98	2,6	6,6	54,0	0,0
10/09/09	65,1	2,7	9,4	11,3	7,4	98	2,5	8,1	34,0	0,0
11/09/09	49,3	2,1	11,4	12,4	10,1	97	2,7	7,3	41,0	0,0
12/09/09	62,1	2,6	12,7	14,8	10,6	98	3,0	8,5	20,0	0,0
13/09/09	240,4	10,1	12,5	17,2	9,0	91	0,6	4,7	0,0	1,4
14/09/09	368,9	15,4	13,1	19,9	8,8	86	0,9	4,7	0,0	2,7
15/09/09	411,5	17,2	15,5	23,2	10,1	84	1,7	5,7	0,0	3,3
16/09/09	317,1	13,3	16,0	24,2	10,5	87	0,6	4,9	0,0	2,4
17/09/09	266,4	11,2	16,9	22,6	12,4	84	1,0	8,1	0,0	2,0
18/09/09	106,6	4,5	12,5	14,6	10,9	96	3,4	10,5	72,0	0,2
19/09/09	462,7	19,4	11,4	16,9	6,0	79	2,2	8,6	0,0	3,4
20/09/09	555,4	23,3	9,2	16,6	2,2	74	0,9	6,2	0,0	4,2
21/09/09	533,1	22,3	12,7	20,8	4,3	79	1,5	6,4	0,0	4,2
22/09/09	259,5	10,9	15,8	22,0	12,6	87	2,4	7,1	0,0	1,8
23/09/09	103,2	4,3	12,3	15,5	7,5	97	1,9	6,8	10,0	0,1
24/09/09	419,0	17,5	8,6	13,8	4,3	85	1,1	5,8	4,0	2,8
25/09/09	423,3	17,7	10,5	17,1	4,3	79	1,9	7,2	0,0	3,0
26/09/09	408,6	17,1	15,2	23,3	9,3	84	2,9	7,2	0,0	3,1
27/09/09	69,0	2,9	15,1	17,2	13,9	96	3,1	8,3	116,0	0,0
28/09/09	85,7	3,6	12,4	15,8	7,2	98	1,9	6,2	4,0	0,0
29/09/09	352,1	14,7	6,3	10,8	1,0	83	1,3	4,9	0,0	2,1
30/09/09	517,7	21,7	8,1	17,4	-1,0	79	2,0	9,0	0,0	3,5
	267,3	11,2	12,9	18,0	8,7	88,0	1,8	7,4	496,0	53,4

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

OUTUBRO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/10/09	38,2	1,6	8,7	10,2	7,2	98	3,2	8,6	30,0	0,0
02/10/09	426,0	17,8	10,7	16,0	7,0	86	0,8	5,5	0,0	3,0
03/10/09	485,2	20,3	13,2	23,0	4,0	84	0,7	5,6	0,0	3,9
04/10/09	500,7	21,0	17,9	25,9	12,0	81	2,0	6,5	0,0	4,4
05/10/09	468,7	19,6	19,0	27,4	13,2	80	3,2	10,0	17,0	4,2
06/10/09	234,1	9,8	15,4	18,8	12,8	91	1,3	6,8	0,0	1,5
07/10/09	215,3	9,0	14,6	18,7	10,9	89	1,7	6,9	0,0	1,3
08/10/09	231,9	9,7	13,4	17,7	10,5	85	1,0	6,0	0,0	1,5
09/10/09	504,2	21,1	14,0	21,4	9,2	81	1,2	5,9	0,0	4,1
10/10/09	537,2	22,5	14,5	21,2	10,5	75	2,7	7,4	0,0	4,5
11/10/09	522,5	21,9	15,9	22,6	10,8	75	4,5	10,6	40,0	4,5
12/10/09	270,1	11,3	13,3	16,9	5,7	87	1,7	9,2	0,0	1,8
13/10/09	632,5	26,5	13,2	21,5	4,0	66	0,3	4,3	0,0	5,5
14/10/09	530,0	22,2	16,3	24,4	10,0	82	1,6	7,7	0,0	4,5
15/10/09	215,8	9,0	14,1	17,2	9,6	94	1,5	7,6	40,0	1,2
16/10/09	230,7	9,7	10,8	14,6	7,2	91	2,2	7,8	0,0	1,3
17/10/09	329,9	13,8	12,9	18,0	9,9	90	2,4	6,8	0,0	2,1
18/10/09	405,8	17,0	15,1	22,4	10,7	85	0,7	5,7	0,0	3,3
19/10/09	310,5	13,0	15,6	20,1	10,7	88	2,5	7,4	0,0	2,2
20/10/09	609,4	25,5	17,3	23,7	11,8	74	0,5	5,2	0,0	5,7
21/10/09	444,9	18,6	16,9	25,2	10,6	84	1,1	8,8	36,0	3,8
22/10/09	431,5	18,1					0,2	2,3	0,0	
23/10/09	587,7	24,6					0,8	5,5	0,0	
24/10/09	183,3	7,7					1,6	8,9	10,0	
25/10/09	392,7	16,4					1,5	5,5	0,0	
26/10/09	380,0	15,9					1,5	7,0	0,0	
27/10/09	496,2	20,8					2,6	8,5	0,0	
28/10/09	604,9	25,3					2,0	7,4	0,0	
29/10/09	601,8	25,2					1,0	6,2	0,0	
30/10/09	601,9	25,2					0,8	5,8	0,0	
31/10/09	611,7	25,6					0,5	5,0	0,0	
	420,5	17,6					1,6	6,8	173,0	

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

NOVEMBRO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/11/09	636,0	26,6					1,1		0,0	
02/11/09	641,2	26,8					1,2		0,0	
03/11/09	431,9	18,1					1,6		1,0	
04/11/09	551,0	23,1					1,7		0,0	
05/11/09	491,9	20,6					1,8		1,0	
06/11/09	285,5	12,0	21,2	26,1	18,3	88	1,5		0,0	2,3
07/11/09	227,4	9,5	19,7	24,5	16,3	94	1,7		7,5	1,5
08/11/09	434,8	18,2	16,4	22,6	12,4	88	1,9		6,0	3,4
09/11/09	511,0	21,4	18,7	26,1	12,6	82	1,6		7,5	4,6
10/11/09	114,0	4,8	16,7	19,8	13,1	94	1,4		20,0	0,3
11/11/09	358,9	15,0	18,2	24,2	12,2	86	1,1		0,0	3,0
12/11/09	435,6	18,2	20,7	26,4	16,2	82	1,3		0,0	4,0
13/11/09	263,2	11,0	19,9	24,4	17,1	90	1,7		48,0	2,0
14/11/09	186,7	7,8	18,1	20,7	15,2	93	1,3		0,0	1,0
15/11/09	272,8	11,4	18,3	24,2	14,6	90	1,1		29,0	2,0
16/11/09	482,4	20,2	18,9	25,0	14,2	83	1,3		0,0	4,3
17/11/09	657,6	27,5	19,3	26,0	14,0	78	1,9		0,0	6,2
18/11/09	269,1	11,3	19,1	23,5	15,9	85	1,7		3,0	2,2
19/11/09	501,3	21,0	20,6	30,6	15,8	82	1,7		25,0	4,7
20/11/09	436,8	18,3	19,5	26,2	15,8	88	1,4		0,0	3,8
21/11/09	214,3	9,0	17,3	19,9	15,8	92	2,0		26,0	1,3
22/11/09	191,1	8,0	17,5	20,2	15,5	93	1,5		0,0	1,1
23/11/09	458,1	19,2	20,7	26,7	16,1	83	0,9		20,0	4,3
24/11/09	359,7	15,1	21,5	28,1	17,9	87	1,4		39,0	3,2
25/11/09	247,4	10,4	20,3	25,3	17,8	93	1,1		25,0	1,7
26/11/09	575,1	24,1	21,7	27,7	17,9	85	1,4		0,0	5,5
27/11/09	538,0	22,5	21,2	29,1	16,1	85	1,2		7,5	5,1
28/11/09	320,6	13,4	19,9	24,8	16,0	91	1,4		3,0	2,5
29/11/09	552,5	23,1	22,5	31,0	14,6	72	0,8		0,0	5,7
30/11/09	211,9	8,9	19,2	23,1	16,0	91	1,3		2,0	1,4
	395,2	16,5					1,4		270,5	

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

DEZEMBRO 2009

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/12/09	496,4	20,8	20,6	27,4	16,1	81	1,3		0,0	4,7
02/12/09	367,0	15,4	19,2	26,6	15,5	89	1,6		29,0	3,0
03/12/09	665,0	27,8	18,8	24,4	15,0	76	1,3		0,0	6,3
04/12/09	734,1	30,7	16,0	22,2	10,6	77	1,5		0,0	6,6
05/12/09	718,5	30,1	17,1	23,8	11,8	76	1,9		0,0	6,5
06/12/09	562,9	23,6	19,3	26,3	14,4	77	1,5		0,0	5,3
07/12/09	369,6	15,5	18,0	22,9	14,3	86	1,5		1,0	3,0
08/12/09	420,0	17,6	17,7	24,4	14,2	84	1,4		0,0	3,6
09/12/09	539,8	22,6	18,9	25,1	14,6	83	1,4		0,0	4,9
10/12/09	441,3	18,5	20,2	25,8	16,3	81	1,3		1,0	4,1
11/12/09	405,7	17,0	20,1	24,4	17,2	85	1,8		0,0	3,6
12/12/09	239,6	10,0	16,4	20,2	11,0	96	1,6		60,0	1,4
13/12/09	701,0	29,3	14,1	20,2	9,7	78	1,1		1,0	6,0
14/12/09	746,7	31,3	17,4	25,6	8,8	71	1,2		0,0	7,1
15/12/09	649,0	27,2	20,5	27,7	15,2	75	1,3		0,0	6,4
16/12/09	578,1	24,2	21,0	29,6	16,7	80	1,6		18,0	5,6
17/12/09	430,7	18,0	18,1	23,4	14,2	89	1,6		0,0	3,5
18/12/09	750,4	31,4	18,8	26,8	11,4	77	1,2		0,0	7,2
19/12/09	789,7	33,1	20,7	27,9	14,4	69	1,3		0,0	8,1
20/12/09	576,8	24,1	21,5	28,3	15,3	77	1,1		0,0	5,8
21/12/09	312,9	13,1	21,4	26,8	17,5	85	1,0		0,0	2,7
22/12/09	545,6	22,8	22,1	28,8	18,1	83	1,0		0,0	5,3
23/12/09	625,5	26,2	22,3	28,1	17,5	78	1,3		0,0	6,3
24/12/09	378,9	15,9	20,8	25,8	18,1	91	1,1		2,0	3,2
25/12/09	533,5	22,3	21,6	27,0	18,2	87	0,9		15,5	5,0
26/12/09	678,0	28,4	23,0	30,1	17,1	77	1,0		0,0	7,1
27/12/09	561,9	23,5	22,3	28,1	17,4	85	1,2		2,5	5,5
28/12/09	691,3	28,9	22,7	29,7	16,3	78	1,0		0,0	7,1
29/12/09	706,2	29,6	23,1	29,5	17,6	75	1,0		0,0	7,4
30/12/09	204,6	8,6	20,4	24,5	17,7	90	0,9		10,0	1,4
31/12/09	469,5	19,7	17,8	22,7	12,7	83	1,7		0,0	4,1
	544,8	22,8	19,7	25,9	15,0	81	1,3		140,0	157,8

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JANEIRO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/01/10	739,4	31,0	19,4	26,5	12,1	72	1,2		0,0	7,3
02/01/10	662,9	27,7	21,1	28,7	15,0	80	1,1		0,0	6,5
03/01/10	539,2	22,6	21,8	29,9	16,9	86	1,1		0,0	5,2
04/01/10	101,7	4,3	19,9	21,3	18,6	99	0,8		39,0	0,1
05/01/10	327,0	13,7	20,6	25,6	18,0	95	1,2		15,0	2,5
06/01/10	408,5	17,1	21,3	27,0	17,7	90	1,2		0,0	3,5
07/01/10	533,8	22,3	19,5	24,7	14,8	88	1,7		0,0	4,7
08/01/10	372,0	15,6	19,8	26,2	13,5	81	1,1		0,0	3,3
09/01/10	404,7	16,9	21,2	26,8	17,7	86	0,9		27,0	3,6
10/01/10	399,0	16,7	20,8	25,2	18,1	92	1,0		0,0	3,4
11/01/10	523,0	21,9	21,0	26,6	16,9	86	0,8		15,0	4,9
12/01/10	394,7	16,5	21,0	26,4	18,2	90	1,4		0,0	3,4
13/01/10	215,4	9,0	18,8	21,7	16,4	96	1,2		12,0	1,3
14/01/10	467,7	19,6	18,5	24,2	12,5	81	0,9		2,0	4,2
15/01/10	546,0	22,9	18,4	24,9	11,7	81	1,2		0,0	5,0
16/01/10	463,5	19,4	19,6	25,0	15,6	82	1,9		1,0	4,2
17/01/10	149,3	6,2	18,6	22,3	14,6	95	1,0		18,0	0,6
18/01/10	472,4	19,8	19,7	28,3	13,4	87	0,8		12,0	4,2
19/01/10	322,8	13,5	20,8	26,3	18,5	90	1,5		18,0	2,6
20/01/10	142,1	5,9	17,8	19,6	12,9	97	0,9		4,5	0,5
21/01/10	325,5	13,6	16,2	21,1	11,3	90	1,3		0,0	2,4
22/01/10	358,2	15,0	18,5	24,9	15,7	88	1,2		14,0	2,9
23/01/10	396,8	16,6	18,5	25,7	14,7	90	1,0		73,0	3,3
24/01/10	455,9	19,1	18,6	26,5	14,8	89	0,9		0,0	4,0
25/01/10	310,3	13,0	18,7	25,1	15,4	90	0,9		2,0	2,4
26/01/10	393,6	16,5	18,0	25,3	13,7	90	0,8		12,5	3,3
27/01/10	543,5	22,8	19,9	26,6	15,0	84	1,0		0,0	5,1
28/01/10	375,5	15,7	19,3	24,1	16,1	91	0,9		12,5	3,1
29/01/10	524,6	22,0	21,0	27,0	16,0	85	1,1		0,0	4,9
30/01/10	460,7	19,3	22,1	28,8	17,2	79	1,1		0,0	4,5
31/01/10	434,0	18,2	22,0	28,8	17,9	82	1,0		4,0	4,1
	411,7	17,2	19,8	25,5	15,5	87	1,1		281,5	111,2

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

FEVEREIRO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/02/10	555,6	23,3	22,6	29,1	18,4	82	1,3		0,0	5,5
02/02/10	605,4	25,3	23,4	30,4	17,8	76	1,2		0,0	6,3
03/02/10	592,9	24,8	25,2	31,5	20,1	70	1,3		0,0	6,5
04/02/10	594,7	24,9	25,4	31,3	20,7	73	1,5		0,0	6,5
05/02/10	473,2	19,8	23,1	32,1	18,3	81	1,2		27,0	4,7
06/02/10	514,2	21,5	22,9	30,0	19,0	82	1,3		0,0	5,1
07/02/10	534,1	22,4	23,5	31,6	18,8	82	1,2		90,0	5,3
08/02/10	131,6	5,5	19,7	22,7	17,5	97	0,7		32,0	0,4
09/02/10	431,9	18,1	20,5	28,1	14,9	84	0,8		12,5	3,9
10/02/10	554,4	23,2	21,0	27,8	16,8	86	1,1		3,0	5,2
11/02/10	535,9	22,4	20,6	27,5	15,5	86	1,0		20,0	5,0
12/02/10	547,1	22,9	21,6	28,2	17,3	85	1,1		5,0	5,2
13/02/10	449,7	18,8	20,4	27,4	17,3	88	1,1		2,0	4,0
14/02/10	331,9	13,9	20,3	25,2	17,8	93	1,0		48,0	2,6
15/02/10	256,5	10,7	19,8	24,9	18,3	96	1,0		53,0	1,7
16/02/10	269,5	11,3	19,1	23,9	16,6	97	1,3		22,5	1,8
17/02/10	511,1	21,4	19,1	24,9	15,8	87	1,5		0,0	4,5
18/02/10	479,6	20,1	20,0	26,8	14,5	81	1,3		0,0	4,5
19/02/10	474,8	19,9	20,3	27,8	13,4	79	1,3		0,0	4,5
20/02/10	531,4	22,2	22,2	27,8	17,6	81	1,1		0,0	5,2
21/02/10	494,8	20,7	22,9	28,7	18,3	84	1,0		12,0	4,8
22/02/10	261,8	11,0	20,6	26,6	17,9	93	0,8		8,0	1,9
23/02/10	347,9	14,6	21,0	27,0	18,4	93	1,1		18,0	2,9
24/02/10	240,6	10,1	17,8	21,8	12,1	95	1,0		1,0	1,5
25/02/10	397,0	16,6	14,6	21,3	10,3	80	1,3		0,0	3,2
26/02/10	535,7	22,4	16,5	24,8	9,0	74	1,1		0,0	4,8
27/02/10	545,4	22,8	18,0	23,9	13,3	78	1,2		0,0	5,0
28/02/10	579,2	24,2	18,6	25,7	13,5	77	1,2		0,0	5,4
	456,4	19,1	20,7	27,1	16,4	84	1,1		354,0	118,1

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

MARÇO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/03/10	473,4	19,8	18,6	26,3	10,9	73	1,0		0,0	4,4
02/03/10	449,1	18,8	18,6	25,8	12,6	79	1,1		0,5	4,1
03/03/10	564,2	23,6	19,1	25,6	12,6	76	1,2		0,0	5,4
04/03/10	456,2	19,1	19,7	25,2	15,4	82	1,3		0,0	4,2
05/03/10	354,0	14,8	17,4	25,7	14,1	89	1,1		22,7	2,8
06/03/10	489,3	20,5	16,3	23,0	10,3	90	0,6		0,9	4,2
07/03/10	259,6	10,9	16,6	21,0	12,0	93	0,9		1,1	1,7
08/03/10	373,6	15,6	17,5	23,2	13,6	92	0,9		3,0	2,9
09/03/10	524,5	22,0	18,2	24,1	13,1	87	1,1		0,3	4,6
10/03/10	454,0	19,0	19,3	24,9	15,9	89	1,0		0,7	4,0
11/03/10	422,7	17,7	19,1	26,0	15,2	88	0,8		0,2	3,6
12/03/10	575,3	24,1	18,7	26,2	13,5	79	0,8		0,1	5,4
13/03/10	430,6	18,0	18,9	25,9	13,0	80	1,3		3,8	3,9
14/03/10	242,4	10,1	17,0	19,9	14,1	92	1,0		0,3	1,6
15/03/10	447,2	18,7	16,9	22,7	12,4	90	0,7		0,1	3,8
16/03/10	582,4	24,4	16,2	23,9	10,7	79	0,5		0,2	5,2
17/03/10	505,3	21,2	17,9	24,7	13,1	79	1,5		0,0	4,5
18/03/10	604,8	25,3	19,5	27,7	14,6	72	1,2		0,0	5,9
19/03/10	559,4	23,4	20,4	27,9	14,2	75	1,1		0,0	5,5
20/03/10	318,7	13,3	18,9	23,3	16,0	90	0,9		21,5	2,5
21/03/10	540,5	22,6	19,2	26,9	13,0	79	0,8		0,1	5,1
22/03/10	316,0	13,2	17,7	21,8	14,3	87	1,5		12,4	2,5
23/03/10	240,1	10,0	18,2	22,8	14,8	90	1,0		0,7	1,7
24/03/10	128,1	5,4	18,4	20,5	16,7	96	1,0		12,5	0,4
25/03/10	350,8	14,7	19,0	23,8	15,8	89	1,5		3,5	2,8
26/03/10	281,3	11,8	18,9	25,2	15,8	92	1,1		26,2	2,1
27/03/10	351,1	14,7	18,7	24,7	15,7	91	0,9		16,5	2,8
28/03/10	334,0	14,0	18,7	24,0	15,4	91	0,9		3,8	2,7
29/03/10	159,8	6,7	16,9	20,7	12,9	95	0,8		2,9	0,7
30/03/10	515,2	21,6	16,9	24,9	9,8	83	0,6		0,2	4,6
31/03/10	544,7	22,8	18,7	26,4	13,4	79	0,9		0,0	5,1
	414,5	17,3	18,3	24,3	13,7	85	1,0		134,2	110,6

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

ABRIL 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/04/10	492,8	20,6	19,6	27,7	14,3	79	0,9		0,0	4,6
02/04/10	548,9	23,0	19,8	27,3	14,1	77	0,9		0,0	5,3
03/04/10	402,2	16,8	19,9	25,9	15,3	81	1,1		0,0	3,6
04/04/10	158,0	6,6	16,1	18,9	12,1	92	1,4		0,0	0,8
05/04/10	362,5	15,2	13,3	18,5	9,9	85	1,6		0,0	2,6
06/04/10	394,7	16,5	11,7	17,4	8,6	86	1,3		0,4	2,8
07/04/10	358,3	15,0	12,2	18,3	8,0	87	1,4		0,3	2,5
08/04/10	337,0	14,1	11,6	18,9	6,0	84	1,1		0,2	2,4
09/04/10	391,9	16,4	12,5	21,0	6,1	81	1,2		0,0	3,0
10/04/10	481,1	20,1	14,3	22,5	6,4	77	1,0		0,0	4,0
11/04/10	399,4	16,7	14,0	20,1	8,0	83	1,1		0,0	3,1
12/04/10	453,0	19,0	15,2	21,4	9,7	77	1,3		0,0	3,8
13/04/10	466,6	19,5	16,7	23,6	11,7	76	1,4		0,0	4,1
14/04/10	452,8	19,0	17,2	24,4	12,1	77	1,4		0,0	4,0
15/04/10	304,4	12,7	17,6	22,8	14,3	82	1,4		0,0	2,5
16/04/10	202,0	8,5	16,0	20,8	12,7	89	0,8		0,0	1,2
17/04/10	378,8	15,9	19,1	27,5	13,2	76	1,1		0,0	3,4
18/04/10	329,6	13,8	19,3	25,6	13,8	78	1,2		0,0	2,9
19/04/10	473,7	19,8	19,8	28,4	13,4	72	1,1		0,0	4,6
20/04/10	106,9	4,5	16,3	21,2	14,2	91	1,2		27,5	0,3
21/04/10	35,6	1,5	15,3	16,9	14,0	97	1,3		47,9	0,0
22/04/10	35,6	1,5	15,7	17,4	12,5	98	1,2		48,7	0,0
23/04/10	101,3	4,2	12,0	13,8	10,2	95	1,4		1,6	0,1
24/04/10	253,8	10,6	13,9	17,8	9,4	90	1,2		0,4	1,6
25/04/10	80,5	3,4	15,9	18,5	14,8	97	1,5		43,5	0,0
26/04/10	66,6	2,8	14,8	17,1	13,0	99	1,5		57,3	0,0
27/04/10	355,1	14,9	12,7	17,8	8,4	87	1,2		2,1	2,5
28/04/10	306,2	12,8	11,7	19,6	4,7	86	0,7		0,2	2,1
29/04/10	263,1	11,0	12,5	19,7	8,4	89	0,8		0,1	1,7
30/04/10	385,4	16,1	13,8	21,2	9,4	83	0,8		0,1	3,0
	312,6	13,1	15,4	21,1	10,9	85	1,2		230,3	72,6

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

MAIO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/05/10	395,2	16,5	11,7	20,6	5,3	77	0,8		0,2	3,0
02/05/10	402,5	16,8	13,6	21,9	5,6	72	1,1		0,0	3,3
03/05/10	249,4	10,4	14,2	19,9	9,5	84	1,3		0,0	1,7
04/05/10	193,4	8,1	15,1	19,3	11,9	90	1,5		11,3	1,1
05/05/10	182,9	7,7	12,4	16,0	10,1	91	0,7		0,1	0,9
06/05/10	376,7	15,8	15,1	21,4	10,3	84	1,3		0,1	3,0
07/05/10	61,8	2,6	12,0	14,3	9,3	98	1,0		26,3	0,0
08/05/10	119,5	5,0	10,3	12,0	7,5	97	1,5		5,2	0,2
09/05/10	287,7	12,0	9,5	14,8	6,8	90	1,2		0,3	1,7
10/05/10	312,9	13,1	10,3	16,0	5,7	86	1,2		10,9	2,0
11/05/10	32,5	1,4	8,5	9,2	7,4	98	1,0		31,0	0,0
12/05/10	164,0	6,9	10,8	14,8	8,2	96	1,8		9,3	0,6
13/05/10	292,4	12,2	13,0	18,4	9,1	89	1,2		0,6	2,0
14/05/10	344,6	14,4	11,6	18,3	5,8	86	1,3		0,3	2,4
15/05/10	306,3	12,8	13,5	18,5	9,7	85	1,3		0,0	2,2
16/05/10	133,9	5,6	11,8	16,0	7,5	93	0,7		0,2	0,4
17/05/10	88,3	3,7	11,6	14,4	9,5	95	1,5		11,8	0,0
18/05/10	65,7	2,8	12,7	15,6	9,1	96	2,0		35,8	0,0
19/05/10	99,5	4,2	8,4	9,9	6,8	96	1,4		3,5	0,1
20/05/10	151,3	6,3	10,7	15,8	7,3	96	1,2		1,1	0,5
21/05/10	179,4	7,5	14,2	18,9	10,9	93	1,3		0,0	0,9
22/05/10	277,5	11,6	14,2	20,8	9,4	88	1,2		0,3	1,9
23/05/10	314,5	13,2	14,4	21,2	9,2	85	1,1		0,1	2,3
24/05/10	81,7	3,4	15,0	17,7	12,4	93	1,4		0,8	0,0
25/05/10	266,7	11,2	13,8	18,6	6,5	88	1,6		0,7	1,8
26/05/10	310,9	13,0	9,6	19,7	3,3	88	0,8		0,2	2,0
27/05/10	276,0	11,6	10,4	18,6	3,7	89	1,2		0,3	1,7
28/05/10	190,8	8,0	12,6	17,1	7,4	90	0,8		0,0	1,0
29/05/10	83,5	3,5	13,6	16,9	10,8	93	1,1		0,0	0,0
30/05/10	57,5	2,4	12,3	14,6	9,8	95	1,8		12,8	0,0
31/05/10	203,7	8,5	7,9	10,7	2,8	92	1,6		2,2	0,9
	209,8	8,8	12,1	16,8	8,0	90	1,3		165,4	37,7

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JUNHO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/06/10	309,3	12,9	7,6	15,3	2,0	84	1,0		0,2	1,9
02/06/10	305,9	12,8	8,9	15,9	2,6	84	0,9		0,1	1,9
03/06/10	149,6	6,3	11,2	14,9	6,6	89	1,7		0,0	0,7
04/06/10	115,5	4,8	13,0	16,0	11,8	95	1,7		5,8	0,3
05/06/10	215,2	9,0	9,0	12,2	4,3	90	2,1		1,2	1,1
06/06/10	329,5	13,8	7,0	14,1	1,0	87	0,9		0,2	2,0
07/06/10	337,3	14,1	8,5	18,8	0,5	82	0,9		0,2	2,2
08/06/10	333,3	14,0	7,7	16,6	1,2	87	0,8		0,2	2,0
09/06/10	289,9	12,1	8,7	15,4	4,2	86	0,9		0,0	1,8
10/06/10	196,0	8,2	8,8	15,3	3,7	90	1,2		0,0	0,9
11/06/10	285,8	12,0	8,2	14,8	3,3	85	1,4		0,0	1,7
12/06/10	270,5	11,3	8,4	14,2	3,6	84	1,8		0,0	1,6
13/06/10	262,3	11,0	9,5	14,3	6,3	84	1,7		0,0	1,6
14/06/10	251,8	10,5	10,6	15,1	8,1	86	2,2		0,0	1,5
15/06/10	190,3	8,0	13,9	19,6	9,6	86	1,4		0,0	1,1
16/06/10	66,0	2,8	14,1	16,9	12,3	93	1,2		5,0	0,0
17/06/10	252,6	10,6	15,6	19,8	12,7	86	1,7		12,0	1,8
18/06/10	76,2	3,2	13,0	14,8	11,3	97	1,6		55,3	0,0
19/06/10	82,5	3,5	15,6	19,0	12,6	89	2,3		14,8	0,3
20/06/10	84,7	3,5	8,9	12,8	3,1	88	0,9		0,0	0,1
21/06/10	209,4	8,8	6,2	12,4	0,1	75	0,7		0,1	1,1
22/06/10	334,8	14,0	6,3	13,5	0,3	69	1,0		0,0	2,2
23/06/10	311,4	13,0	7,2	14,8	0,7	82	2,1		0,0	1,9
24/06/10	226,7	9,5	13,4	21,0	8,0	87	2,1		0,0	1,4
25/06/10	89,4	3,7	14,6	18,9	11,3	90	1,3		0,0	0,1
26/06/10	215,7	9,0	15,9	22,1	11,8	88	1,9		0,0	1,4
27/06/10	320,8	13,4	14,7	21,9	9,8	82	1,8		0,0	2,5
28/06/10	103,1	4,3	12,6	16,4	9,9	94	0,9		0,0	0,1
29/06/10	236,4	9,9	13,7	21,0	8,4	93	1,4		0,2	1,4
30/06/10	279,2	11,7	14,3	20,9	10,4	81	1,4		0,2	2,1
	224,4	9,4	10,9	16,6	6,4	86	1,4		95,5	38,8

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JULHO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/07/10	304,9	12,8	14,9	22,1	9,2	75	1,4		2,5	2,5
02/07/10	302,0	12,6	13,3	19,6	8,8	80	1,6		0,0	2,3
03/07/10	317,2	13,3	12,2	20,5	5,1	82	1,2		0,1	2,3
04/07/10	330,6	13,8	12,5	21,0	5,4	78	1,8		0,1	2,5
05/07/10	328,3	13,7	12,8	20,2	7,2	81	1,7		0,1	2,4
06/07/10	314,5	13,2	14,6	22,3	7,3	76	1,8		0,0	2,6
07/07/10	297,4	12,5	16,1	23,7	9,9	70	2,1		0,0	2,8
08/07/10	122,5	5,1	14,4	18,7	11,7	90	0,8		0,1	0,4
09/07/10	57,2	2,4	13,2	15,9	11,1	96	1,8		3,8	0,0
10/07/10	230,3	9,6	12,2	18,7	6,9	92	1,5		0,2	1,3
11/07/10	230,7	9,7	14,3	18,7	11,5	87	2,9		0,0	1,6
12/07/10	37,2	1,6	11,0	14,7	5,4	96	2,3		27,6	0,0
13/07/10	332,6	13,9	2,3	6,5	-2,4	82	2,4		0,1	1,6
14/07/10	343,1	14,4	1,6	9,0	-4,7	76	1,4		0,1	1,8
15/07/10	315,0	13,2	2,9	10,5	-4,0	78	1,4		0,0	1,7
16/07/10	72,5	3,0	4,3	6,2	2,2	95	2,7		3,8	0,0
17/07/10	59,3	2,5	9,0	11,5	5,5	97	1,9		9,7	0,0
18/07/10	83,2	3,5	11,8	14,5	9,4	94	2,7		6,1	0,1
19/07/10	67,1	2,8	10,2	15,9	4,0	94	3,9		22,9	0,1
20/07/10	336,3	14,1	7,8	14,9	1,6	83	1,6		0,0	2,1
21/07/10	261,4	10,9	16,2	22,8	10,7	83	3,4		6,8	2,1
22/07/10	36,1	1,5	12,1	15,3	8,3	100	1,5		68,0	0,0
23/07/10	349,2	14,6	8,2	14,5	4,7	82	1,2		0,0	2,2
24/07/10	113,6	4,8	9,8	13,1	4,8	94	3,5		4,2	0,3
25/07/10	259,9	10,9	15,9	22,9	9,7	81	3,8		5,0	2,2
26/07/10	357,1	14,9	6,5	12,2	1,3	77	2,0		0,4	2,3
27/07/10	379,4	15,9	6,9	16,8	-3,6	78	2,1		0,1	2,4
28/07/10	322,0	13,5	13,1	19,3	9,4	84	2,8		0,0	2,3
29/07/10	264,4	11,1	14,8	22,5	10,2	76	1,7		0,0	2,1
30/07/10	293,8	12,3	15,2	22,0	9,7	78	2,4		0,0	2,5
31/07/10	103,1	4,3	13,9	19,8	9,7	88	2,4		32,1	0,5
	233,0	9,8	11,1	17,0	6,0	85	2,1		193,8	46,8

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

AGOSTO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/08/10	333,6	14,0	7,2	11,3	0,3	81	1,9		7,6	2,0
02/08/10	109,3	4,6	3,0	7,2	-1,2	95	2,2		2,1	0,2
03/08/10	244,2	10,2	3,2	8,8	0,5	88	3,3		0,2	1,1
04/08/10	53,9	2,3	1,0	2,8	-0,5	94	2,8		7,5	0,0
05/08/10	108,7	4,6	5,2	8,1	2,6	97	1,2		2,6	0,1
06/08/10	340,4	14,2	6,3	13,6	2,0	89	2,1		0,1	1,8
07/08/10	291,5	12,2	9,5	17,4	3,5	81	1,9		0,1	1,9
08/08/10	136,1	5,7	11,8	17,4	7,4	85	2,2		0,0	0,7
09/08/10	356,6	14,9	8,1	15,4	2,5	81	2,0		0,0	2,3
10/08/10	203,3	8,5	10,3	15,1	6,3	86	1,9		0,0	1,2
11/08/10	340,6	14,3	11,4	15,9	8,7	86	3,9		0,0	2,2
12/08/10	278,7	11,7	14,4	20,4	9,8	81	3,8		0,1	2,2
13/08/10	75,3	3,2	8,2	15,8	4,8	93	5,0		17,0	0,2
14/08/10	146,8	6,1	4,1	6,2	0,3	88	2,6		0,8	0,6
15/08/10	285,2	11,9	5,1	12,2	-0,5	83	2,2		0,0	1,5
16/08/10	423,3	17,7	7,6	14,7	0,6	79	2,7		0,0	2,7
17/08/10	434,6	18,2	10,0	16,3	6,4	74	3,2		0,0	3,2
18/08/10	430,2	18,0	10,9	18,0	6,7	78	3,3		0,0	3,1
19/08/10	363,5	15,2	13,0	21,0	7,5	78			0,0	2,8
20/08/10	382,1	16,0	12,8	20,1	5,8	72			0,0	2,9
21/08/10	342,8	14,4	15,0	23,8	6,5	76			0,0	2,6
22/08/10	351,2	14,7	16,9	24,9	10,3	64			0,0	2,8
23/08/10	424,5	17,8	18,3	27,5	10,7	57			0,0	3,8
24/08/10	336,2	14,1	19,2	26,9	13,4	58			0,0	2,8
25/08/10	296,1	12,4	19,4	28,0	12,6	60			0,0	2,3
26/08/10	273,8	11,5	18,5	24,0	13,2	74			0,0	2,0
27/08/10	131,0	5,5	17,0	21,5	14,0	79			0,0	0,4
28/08/10	271,5	11,4	17,0	23,4	13,2	78			0,0	2,0
29/08/10	221,2	9,3	16,6	22,1	11,7	79			0,0	1,4
30/08/10	259,7	10,9	16,0	22,4	12,4	81			0,0	1,8
31/08/10	414,4	17,3	16,6	23,6	12,3	75			0,0	3,5
	279,4	11,7	11,4	17,6	6,6	80			38,1	58,2

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

SETEMBRO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/09/10	235,4	9,9	17,2	23,5	13,3	81	2,4		0,0	1,9
02/09/10	105,7	4,4	18,0	21,1	15,4	83	1,3		0,1	0,5
03/09/10	183,4	7,7	19,0	25,0	15,9	81	1,8		0,4	1,4
04/09/10	69,4	2,9	12,2	18,1	7,5	92	3,3		0,6	0,1
05/09/10	407,6	17,1	9,1	16,4	5,6	77	2,3		0,0	2,8
06/09/10	479,1	20,1	11,9	19,1	6,6	68	2,1		0,0	3,9
07/09/10	465,0	19,5	12,7	21,2	7,4	73	2,1		0,0	3,8
08/09/10	464,4	19,4	12,6	20,2	5,8	74	1,8		0,0	3,7
09/09/10	500,7	21,0	12,6	20,5	6,8	75	2,6		0,0	3,9
10/09/10	515,1	21,6	12,5	18,7	6,9	75	4,1		0,0	3,9
11/09/10	68,0	2,8	13,0	16,1	10,8	91	2,5		7,5	0,1
12/09/10	46,7	2,0	14,5	16,6	13,1	96	2,3		22,5	0,0
13/09/10	198,9	8,3	17,2	22,2	13,7	78	2,8		0,1	1,8
14/09/10	452,8	19,0	14,1	18,0	8,3	76	4,7		0,0	3,7
15/09/10	497,5	20,8	11,1	18,1	6,8	71	1,9		0,0	3,9
16/09/10	477,5	20,0	13,0	20,6	6,5	79	2,4		0,0	3,7
17/09/10	417,6	17,5	12,9	19,0	7,1	81	2,1		0,0	3,2
18/09/10	522,5	21,9	10,4	17,6	5,5	69	2,4		0,0	4,0
19/09/10	555,6	23,3	10,3	18,2	3,4	72	3,1		0,0	4,1
20/09/10	263,5	11,0	13,0	17,7	8,4	86	3,5		1,1	1,8
21/09/10	32,3	1,4	13,5	15,3	12,5	97	2,3		71,2	0,0
22/09/10	48,7	2,0	13,2	15,0	12,0	97	2,2		62,9	0,0
23/09/10	84,6	3,5	13,6	15,9	12,3	93	2,0		14,6	0,1
24/09/10	412,2	17,3	13,8	19,2	9,3	85	2,4		0,1	3,1
25/09/10	424,2	17,8	14,2	21,5	9,2	83	1,9		0,0	3,3
26/09/10	356,6	14,9	14,4	18,8	11,7	85	2,1		0,0	2,7
27/09/10	379,6	15,9	15,9	23,0	12,2	82	2,1		0,0	3,1
28/09/10	221,8	9,3	14,9	18,5	12,3	85	2,4		0,0	1,6
29/09/10	405,2	17,0	17,0	23,7	13,2	80	1,8		0,0	3,5
30/09/10	572,3	24,0	14,4	22,0	7,8	67	1,4		0,0	5,1
	328,8	13,8	13,7	19,4	9,6	81	2,4		181,1	74,6

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

OUTUBRO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/10/10	234,5	9,8	14,0	21,3	7,5	89	1,8		0,3	1,5
02/10/10	209,8	8,8	10,7	15,8	4,9	92	2,5		0,7	1,1
03/10/10	575,4	24,1	10,0	18,2	1,8	70	1,8		0,0	4,4
04/10/10	209,7	8,8	11,2	15,9	7,5	87	1,7		2,1	1,2
05/10/10	494,3	20,7	14,3	22,5	6,8	80	0,9		0,1	4,1
06/10/10	570,6	23,9	17,6	24,6	12,4	69	1,7		0,0	5,4
07/10/10	153,7	6,4	14,2	18,1	10,0	95	2,5		28,3	0,6
08/10/10	184,1	7,7	10,6	13,9	8,2	95	2,9		1,5	0,8
09/10/10	339,1	14,2	11,3	17,4	6,7	85	1,5		0,2	2,3
10/10/10	580,2	24,3	10,0	18,1	3,7	79	1,7		0,1	4,2
11/10/10	617,7	25,9	10,4	19,2	3,0	72	1,6		0,0	4,7
12/10/10	600,7	25,1	11,0	20,5	2,3	72	1,5		0,1	4,7
13/10/10	589,8	24,7	11,9	18,8	5,8	76	2,4		0,0	4,5
14/10/10	107,4	4,5	11,9	14,5	9,9	94	2,4		17,9	0,3
15/10/10	270,1	11,3	16,3	21,5	12,7	87	1,3		2,0	2,0
16/10/10	308,6	12,9	17,8	24,0	13,7	87	1,0		3,2	2,4
17/10/10	186,9	7,8	14,2	17,7	9,8	95	1,6		0,0	0,9
18/10/10	590,1	24,7	11,7	18,5	6,8	78	1,1		0,1	4,7
19/10/10	633,8	26,5	12,4	22,0	4,5	73	1,0		0,1	5,3
20/10/10	620,5	26,0	15,5	24,9	6,8	69	1,3		0,0	5,6
21/10/10	555,6	23,3	17,7	26,7	11,0	73	1,3		0,0	5,2
22/10/10	177,2	7,4	15,7	19,8	14,1	91	1,4		1,3	1,0
23/10/10	192,0	8,0	15,1	19,3	10,9	91	0,7		18,9	1,1
24/10/10	598,4	25,0	16,3	24,3	8,3	81	1,0		0,2	5,3
25/10/10	441,0	18,5	14,8	20,7	8,7	85	1,1		9,0	3,5
26/10/10	569,6	23,8	11,3	17,3	5,8	77	1,1		0,0	4,5
27/10/10	572,8	24,0	11,6	20,2	4,4	76	1,0		0,1	4,6
28/10/10	632,1	26,5	14,2	22,2	7,6	74	1,5		0,0	5,4
29/10/10	507,6	21,2	17,2	26,1	8,5	77	1,4		13,5	4,5
30/10/10	273,0	11,4	16,3	20,6	13,7	89	2,0		16,7	1,9
31/10/10	689,4	28,9	13,9	19,9	8,2	59	1,8		0,0	6,2
	428,6	17,9	13,6	20,1	7,9	81	1,6		116,4	103,8

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

NOVEMBRO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/11/10	660,5	27,6	12,5	19,9	5,5	67	1,4		0,0	1,6
02/11/10	671,0	28,1	13,2	20,5	6,2	64	1,1		0,0	1,6
03/11/10	623,1	26,1	15,6	23,6	6,9	63	0,8		0,0	1,5
04/11/10	574,2	24,0	19,4	27,1	10,7	60	1,3		0,0	5,9
05/11/10	246,0	10,3	16,4	22,6	12,2	88	1,7		7,0	1,7
06/11/10	571,8	23,9	14,3	21,7	8,7	79	1,4		0,0	4,8
07/11/10	679,4	28,4	16,5	24,7	6,8	63	0,8		0,0	6,5
08/11/10	619,0	25,9	19,6	27,4	12,7	73	1,7		0,0	6,0
09/11/10	372,0	15,6	18,9	28,9	12,1	85	2,4		6,0	3,1
10/11/10	597,7	25,0	10,5	16,2	5,4	78	1,5		0,0	4,5
11/11/10	712,6	29,8	12,0	20,9	4,1	67	1,0		0,0	6,0
12/11/10	547,6	22,9	12,6	21,8	5,1	76	1,5		0,0	4,4
13/11/10	471,8	19,8	15,3	21,6	9,2	74	1,7		0,0	4,1
14/11/10	470,3	19,7	15,7	22,6	12,0	78	1,7		0,0	4,0
15/11/10	370,4	15,5	15,4	22,8	12,0	87	2,0		12,0	2,8
16/11/10	555,0	23,2	15,2	23,4	9,8	85	1,7		38,0	4,5
17/11/10	267,1	11,2	15,0	19,5	12,4	90	0,9		12,0	1,8
18/11/10	548,9	23,0	14,7	20,9	10,0	75	1,0		0,0	4,7
19/11/10	661,8	27,7	16,6	25,4	7,0	67	0,9		0,0	6,2
20/11/10	442,9	18,5	17,4	23,1	13,3	84	1,1		13,0	3,8
21/11/10	410,0	17,2	19,5	26,7	15,0	84	1,1		6,6	3,6
22/11/10	190,7	8,0	16,1	20,6	14,2	94	1,7		8,7	1,0
23/11/10	388,7	16,3	17,7	23,5	13,5	83	1,5		0,0	3,3
24/11/10	299,8	12,5	16,3	19,8	12,6	90	1,2		19,0	2,2
25/11/10	268,6	11,2	16,4	21,9	13,6	92	0,6		36,4	1,9
26/11/10	613,7	25,7	17,9	24,6	12,9	81	0,8		0,0	5,7
27/11/10	680,7	28,5	19,6	27,9	12,5	74	1,1		0,0	6,7
28/11/10	541,6	22,7	20,8	28,5	15,5	77	1,8		12,7	5,3
29/11/10	280,4	11,7	18,3	24,6	15,8	93	1,2		10,7	2,0
30/11/10	542,2	22,7	17,5	23,9	12,4	85	1,0		0,1	4,8
	496,0	20,8	16,2	23,2	10,7	78	1,3		182,2	116,1

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

DEZEMBRO 2010

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/12/10	539,5	22,6	17,8	24,9	11,5	83	1,4		0,1	4,8
02/12/10	267,2	11,2	17,4	20,7	15,1	91	1,7		21,2	1,9
03/12/10	337,9	14,1	19,7	24,6	15,7	84	1,3		0,0	2,9
04/12/10	149,4	6,3	18,0	20,0	15,8	92	1,5		2,1	0,7
05/12/10	273,6	11,5	17,0	23,3	11,5	88	1,3		0,1	2,0
06/12/10	580,9	24,3	17,5	25,1	10,6	74	1,6		0,0	5,4
07/12/10	246,5	10,3	16,5	20,4	14,5	92	1,6		1,7	1,6
08/12/10	451,5	18,9	19,3	27,4	13,8	82	1,4		0,1	4,1
09/12/10	722,3	30,2	18,3	26,6	9,4	63	0,8		0,0	7,2
10/12/10	564,9	23,6	20,0	28,1	14,6	78	1,6		0,0	5,4
11/12/10	252,8	10,6	19,6	23,2	17,8	85	1,5		0,3	2,0
12/12/10	73,4	3,1	17,0	18,2	16,0	93	1,0		17,1	0,0
13/12/10	129,6	5,4	9,7	16,9	3,5	96	1,4		10,8	0,3
14/12/10	645,4	27,0	12,8	21,8	2,6	69	1,0		0,1	5,5
15/12/10	647,1	27,1	16,2	25,2	8,3	68	1,2		0,0	6,0
16/12/10	295,5	12,4	15,8	21,4	9,1	85	1,0		1,1	2,2
17/12/10	466,4	19,5	19,3	26,8	13,0	82	0,9		0,1	4,2
18/12/10	649,2	27,2	22,0	29,4	14,9	70	1,1		0,1	6,7
19/12/10	593,0	24,8	22,3	30,9	16,6	74	1,4		1,8	6,1
20/12/10	354,6	14,8	20,2	26,7	17,3	92	1,3		44,5	2,8
21/12/10	463,5	19,4	19,9	25,3	16,5	85	1,1		23,8	4,1
22/12/10	398,5	16,7	19,8	24,6	16,1	87	0,9		2,4	3,5
23/12/10	514,6	21,5	19,9	26,7	14,7	84	0,9		2,0	4,8
24/12/10	468,0	19,6	20,6	26,7	16,0	84	1,4		9,7	4,3
25/12/10	307,2	12,9	19,7	24,6	15,8	91	1,1		4,3	2,4
26/12/10	703,3	29,4	19,6	27,3	13,0	66	1,3		0,2	7,0
27/12/10	735,4	30,8	18,6	27,3	10,8	67	1,0		0,0	7,3
28/12/10	741,9	31,1	19,7	28,1	11,6	73	1,1		0,0	7,4
29/12/10	624,0	26,1	18,5	27,5	12,4	76	1,6		0,0	5,9
30/12/10	730,0	30,6	18,3	26,0	11,6	72	1,6		0,0	7,0
31/12/10	673,4	28,2	19,4	26,8	11,6	70	1,3		0,0	6,6
	471,0	19,7	18,4	24,9	12,9	81	1,3		143,6	132,0

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JANEIRO 2011

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/01/11	623,8	26,1	19,5	26,6	13,1	70	1,2		0,0	6,2
02/01/11	429,0	18,0	19,0	25,8	15,4	81	1,2		10,0	3,8
03/01/11	511,9	21,4	18,8	25,1	14,0	81	1,2		0,1	4,7
04/01/11	625,8	26,2	20,7	26,8	14,4	78	0,7		0,1	6,2
05/01/11	481,9	20,2	21,3	28,9	17,1	83	0,9		1,9	4,6
06/01/11	291,8	12,2	19,9	27,2	17,1	90	0,8		8,7	2,3
07/01/11	625,7	26,2	21,6	29,2	15,5	78	0,9		0,0	6,3
08/01/11	449,5	18,8	21,8	29,5	18,1	84	1,0		0,2	4,2
09/01/11	569,5	23,8	21,7	28,9	16,5	82	0,9		0,0	5,6
10/01/11	545,5	22,8	20,8	27,0	16,0	79	1,3		0,0	5,3
11/01/11	485,9	20,3	19,1	25,2	14,2	78	0,7		0,4	4,5
12/01/11	392,9	16,4	19,0	23,6	14,9	85	0,9		7,1	3,4
13/01/11	452,8	19,0	18,8	25,3	13,4	83	0,8		0,3	4,0
14/01/11	571,9	23,9	20,4	26,9	15,6	81	1,1		0,6	5,5
15/01/11	480,7	20,1	19,7	26,0	14,0	83	0,8		0,2	4,4
16/01/11	518,7	21,7	20,6	28,5	16,5	81	1,4		1,5	4,9
17/01/11	433,7	18,2	20,7	28,8	16,9	84	1,2		7,1	4,0
18/01/11	256,1	10,7	18,9	24,3	16,7	92	1,3		6,9	1,8
19/01/11	310,2	13,0	19,3	24,5	15,4	90	0,6		3,5	2,5
20/01/11	590,4	24,7	20,9	28,4	16,2	83	1,3		0,1	5,7
21/01/11	280,9	11,8	18,7	24,3	15,5	90	1,4		29,0	2,1
22/01/11	202,2	8,5	18,6	21,7	16,6	97	0,7		38,6	1,2
23/01/11	574,7	24,1	21,4	27,4	17,7	84	0,9		0,0	5,6
24/01/11	486,2	20,4	21,1	29,3	17,4	87	0,8		3,2	4,5
25/01/11	562,6	23,5	21,3	27,5	17,5	87	1,1		40,0	5,3
26/01/11	606,4	25,4	22,2	29,1	17,3	84	1,1		0,1	6,0
27/01/11	478,4	20,0	21,7	28,9	18,2	88	1,0		8,6	4,5
28/01/11	487,5	20,4	22,0	28,5	18,4	86	1,0		0,0	4,6
29/01/11	603,0	25,2	22,4	28,6	17,4	82	1,0		0,0	6,0
30/01/11	576,3	24,1	21,1	27,9	16,1	80	1,1		0,0	5,6
31/01/11	452,0	18,9	21,4	27,9	17,4	86	1,1		2,8	4,2
	482,5	20,2	20,5	27,0	16,1	83,7	1,0		171,0	139,4

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

FEVEREIRO 2011

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/02/11	296,7	12,4	19,6	25,0	15,1	92	1,1		10,6	2,2
02/02/11	500,6	21,0	19,3	26,7	13,9	82	1,1		0,0	4,6
03/02/11	502,3	21,0	20,5	27,0	14,9	83	1,0		0,0	4,7
04/02/11	400,9	16,8	21,1	27,4	17,9	89	0,7		9,1	3,6
05/02/11	391,9	16,4	20,7	26,8	17,6	92	1,0		3,3	3,4
06/02/11	481,7	20,2	21,2	28,2	17,2	86	1,2		0,1	4,5
07/02/11	509,8	21,3	21,0	27,8	14,7	84	0,8		0,5	4,8
08/02/11	226,4	9,5	20,7	24,3	19,0	92	1,4		3,7	1,6
09/02/11	298,9	12,5	20,6	26,0	18,2	93	1,5		6,1	2,3
10/02/11	450,4	18,9	20,0	24,5	17,0	88	1,1		0,1	4,0
11/02/11	440,7	18,4	20,8	25,8	15,8	86	1,0		8,0	4,0
12/02/11	185,9	7,8	19,5	21,8	17,3	97	1,4		42,9	1,0
13/02/11	340,7	14,3	19,9	24,0	17,6	93	1,4		0,0	2,7
14/02/11	613,8	25,7	19,0	24,5	14,4	81	1,8		0,0	5,7
15/02/11	556,9	23,3	18,2	24,9	14,1	83	1,8		0,0	4,9
16/02/11	583,8	24,4	18,8	26,8	13,1	84	1,1		6,0	5,4
17/02/11	632,1	26,5	19,4	28,2	13,8	82	1,1		0,0	6,0
18/02/11	632,0	26,5	20,8	28,1	15,9	80	0,9		0,0	6,2
19/02/11	449,8	18,8	20,7	27,4	17,0	85	1,1		0,0	4,1
20/02/11	498,4	20,9	20,7	27,1	16,8	86	1,1		0,0	4,6
21/02/11	348,0	14,6	19,6	26,1	16,1	91	0,8		50,0	2,9
22/02/11	278,9	11,7	18,8	22,9	16,3	94	0,7		0,0	2,0
23/02/11	228,4	9,6	18,6	22,0	15,8	93	0,9		5,0	1,5
24/02/11	299,7	12,5	20,0	25,1	17,2	93	1,3		11,0	2,3
25/02/11	326,5	13,7	20,8	26,1	18,0	91	1,1		18,0	2,7
26/02/11	305,6	12,8	20,3	25,0	17,1	94	1,2		20,0	2,3
27/02/11	187,3	7,8	17,1	19,5	13,9	96	1,5		10,0	1,0
28/02/11	440,5	18,4	16,9	23,5	12,1	84	1,6		13,0	3,7
	407,5	17,1	19,8	25,4	16,0	88,3	1,2		217,4	98,7

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

MARÇO 2011

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/03/11	614,6	25,7	16,2	24,2	9,7	78	1,2		0,0	5,5
02/03/11	568,0	23,8	16,9	24,3	11,5	78	1,2		0,0	5,1
03/03/11	529,9	22,2	16,9	25,0	9,7	79	1,2		0,0	4,7
04/03/11	591,8	24,8	17,6	26,2	11,3	76	1,3		0,0	5,5
05/03/11	541,2	22,7	17,8	25,5	11,6	78	1,2		0,0	4,9
06/03/11	552,8	23,1	17,5	24,5	10,4	78	1,1		0,0	5,0
07/03/11	535,4	22,4	18,2	26,1	11,4	77	1,3		0,0	4,9
08/03/11	564,0	23,6	18,5	26,1	11,0	78	1,3		0,0	5,2
09/03/11	428,4	17,9	19,6	25,1	15,3	80	1,2		0,0	3,9
10/03/11	339,2	14,2	19,1	26,3	16,2	87	1,2		5,2	2,8
11/03/11	124,7	5,2	16,8	18,2	15,2	93	1,4		5,4	0,4
12/03/11	317,8	13,3	19,0	24,1	14,8	88	1,2		0,0	2,6
13/03/11	518,5	21,7	19,8	26,8	15,5	84	1,0		0,0	4,8
14/03/11	423,4	17,7	16,0	22,3	11,1	87	1,2		0,0	3,4
15/03/11	478,1	20,0	15,2	24,1	8,6	82	1,1		0,1	4,0
16/03/11	578,4	24,2	17,6	24,8	11,2	75	1,2		0,0	5,3
17/03/11	568,9	23,8	19,0	26,7	12,8	76	1,3		0,0	5,4
18/03/11	293,5	12,3	18,4	24,7	12,7	89	1,5		0,0	2,2
19/03/11	577,5	24,2	15,2	22,6	9,5	77	1,4		0,1	5,0
20/03/11	517,0	21,6	14,7	21,8	8,4	85	1,2		0,0	4,2
21/03/11	486,9	20,4	16,5	23,7	10,3	83	1,6		0,1	4,1
22/03/11	397,3	16,6	18,2	24,2	12,7	82	1,5		0,0	3,4
23/03/11	458,5	19,2	19,9	27,0	14,8	80	1,5		0,0	4,2
24/03/11	309,1	12,9	19,6	26,3	15,9	89	1,3		6,9	2,5
25/03/11	138,7	5,8	18,3	21,3	15,8	96	1,2		15,8	0,5
26/03/11	10,6	0,4	17,4	19,0	15,5	99	1,2		136,5	0,0
27/03/11	127,6	5,3	16,5	20,4	14,2	96	0,6		15,6	0,3
28/03/11	121,6	5,1	17,0	20,2	13,9	98	1,1		27,0	0,3
29/03/11	172,2	7,2	15,3	18,9	13,5	92	1,4		1,2	0,9
30/03/11	134,1	5,6	15,0	17,5	13,1	93	1,2		1,0	0,5
31/03/11	348,5	14,6	17,0	21,3	13,7	88	1,4		0,0	2,7
	399,0	16,7	17,4	23,5	12,6	85	1,2		214,9	104,5

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

ABRIL 2011

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/04/11	195,1	8,2	16,3	19,4	13,5	94	1,1		7,3	1,1
02/04/11	403,3	16,9	16,9	23,7	10,9	87	0,7		0,2	3,3
03/04/11	528,6	22,1	15,8	25,1	8,2	78	0,8		0,3	4,6
04/04/11	395,9	16,6	17,8	24,8	13,0	82	1,1		0,0	3,4
05/04/11	464,6	19,4	14,7	22,0	9,1	76	1,1		0,3	3,9
06/04/11	497,4	20,8	13,4	21,7	6,2	73	0,8		0,1	4,1
07/04/11	488,3	20,4	15,0	23,9	7,2	75	0,9		0,0	4,2
08/04/11	310,2	13,0	15,2	21,7	11,1	79	1,1		8,7	2,4
09/04/11	368,6	15,4	12,6	19,3	7,4	88	1,2		0,2	2,6
10/04/11	395,8	16,6	13,5	20,4	7,5	83	1,0		0,2	3,0
11/04/11	357,8	15,0	15,0	22,7	8,6	82	1,0		0,1	2,8
12/04/11	279,4	11,7	16,2	21,5	10,5	85	1,1		0,0	2,1
13/04/11	346,2	14,5	17,0	23,6	11,9	84	1,0		0,1	2,8
14/04/11	184,1	7,7	17,4	25,9	14,0	90	1,4		33,4	1,1
15/04/11	310,5	13,0	18,0	23,8	14,1	81	1,2		0,5	2,6
16/04/11	266,1	11,1	17,1	21,5	14,1	91	1,1		1,4	1,9
17/04/11	282,6	11,8	18,7	24,5	14,5	89	1,5		47,5	2,1
18/04/11	247,9	10,4	18,4	23,2	14,7	92	1,0		0,0	1,7
19/04/11	284,9	11,9	17,7	25,0	14,2	91	1,1		5,7	2,1
20/04/11	373,1	15,6	18,5	24,0	15,6	85	1,5		0,0	3,1
21/04/11	301,6	12,6	17,5	23,2	13,4	87	1,3		12,3	2,3
22/04/11	345,0	14,4	18,7	26,4	13,8	88	1,3		3,8	2,8
23/04/11	85,5	3,6	15,4	18,3	11,6	96	1,3		18,3	0,0
24/04/11	416,1	17,4	14,3	21,8	9,1	83			0,2	
25/04/11	386,2	16,2	15,0	21,1	9,0	82			0,0	
26/04/11	359,9	15,1	13,8	22,2	8,3	81			0,2	
27/04/11	428,4	17,9	13,9	20,2	8,0	81			0,0	
28/04/11	320,8	13,4	14,0	20,2	10,1	85			0,0	
29/04/11	303,2	12,7	14,3	21,8	9,2	86			0,0	
30/04/11	188,6	7,9	14,1	18,6	10,8	94			1,8	
	337,2	14,1	15,9	22,4	11,0	85			142,6	

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

MAIO 2011

Dia	Radiação global (Cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s ⁻¹)	Vel max (m s ⁻¹)	Precipitação (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)
01/05/11	193,5	8,1	14,3	18,2	9,7	91			0,2	
02/05/11	203,7	8,5	9,7	13,3	8,1	94			5,0	
03/05/11	220,0	9,2	10,1	15,1	7,2	91			0,3	
04/05/11	367,7	15,4	11,1	18,5	6,2	84			0,2	
05/05/11	401,5	16,8	11,4	19,9	4,4	79			0,2	
06/05/11	361,2	15,1	12,3	19,6	7,3	81			0,0	
07/05/11	314,7	13,2	11,8	20,7	5,1	87			0,2	
08/05/11	155,7	6,5	15,1	20,0	11,4	94			1,1	
09/05/11	340,0	14,2	13,7	20,6	7,0	84			0,2	
10/05/11	35,9	1,5	13,4	14,0	12,8	97			21,6	
11/05/11	181,8	7,6	15,6	19,6	13,3	94			14,7	
12/05/11	215,8	9,0	14,9	21,2	8,3	93			0,1	
13/05/11	334,8	14,0	11,7	20,5	6,0	84			0,2	
14/05/11	98,2	4,1	12,1	15,2	9,7	94			31,3	
15/05/11	227,3	9,5	10,8	14,8	8,7	91			7,6	
16/05/11	223,6	9,4	9,6	14,2	3,9	89			0,0	
17/05/11	288,1	12,1	8,0	15,7	1,9	86			0,2	
18/05/11	336,6	14,1	9,6	16,3	3,7	79			0,0	
19/05/11	246,9	10,3	11,4	17,2	6,8	86			0,2	
20/05/11	200,0	8,4	11,9	16,5	7,2	89			0,0	
21/05/11	233,7	9,8	13,9	19,4	10,9	86			0,1	
22/05/11	344,7	14,4	14,7	20,8	10,4	82			0,0	
23/05/11	81,4	3,4	14,6	17,3	11,8	96			3,9	
24/05/11	89,4	3,7	15,5	18,0	13,4	95			0,0	
25/05/11	281,6	11,8	16,4	21,4	13,5	82			0,1	
26/05/11	138,8	5,8	11,8	14,8	8,8	90			0,0	
27/05/11	298,2	12,5	9,6	14,4	4,6	85			0,0	
28/05/11	356,3	14,9	7,0	14,6	2,0	84			0,2	
29/05/11	333,9	14,0	7,1	14,1	1,4	84			0,1	
30/05/11	345,9	14,5	7,3	14,9	1,6	84			0,8	
31/05/11	219,2	9,2	8,5	15,4	3,1	88			0,0	
	247,4	10,4	11,8	17,3	7,4	88			88,5	

Continuação APÊNDICE 1. Boletim agroclimático com dados de radiação solar global, temperatura do ar média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (UR), velocidade média do vento (Vel med), velocidade máxima do vento (Vel max), precipitação pluvial e evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (ETo) obtidos em estação meteorológica automática. Pomar Ferrovia, Vacaria, RS, 28°24'52,5"S e 50°50'53,8"W, 2008-2011.

JUNHO 2011

Dia	Radiação global (Cal cm⁻² dia⁻¹)	Radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹)	T med (°C)	T max (°C)	T min (°C)	UR (%)	Vel med (m s⁻¹)	Vel max (m s⁻¹)	Precipitação (mm dia⁻¹)	ETo (mm dia⁻¹)
01/06/11	307,2	12,9	9,1	15,8	4,1	84,0			0,1	
02/06/11	242,9	10,2	8,4	16,4	0,5	88,4			0,1	
03/06/11	134,3	5,6	9,9	15,8	3,4	90,6			3,2	
04/06/11	331,5	13,9	5,8	9,8	-0,8	81,8			0,0	
05/06/11	340,4	14,2	4,8	14,1	-3,0	80,1			0,1	
06/06/11	262,1	11,0	8,0	14,7	3,1	83,4			0,0	
07/06/11	71,3	3,0	9,7	13,0	7,6	97,9			56,1	
08/06/11	178,6	7,5	7,8	11,5	4,8	91,8			1,5	
09/06/11	276,2	11,6	7,1	14,1	2,1	87,8			0,1	
10/06/11	304,1	12,7	6,4	13,2	0,9	81,9			0,3	
11/06/11	277,1	11,6	7,5	15,1	1,3	76,8			0,0	
12/06/11	286,6	12,0	9,6	18,9	3,3	81,3			0,0	
13/06/11	214,4	9,0	8,8	17,1	1,8	90,2			0,2	
14/06/11	267,1	11,2	8,3	16,5	2,1	89,3			0,1	
15/06/11	319,1	13,4	10,8	16,3	7,1	82,2			0,0	
16/06/11	314,0	13,1	10,6	18,4	5,0	85,1			0,1	
17/06/11	163,1	6,8	11,6	19,6	8,0	92,9			12,4	
18/06/11	235,4	9,9	14,3	21,0	8,9	90,4			3,2	
19/06/11	198,2	8,3	16,1	21,0	12,0	86,6			0,1	
20/06/11	47,5	2,0	15,1	17,1	13,6	93,9			9,1	
21/06/11	50,9	2,1	14,5	16,0	12,7	97,0			23,4	
22/06/11	64,6	2,7	13,5	15,2	12,0	95,7			1,7	
23/06/11	123,2	5,2	14,9	18,3	12,4	93,7			1,8	
24/06/11	52,3	2,2	13,5	15,6	10,4	99,3			18,2	
25/06/11	206,8	8,7	11,9	16,6	9,3	93,4			12,9	
26/06/11	67,3	2,8	4,8	9,4	-0,3	96,8			7,7	
27/06/11	330,6	13,8	1,6	6,6	-1,2	82,3			0,0	
28/06/11	309,1	12,9	3,1	11,6	-4,4	74,8			0,1	
29/06/11	60,1	2,5	5,3	6,4	4,0	86,0			3,7	
30/06/11	67,7	2,8	9,7	13,5	5,7	95,3			8,3	
	203,5	8,7	9,4	14,9	4,9	88,4			164,5	

APÊNDICE 2. Ficha de avaliação do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS, utilizada para análise sensorial de frutos de maçã produzidos sob tela antigranizo e em céu aberto. Porto Alegre, 2011.

ANÁLISE SENSORIAL DE MAÇÃ

Nome:..... Data:...../...../..... Idade:.....

PROCEDIMENTOS

Avalie as características de aparência, cor da casca, sabor doce, sabor ácido e aceitação global da maçã, seguindo a escala abaixo:

Aceitação
1 - desgostei muitíssimo
2 - desgostei muito
3 - desgostei moderadamente
4 - desgostei levemente
5 - nem gostei nem desgostei
6 - gostei levemente
7- gostei moderadamente
8 - gostei muito
9 - gostei muitíssimo

Anotar para cada característica e cada amostra o resultado na tabela abaixo. Proceder, avaliando primeiro a aparência e cor da casca. Através de degustação, avaliar sabor doce, sabor ácido e aceitação global da maçã. Tome água entre uma amostra e outra. Prove as amostras da esquerda para a direita.

ATRIBUTOS	AMOSTRA 236	AMOSTRA 548
Aparência		
Cor da casca		
Sabor doce		
Sabor ácido		
Aceitação global		

Comentários:.....
